

Michael Schäfer

**Bildungscoaching durch Kompetenzmonitoring
und adaptive E-Learning-Unterstützung am
Beispiel der Mathematik-Grundqualifikation an
Hochschulen**

kommunikationswissenschaft
interdisziplinär [kw.interdisziplinär]

Herausgegeben von Prof. Dr. Nicola Döring
und Prof. Dr. Jens Wolling

Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft
an der Technischen Universität Ilmenau

Band 3

**Bildungscoaching durch
Kompetenzmonitoring und
adaptive E-Learning-Unterstützung
am Beispiel der Mathematik-
Grundqualifikation an
Hochschulen**

Michael Schäfer



Universitätsverlag Ilmenau
2014

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Diese Arbeit hat der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien der Technischen Universität Ilmenau als Dissertation vorgelegen.

Tag der Einreichung: 14. April 2014
1. Gutachter: Prof. Dr. Nicola Döring
(Technische Universität Ilmenau)
2. Gutachter: Prof. Dr. Thomas Köhler
(Technische Universität Dresden)
3. Gutachter: Prof. Dr. Andreas Will
(Technische Universität Ilmenau)
Tag der Verteidigung: 10. Juli 2014

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISSN 1865-3804 (Druckausgabe)

ISBN 978-3-86360-104-1 (Druckausgabe)

URN urn:nbn:de:gbv:ilm1-2014000163

Titelfoto: photocase.com | Fasserhaus

Kurzfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist ein Gesamtsystem entwickelt, betrieben und evaluiert worden, mit dem die Mathematik-Eingangsfähigkeiten von Studienanfängerinnen und Studienanfängern vor Beginn der ersten Vorlesungen verbessert und homogenisiert werden sollen. Die globale Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, ein übertragbares Konzept zu entwickeln und zu verifizieren, das es ermöglicht, Leistungsproblemen vorzubeugen und die Studienabbruchquote zu senken.

Auf Basis des aktuellen Theorie- und Forschungsstandes wurde für die Hochschule Ruhr West ein Vorkurssystem entwickelt und für alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger eingesetzt und evaluiert.

Im Kern folgt die Gesamtkonzeption dem Ansatz, dass durch eine passgenaue Abstimmung der Unterstützungsmaßnahmen auf die individuellen Mathematikkompetenzen der Studierenden ein hoher Lernerfolg erzielt werden kann. Hierzu wurden die Mathematikkompetenzen der Studierenden in einer Datenbank erfasst, die zur individuellen Adaption der Präsenz- und E-Learning-Kurse genutzt wurde.

Zeitlich gliederte sich die Vorgehensweise in die Konzeptions- und Realisierungsphase, die mit der Systementwicklung abgeschlossen wurde, und zwei Praxisphasen mit jeweils anschließender Evaluation. In der ersten Phase, der Stufe der Konzeption und Realisierung, wurde in enger Abstimmung mit den Studierenden und unter Berücksichtigung von inhaltlichen, technischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten ein adaptives E-Learning-System aufgebaut und getestet.

Im Wintersemester 2011/2012 wurde in der ersten Praxisphase dieses System hochschulweit zur Vorqualifizierung aller Studienanfängerinnen und Studienanfänger eingeführt. Für $n=321$ Studierende konnte die Mathematik-Kompetenzerfassung zur Anpassung der individuellen Kurslänge, Gruppengröße und inhaltlichen Ausrichtung der Präsenzphase sowie für das individuelle Feedback zum Kompetenzstand, für individuelle Lernempfehlungen und

für das passgenaue Angebot von Lerninhalten im E-Learning-Kurs genutzt werden. In der ersten Evaluationsphase im Dezember 2011 wurde das System formativ evaluiert, um eine erste Einschätzung zur Nützlichkeit zu erhalten und Kriterien für die gezielte Verbesserung zu erfassen. Hierauf aufbauend fand die Revision und Erweiterung des Systems statt, die mit einer Ergänzung um Feedbackmechanismen, Selbsttests und Komponenten zur Entwicklung persönlicher Lernstrategien einhergingen.

Im Wintersemester 2012/2013 schloss sich die zweite Praxisphase an. In hochschulweiten Eingangstests konnten $n=613$ Studierende berücksichtigt werden, die einen Zugang zur adaptiven E-Learning-Umgebung erhielten und ihren Kompetenzen entsprechend Präsenzkursen von 21 Lehrenden mit einer individuell angepassten Kurslänge von einer bis drei Wochen zugeordnet wurden. Die formative Evaluation des Systems im Dezember 2012 mit einem Rücklauf von $n=94$ ergab eine hohe individuelle Passgenauigkeit der Anforderungen in den Vorkursen und eine positive Einschätzung der adaptiven Maßnahmen auf den persönlichen Lernerfolg.

Die summative Evaluation im Oktober 2012 ergab einen großen Lernzuwachs der Studierenden durch den Einsatz des Systems. In einem t-Test abhängiger Stichproben wurde ein starker Effekt ($d=1,83$) nachgewiesen. Die erreichte mittlere Punktzahl im Mathematik-Ausgangstest hat sich im Vergleich zum Mathematik-Eingangstest mehr als verdoppelt (Eingangstest: $M=13,70$; $SD=8,82$; $n=132$, Ausgangstest: $M=28,48$; $SD=7,31$; $n=132$) und die Leistungsunterschiede zwischen den Studierenden haben sich angeglichen. Somit leistet die aktuelle Arbeit einen wertvollen Erkenntnisgewinn für die Forschung, Entwicklung und praktische Umsetzung von Qualifizierungsmaßnahmen in Form von integrierten Blended-Learning-Systemen in der Studieneingangsphase, die vor dem Hintergrund der Inhomogenität der Mathematik-Eingangskompetenzen der Studienanfängerinnen und -anfänger durch eine individuelle Adaption einen hohen Lernerfolg erzielen.

Abstract

Within the context of the present study a total system has been developed, implemented and evaluated which helps to improve and equalise the mathematical competences of students before the beginning of their university education. The overall goal was to develop and verify a transferable concept, which helps to prevent performance problems and to decrease the dropout quote.

On the basis of the current status of theory and research, a preparatory course system has been developed and then applied and evaluated for all first-year students of the University of Applied Sciences Ruhr West.

The overall concept basically follows the approach that a high learning outcome can be achieved by perfectly adjusting the support measures to the individual mathematical competences of each student. In order to do so, the mathematical skills of students have been recorded in a database which then was used for individually adapting the attendance courses as well as the e-learning courses.

Regarding chronology, there has been a conceptual and implementation phase first which was completed with the system development. Then there were two practical phases with a subsequent evaluation each. Within the first stage of conception and implementation an adaptive e-learning system was established and tested. This was done in close cooperation with the students and in consideration of content aspects as well as technical, economical and legal issues.

This system was introduced across the University of Applied Sciences Ruhr West in the first practical phase in the winter semester of 2011/2012 in order to prequalify all first-year students. It was possible to use the mathematical competence collection for $n=321$ students for adapting the individual course length, group size and the thematic orientation of the attendance phase. Furthermore, it was useful for the individual feedback regarding the skill level, for individual learning recommendations as well as for the perfectly

fitting offer of learning contents within the e-learning course.

In the first evaluation phase in December 2011, the system was formatively evaluated to gain a first assessment of the utility and also to find criteria for a targeted improvement. Based on this, the revision and the expansion of the system took place and along with that there was a complement of feedback mechanisms, self-tests and components for developing individual learning strategies.

In the winter semester of 2012/2013 the second practical phase followed. Campus wide entrance tests with $n=613$ students were performed. These students gained access to an adaptive e-learning environment and they were assigned to attendance courses of 21 lecturers with individual course lengths of between one and three weeks according to their competences. The formative evaluation of the system took place in December 2012 with a recession of $n=94$ and it particularly showed a high individual fitting accuracy of the requirements in the preparatory courses. Moreover, a positive assessment of the adaptive measures on the personal learning success was found. With the help of a summative evaluation in October 2012, a great learning progress due to the application of this system could be determined. A strong effect ($d=1.83$) was proven in a t-test for dependent samples. The mean score achieved in the mathematical final test has more than doubled compared to the mathematical entrance test (entrance test: $M=13.70$; $SD=8.82$; $n=132$, final test: $M=28.48$; $S=7.31$; $n=132$). The differences in performance between the students have been homogenized.

Thus, the recent thesis is a valuable gain of insight for research, development and the practical implementation of qualification measures in the shape of integrated blended learning systems during the orientation phase of students. These measures have a high individual learning success due to the individual adaption according to the inhomogeneity of the mathematical entrance competences of first-year students.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	15
Tabellenverzeichnis	16
Abbildungsverzeichnis	18
1 Einleitung	22
1.1 Ausgangslage	22
1.1.1 Entwicklung der Studierendenquote	22
1.1.2 Diversität als zunehmende Herausforderung	23
1.1.3 Studienabbruchquote und deren Motive	25
1.1.4 Mathematikfähigkeiten zu Beginn des Studiums	29
1.1.5 Qualitätsmanagement in der Studieneingangsphase	31
1.2 Aufbau der Arbeit	32
2 Zielsetzung	35
2.1 Forschungsfragen	36
2.2 Methodik und Vorgehensweise	39
3 Bestimmung und Abgrenzung zentraler Begriffe	43
3.1 Bildungscoaching	44
3.2 Kompetenzmonitoring	47
3.2.1 Der Begriff der Mathematikkompetenz innerhalb von PISA	49
3.2.2 Der Begriff der Mathematikkompetenz innerhalb von DoSeCo	51

3.2.3	Der Begriff der Mathematikkompetenz innerhalb von TIMSS	53
3.2.4	Mathematische Kompetenz aus Sicht der Kultusministerkonferenz	56
3.3	Adaptives E-Learning	59
4	Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung	65
4.1	Modelle der Informationsverarbeitung	66
4.1.1	Multipl'es Speichermodell des Gehirns	67
4.1.2	Cognitive Load Theory	69
4.1.3	Dual Coding Theory	69
4.2	Handlungsanweisungen zur Konstruktion von Lernprogrammen	72
4.2.1	Programmierter Unterricht	72
4.2.2	Instructional System Design	73
4.2.3	ADDIE	74
4.2.4	Pädagogisch-didaktische Lernparadigmen	75
4.2.5	Kognitive Theorie des multimedialen Lernens	77
4.3	Selbstgesteuertes Lernen und Motivation	81
4.3.1	Motivationsdesign, das ARCS-Modell	83
4.3.2	Handlungskontrolltheorie	88
4.3.3	Zielführendes Handeln und Selbstbild	90
4.3.4	Zyklisches Modell des selbstregulierten Lernens	96
4.3.5	Rubikonmodell der Handlungsphasen	98
4.3.6	Erweitertes ARCS-Modell	100
4.3.7	Erweitertes Informationsverarbeitungsmodell nach Keller	102
4.3.8	Integrative Theorie der Motivation, Handlungskontrolle und Leistung (MVP)	104

5	Konzeption und Realisation des Systems auf Basis des aktuellen Theorie- und Forschungsstandes für die Hochschule Ruhr West	107
5.1	Systemanforderungen	108
5.2	Darstellung der Rahmenkonzeption	110
5.2.1	Qualitätsmanagement	111
5.2.2	Integrativer Systemansatz	112
5.2.3	Konzept und Ablauf des Coachingprozesses	114
5.3	Vorarbeiten	120
5.3.1	Auswahl eines geeigneten LMS	120
5.3.2	Softwareentwicklungsmethodik	123
5.3.3	Werkzeuge und Programmierumgebung	125
5.3.4	Konkurrenzanalyse/Benchmarking	126
5.4	Medienpsychologische Realisierung	126
5.4.1	Menschzentriertes Design (Utility, Usability, Enjoyment)	126
5.5	Technische Realisierung des Basissystems	128
5.5.1	Grundaufbau der E-Learning-Umgebung	128
5.5.2	Erstellung eines mathematischen Eingangstests	131
5.5.3	Integration mathematischer Lernmaterialien	139
5.6	Technische Realisierung der adaptiven E-Learning-Unterstützung	148
5.6.1	Datenbankmodellierung	148
5.6.2	Programmierung eines Content-Filter-Plug-ins für Moodle	158
5.6.3	Lernelementbezogene Darstellung des Vorwissens	159
5.6.4	Ergebnisabhängige Lernempfehlung	162
5.6.5	Grafische Darstellung der persönlichen Testergebnisse	163
5.6.6	Detaildarstellung der persönlichen Testergebnisse	164
5.7	Organisatorische Realisierung	167

5.7.1	Akquise und Qualifizierung der Tutorinnen und Tutoren	170
6	Einsatz des Systems in der Praxis und erste Evaluationsphase	173
6.1	Mathematik-Eingangstest	175
6.1.1	Untersuchungsdesign und Erhebungsinstrumente . .	175
6.1.2	Datenerhebung	177
6.1.3	Stichprobe	178
6.1.4	Auswertungsverfahren	178
6.1.5	Ergebnisse und Verwendung	179
6.2	Nutzung des E-Learning-Kurses	183
6.3	Formative Evaluation	184
6.3.1	Untersuchungsdesign und Erhebungsinstrumente . .	184
6.3.2	Datenerhebung	187
6.3.3	Stichprobe	187
6.3.4	Auswertungsverfahren	187
6.3.5	Ergebnisse und Verwendung	187
7	Revision und Erweiterung des Systems	195
7.1	Technische Realisierung des erweiterten Systems	198
7.1.1	Motivierende Videocasts als Kurseinstieg	198
7.1.2	Integration von Selbsttestverfahren	207
7.1.3	Gesamtergebnis	209
8	Einsatz des Systems in der Praxis und zweite Evaluationsphase	213
8.1	Mathematik-Eingangs- und Ausgangstest	216
8.1.1	Design und Erhebungsinstrument	216
8.1.2	Datenerhebung	217
8.1.3	Stichprobe	218
8.1.4	Auswertungsverfahren	218

8.1.5	Ergebnisse und deren Verwendung	218
8.2	Nutzung des E-Learning-Kurses	222
8.3	Formative Evaluation	232
8.3.1	Design und Erhebungsinstrument	232
8.3.2	Datenerhebung	233
8.3.3	Stichprobe	233
8.3.4	Auswertungsverfahren	233
8.3.5	Ergebnisse	233
8.4	Summative Evaluation	251
8.4.1	Design und Erhebungsinstrument	251
8.4.2	Durchführung	251
8.4.3	Stichprobe	252
8.4.4	Auswertungsverfahren	252
8.4.5	Ergebnisse	253
8.5	Einfluss der Nutzung des E-Learning-Kurses auf den Lernerfolg	254
8.5.1	Design und Erhebungsinstrument	255
8.5.2	Durchführung und Stichprobe	255
8.5.3	Auswertungsverfahren und Ergebnisse	256
8.6	Einfluss des Bildungscoachings auf die Mathematik- klausuren des ersten Semesters	256
8.6.1	Design und Erhebungsinstrument	257
8.6.2	Durchführung und Stichprobe	257
8.6.3	Auswertungsverfahren und Ergebnisse	259
9	Zusammenfassung der Ergebnisse, Diskussion und Ausblick	261
	Stichwortverzeichnis	266
	Literatur	268

10 Anhang	281
A Mathematik Test	282
A.1 Deckblatt Wintersemester 2011/2012	282
A.2 Eingangstest Wintersemester 2012/2013	284
A.3 Ausgangstest Wintersemester 2012/2013	291
B Fragebogen zur formativen Evaluation	298
B.1 Version Wintersemester 2011/2012	298
B.2 Version Wintersemester 2012/2013	305
C Plakat zur Akquise von Tutorinnen und Tutoren	312
D Sourcecode	313
D.1 SQL-Befehle zur Erstellung und Abfrage der erweiterten Moodle Datenbank	313
D.2 Plug-in-code zur serverseitigen Ermittlung der personenbezogenen Fähigkeiten	314
D.3 Programmcode zur dynamischen Anzeige des kontextabhängigen Wissensstandes	321
D.4 Programmcode zur dynamischen Anzeige der Feedbackratingskala	322
D.5 Serverseitig erzeugte Javascript-Objekte	324
D.6 Serienmailvorlage zum automatischen Ausfüllen mit Mailmerge	325
D.7 Erzeugte CSV-Datei, um automatisch Zugänge in Moodle einzurichten	328
D.8 Sprechtexte der Videocasts	328

Abkürzungsverzeichnis

ADDIE	....	Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation
AHS	.....	Adaptive Hypermedia System
ALS	.....	Adaptive Learning System
ARCS	.....	Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction
CSS	.....	Cascading Style Sheets
CSV	.....	Comma-Separated Values
DeSeCo	....	Definition and Selection of Competencies
ERM	.....	Entity Relationship Modell
HILVE	.....	Heidelberger Inventar zur Lehrveranstaltungsevaluation
HRW	.....	Hochschule Ruhr West
JSON	.....	JavaScript Object Notation
LMS	.....	Learning Management System
LTI	.....	Learning Tools Interoperability
MathML	...	Mathematical Markup Language
MINT	.....	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik
Moodle	....	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
OCR	.....	Optical Character Recognition
OECD	.....	Organisation for Economic Cooperation and Development
OMR	.....	Optical Mark Recognition
PDF	.....	Portable Document Format
PDSA	.....	Plan, Do, Study, Act
PISA	.....	Programme for International Student Assessment
PLE	.....	Personal Learning Environment
RLO	.....	Reusable Learning Objects
SQL	.....	Structured Query Language
TIMSS	.....	Trends in International Mathematics and Science Study
WBLE	.....	Web Based Learning Environment
WYSIWYG		What You See Is What You Get

Tabellenverzeichnis

1	Ergebnisse der Mathematik-Eingangstests in NRW	30
2	ARCS: Hauptkategorien, Definitionen und Prozessfragen . .	84
3	Vergleich der Konstrukte Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitsüberzeugung im Leistungsbereich	94
4	Auszug aus der Tabelle <i>hrw_mathitems</i>	151
5	Inhalt der Tabelle <i>hrw_item_categories</i>	152
6	Inhalt der Tabelle <i>hrw_learnelement_categories</i>	153
7	Datenbankauszug der Tabelle <i>hrw_mathtest</i> mit exemplarischen Inhalten	154
8	Auszug aus <i>hrw_mathitems_learnelementcategories</i>	155
9	Auszug aus <i>hrw_mathitems_itemcategories</i>	157
10	Übersicht der Inhalte des Mathematik-Eingangstests	176
11	Kohortenbildung im Wintersemester 2011/2012	182
12	Items der formativen Evaluation im Wintersemester 2011/2012	186
13	Gesamtbeurteilung der Vorkurse im Wintersemester 2011/2012 durch Studierende	189
14	Lernerfolg in den Vorkursen	190
15	Anforderungen an die Studierenden im Mathematikvorkurs, Wintersemester 2011/2012	191
16	Anforderungen an die Studierenden im naturwissenschaftlichen Vorkurs, Wintersemester 2011/2012	192
17	Übersicht der Stichproben im Wintersemester 2012/2013 . .	216
18	Kohortenbildung im Wintersemester 2012/2013	219
19	Verteilung der Stichprobe nach Vorbildung, Wintersemester 2012/2013	220
20	Verteilung der Stichprobe nach Studiengängen, Wintersemester 2012/2013	221
21	Nutzung der Videocasts im Wintersemester 2012/2013 . . .	226

22	Nutzung der persönlichen Feedbacks des Eingangstests im Wintersemester 2012/2013	227
23	Charakterisierung der Moodle-Nutzung auf Basis der Log-Daten	228
24	Aktionen auf Selbsttests im Wintersemester 2012/2013 . . .	229
25	Beispieleinträge aus Moodle zu den Aktivitäten verschiedener Personen im ersten Selbsttest	230
26	Paper-and-Pencil-Fragebogen im Wintersemester 2012/2013	232
27	Lernerfolg in den Vorkursen	237
28	Einfluss der Gruppengrößen auf den Lernerfolg im Wintersemester 2012/ 2013	239
29	Einfluss der Kurslängen Anpassung auf den Lernerfolg im Wintersemester 2012/2013	240
30	Faktormatrix, Faktorladungen ausgewählter Items im Wintersemester 2012/ 2013	242
31	Anforderungen an die Studierenden im Mathematik-Vorkurs, Wintersemester 2012/2013	244
32	Passgenauigkeit der Anforderungen des Präsenzkurses auf die Studierenden im Wintersemester 2012/2013	246
33	Passgenauigkeit der Anforderungen des E-Learning-Kurses auf die Studierenden im Wintersemester 2012/2013	249
34	Verteilung der Stichprobe nach Vorbildung	252
35	Ergebnisse der Mathematiktests vor und nach dem Mathematikcoaching im Wintersemester 2012/2013	253
36	Anmeldungen zu den Mathematik Klausuren im Wintersemester 2012/2013	258

Abbildungsverzeichnis

1	Paradigmenwechsel: Von der Homogenität, über die Heterogenität zur Diversität	23
2	Studienabbruchquote in Bachelorstudiengängen an Fachhochschulen nach Fächergruppen und ausgewählten Studienbereichen	26
3	Ausschlaggebende Studienabbruchmotive bei Studienabbrucherinnen und -abbrechern in den Jahren 2000 und 2008	27
4	Leistungsprobleme als ausschlaggebender Grund des Studienabbruchs nach Fächergruppen	28
5	Übersichtsschema - Ausgangslage	34
6	Übersichtsschema - Zielsetzung	35
7	Übersichtsschema - Bestimmung und Abgrenzung zentraler Begriffe	43
8	Teaching Machine, Design von B. F. Skinner	60
9	Übersichtsschema - Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung	65
10	The rehearsal buffer and its relation to the memory system	68
11	Verbales und nonverbales System der dualen Kodierung	70
12	Das ADDIE-Modell	74
13	Lehren I – III	76
14	Cognitiv theory of multimedia learning	78
15	A macro-model of motivation, learning, and performance	87
16	Zyklisches Modell des selbstregulierten Lernens	97
17	Rubikon-Modell der Handlungsphasen	99
18	Erweitertes ARCS-Modell	101
19	Informationsverarbeitungsmodell vereinigt mit der Dual Coding Theorie	103
20	MVP model of motivation, volition, and performance	105

21	Übersichtsschema - Konzeption und Realisation des Systems	107
22	PDSA-Zyklus	111
23	Bildungscoaching Mathematik, Metakzept	114
24	Bildungscoaching Mathematik, zeitlicher Verlauf einzelner Unterstützungsmaßnahmen	116
25	Bildungscoaching Mathematik, Online-Lernprozess	118
26	Marktanteile verschiedener LMS	122
27	Moodle-Kurs, Ausschnitt oben	129
28	Moodle-Kurs, Ausschnitt unten	130
29	Ausschnitt aus dem Mathematik-Eingangstest des Winterse- mester 2012/ 2013	132
30	Mathematik-Eingangstest, Ausschnitt zur Eingabe der Bewer- bernummer	134
31	Codabar-Kodierung der ersten Seite des mathematischen Ein- gangstests	135
32	QueXF, Prozess der Formularerstellung und Auswertung . .	136
33	QueXF, Webansicht zum Einlesen eines neuen Formulars . .	137
34	QueXF, Markierung der einzelner Bereiche, die erkannt wer- den sollen	138
35	QueXF, Zuordnung eines Bereichs zu einer Variablen	139
36	Grundkurs Mathematik, Startseite mit Übergang zu den ver- schiedenen Themengebieten	141
37	Grundkurs Mathematik, Übersichtsseite Funktionen	142
38	Grundkurs Mathematik, Beispiel Umkehrfunktion	143
39	Grundkurs Mathematik, Beispiel geometrische Reihe	144
40	Grundkurs Mathematik, Beispiel von Übungsaufgaben mit einer Lösung	145
41	Selbsttestaufgabe mit TeX-Formelsatz	147
42	Entity Relationship Modell der Datenbank-Erweiterungen zur adaptiven E-Learning-Unterstützung	149

43	Moodle-Administration mit den erstellten Plug-ins Sage und Mathtest	158
44	Beispiele für die Integration von Lernelementen	160
45	Symbole, die der visuellen Rückmeldung des kontextabhängigen Vorwissens dienen	161
46	Dynamische Anzeige der Gesamtpunktzahl	162
47	Persönliche Lernempfehlung, abhängig von den Ergebnissen des Eingangstests	163
48	Visualisierung der Testergebnisse in Moodle	164
49	Quellcode der Datenbankabfrage zur Ermittlung der Ergebnisse des Mathematiktests für eine Person	165
50	Quellcode zur Ermittlung und Anzeige der einzelnen Aufgaben des Mathematiktests für eine Person	166
51	Detailauswertung des Mathematik-Eingangstests in Moodle .	167
52	Bildungscoaching Mathematik, Ablauf an der HRW	169
53	Übersichtsschema – Praxiseinsatz und erste Evaluation . . .	173
54	Bruchrechnung, Beispiele falscher Antworten im Eingangstest	180
55	Darstellung von Funktionen, Beispiele falscher Antworten im Mathematik-Eingangstest	181
56	Onlinekurs, Zugriffsaktionen im Jahr 2011	184
57	Übersichtsschema – Revision und Erweiterung des Systems .	195
58	Motivierende Videocasts als Einstieg in den Onlinekurs . . .	200
59	Ausschnitte aus dem Intro-Videocast	202
60	Ausschnitte aus dem Videocast „Lernen & Feedback“	204
61	Ausschnitte aus dem Videocast „Ihre Lernstrategie“	206
62	Selbsttest, Einleitungstext zu Beginn	207
63	Selbsttestbeispiel mit fünf Teilaufgaben	208
64	Lernelement mit zwei bearbeiteten Selbsttestaufgaben und deren optischen Feedback	209
65	Teilausschnitt des erweiterten E-Learning-Kurses	211

66	Übersichtsschema – Praxiseinsatz und zweite Evaluation . .	213
67	Onlinekurs, Zugriffsaktionen im Wintersemester 2012/2013	223
68	Onlinekurs, Zugriffsaktionen im Wintersemester 2011/2012	225
69	Mittlere Anforderungen an Studierende in den Präsenzkursen	247

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Während der Bedarf an qualifiziertem Personal mit Hochschulabschluss groß ist und voraussichtlich steigen wird (Hetze, 2011, S. 4–7) und die Zahl der Studienanfängerinnen und Studienanfänger ein Maximum erreicht hat, wächst die Abbruchquote, gerade auch mit der Umstellung von Diplom- auf Bachelorstudiengänge, insbesondere in den MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik)-Fächern. Die Diversität und das heterogene Kompetenzspektrum der Studienanfängerinnen und Studienanfänger werden, auch bedingt durch die Gymnasialzeitverkürzung (von G9 auf G8) und die Öffnung für beruflich geprägte Werdegänge, weiter zunehmen. Ein weiterer Anstieg der Abbruchquote, einhergehend mit einer zunehmenden Unzufriedenheit von Lehrenden und Lernenden, ist wahrscheinlich.

Besonders deutlich manifestiert sich das Problem in der Mathematik, die in den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fächern eine zentrale Stellung einnimmt, da sie fächerübergreifend als Basis benötigt wird. Statistische Untersuchungen belegen, dass sich die Fähigkeiten der Studienanfängerinnen und -anfänger auf einem Niveau befinden, das den Mindestanforderungen eines Hochschulstudiums nicht gerecht wird und in den letzten Jahren weiter abgenommen hat (Knospe, 2009).

1.1.1 Entwicklung der Studierendenzahl

Von einer generell schlechter werdenden Studierendenschaft zu sprechen wäre nur die halbe Wahrheit, denn die Quote eines Schülerinnen- und Schülerjahrgangs, die ein Studium aufnehmen, und deren Zusammensetzung hat sich in den letzten Jahren/Jahrzehnten grundlegend verändert. Während 1960 diese Quote bei 5 % lag, entsprechend etwa 60.000 Studienanfängerinnen und Studienanfängern (Wolter, 2005), war sie im Jahr 2012 größer als 54 %,

entsprechend mehr als 490.000 Studienanfängerinnen und Studienanfängern (Statistisches Bundesamt, 2012).

1.1.2 Diversität als zunehmende Herausforderung

Von zentraler Bedeutung ist die Zunahme der Diversität der Studienanfängerinnen und Studienanfänger, der nach Sliwka (2010) durch einen Paradigmenwechsel begegnet werden sollte, der Diversität als Chance versteht und Unterschiede als Ressource nutzt (Abb. 1).

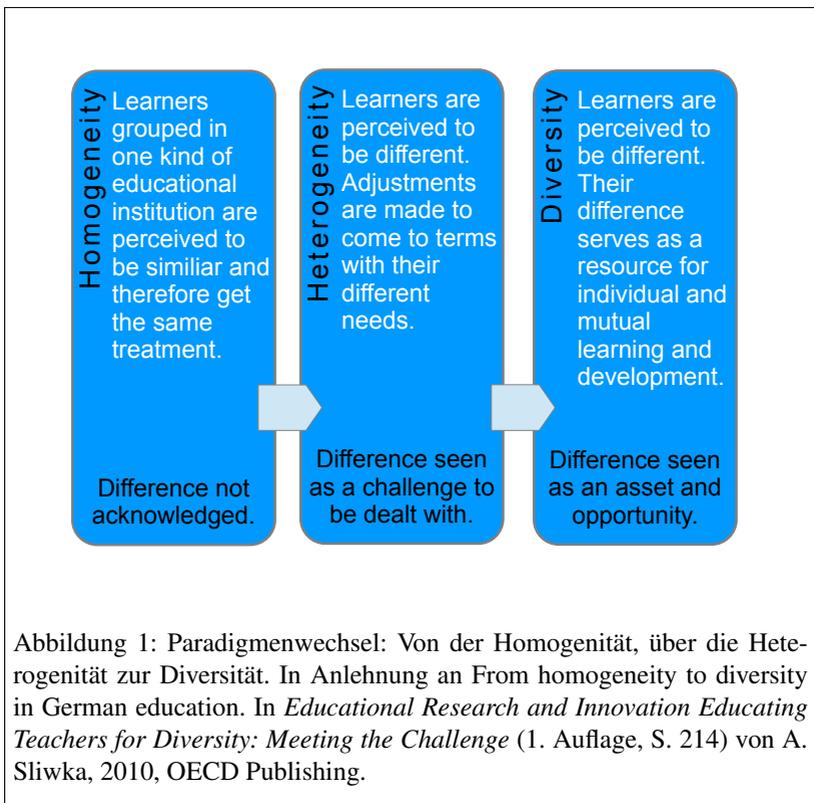


Abbildung 1: Paradigmenwechsel: Von der Homogenität, über die Heterogenität zur Diversität. In Anlehnung an From homogeneity to diversity in German education. In *Educational Research and Innovation Educating Teachers for Diversity: Meeting the Challenge* (1. Auflage, S. 214) von A. Sliwka, 2010, OECD Publishing.

Während nach der Erhebung des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) im Wintersemester 2010/2011 an deutschen Hochschulen 94 % der Studierenden an Universitäten als Bildungsabschluss das Abitur vorweisen konnten, waren es an Fachhochschulen nur 62 %. 32 % der Studierenden an Fachhochschulen besaßen die Fachhochschulreife (Berthold, Brandenburg & Guttner, 2012).

Gleichzeitig öffnen sich viele Bundesländer Studienwilligen, die einen beruflich geprägten Werdegang und teilweise nur zehn allgemeinbildende Schuljahre absolviert haben. Mit der Verkürzung der Schulzeit durch die Umstellung von G9 auf G8 reduzieren viele Bundesländer (zu unterschiedlichen Zeitpunkten) die Gymnasialzeiten von neun auf acht Schuljahre. Allerdings ist die Umstellung nicht durchgängig. So wird z.B. an Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen (NRW) die Schulzeit bis zum Abitur weiterhin neun Schuljahre betragen und auf Antrag können Gymnasien auch zu G9 zurückkehren.

Die in der Schule gelehrtten Inhalte in Mathematik orientieren sich zum einen an den Empfehlungen der Kultusministerkonferenz, zum anderen geben die Kernlehrpläne der unterschiedlichen Bundesländer die Inhalte der Sekundarstufe I und II und der gymnasialen Oberstufe vor (siehe auch S. 56). Die Strategien einzelner Bundesländer sind sehr unterschiedlich. So hat Baden-Württemberg die Mathematik-Leistungskurse zugunsten von Grundkursen mit einer erhöhten Stundenzahl abgeschafft (Neumann, 2009).

Viele, aus mathematischer Sicht notwendige Grundkonzepte werden aufgrund der Schulzeitverkürzung eingeschränkt vermittelt. Vor- und Nachteile der Einführung von grafikfähigen Taschenrechnern (GTR) bzw. Computer-Algebra-Systemen (CAS) als verpflichtendes Instrument in einzelnen Bundesländern (z.B. Nordrhein-Westfalen) werden kontrovers diskutiert (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2012).

1.1.3 Studienabbruchquote und deren Motive

Die Studienabbruchquote an Hochschulen nimmt zu. Insbesondere in den MINT-Fächern ist diese auffallend hoch. Während diese Quote an Universitäten teilweise über 50 % liegt, bricht an Fachhochschulen ungefähr ein Drittel der Studierenden in MINT-Fächern ihr Studium ab (Heublein, Richter, Schmelzer & Sommer, 2012). Wie Abbildung 2 zu entnehmen ist, sind sehr große Unterschiede zwischen den Studienabbruchquoten der einzelnen Fächergruppen an Fachhochschulen auszumachen. Während im Durchschnitt über alle Fächergruppen hinweg die Abbruchquote bei 19 % liegt, ist sie bei Fächergruppen, in denen vermehrt Mathematik benötigt wird, noch höher (über 30 %).

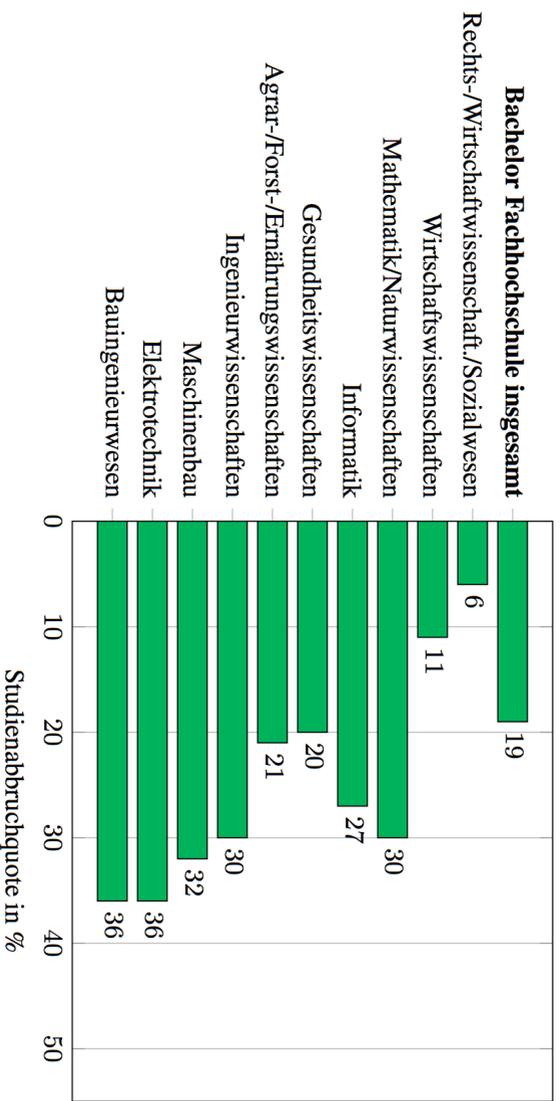
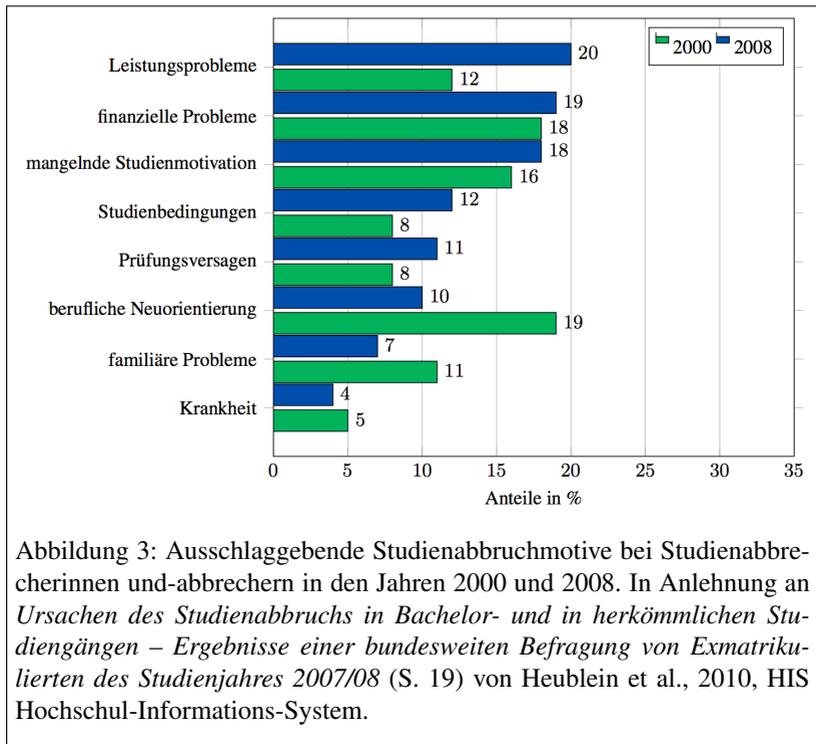


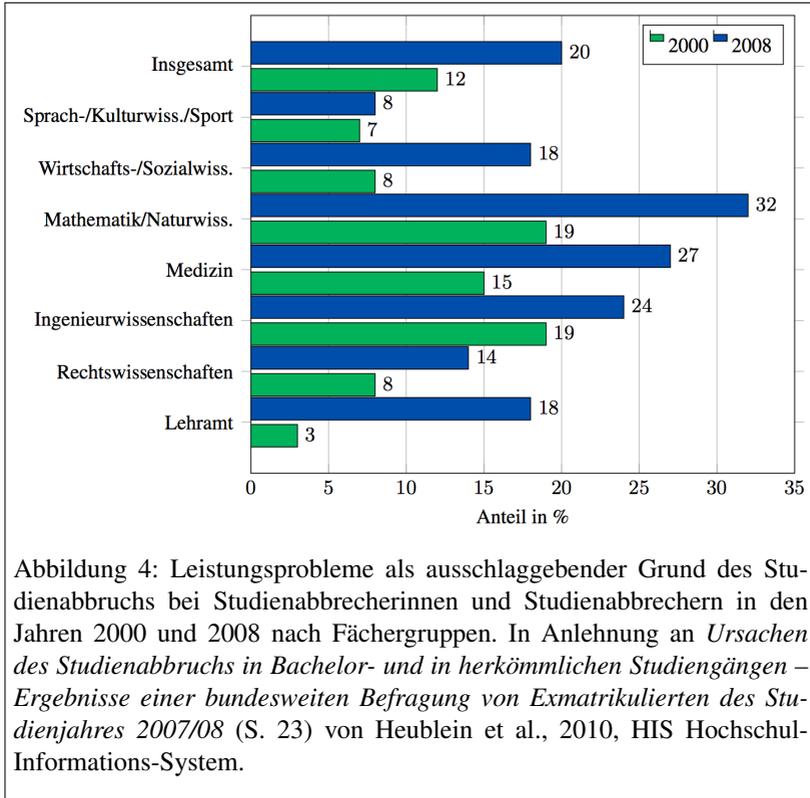
Abbildung 2: Studienabbruchquote in Bachelorstudiengängen an Fachhochschulen nach Fächergruppen und ausgewählten Studienbereichen; Absolventen 2010. In Anlehnung an *Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen - Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010* (S. 22) von Heublein et al., 2012, HIS, Hochschul-Informations-System.

Die Motive für einen Studienabbruch sind, wie aus Abb. 3 hervorgeht, multifaktoriell. Zu den durch die Hochschulen beeinflussbaren Hauptmotiven gehören Leistungsprobleme, mangelnde Studienmotivation und die Studienbedingungen. Auffallend ist, dass Leistungsprobleme im Jahr 2008 im Vergleich zu 2000 zunehmend als ausschlaggebendes Abbruchmotiv genannt werden (Heublein, Hutzsch, Schreiber, Sommer & Besuch, 2010).



In MINT-Fächergruppen treten diese Leistungsprobleme überdurchschnittlich oft als ausschlaggebender Grund für den Abbruch auf (siehe Abb. 4). Während im Jahr 2000 im Mittel 12 % der Studienanfängerinnen und -anfänger dieses Motiv als Studienabbruchgrund nannten, fällt es im Jahr

2008 mit 20 % und in der Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften sogar mit 32 % ins Gewicht.



Wird ein Studium abgebrochen, so geschieht dies in der Regel sehr früh. So haben im Jahr 2008 63 % der Studienanfängerinnen und -anfänger in Bachelorstudiengängen im Laufe des 1. und 2. Fachsemesters ihr Studium abgebrochen (Heublein et al., 2010). Darüber hinaus ist auffallend, dass die Studienabbruchquote im Bachelorstudium bei Bildungsinländern (Heublein et al., 2012, S. 38), d.h. bei Studierenden mit ausländischer Staatsangehörigkeit, die in Deutschland ihre Hochschulzugangsberechtigung erworben ha-

ben, ebenfalls überdurchschnittlich hoch ist. Bei Bildungsinländern mit der Herkunftsregion Türkei liegt sie bei 56 % (Heublein et al., 2012).

1.1.4 Mathematikfähigkeiten zu Beginn des Studiums

In verschiedenen Studien werden die Eingangsfähigkeiten der Studierenden untersucht. Da die Hochschule Ruhr West, an der das hier entwickelte System eingeführt wurde, in Nordrhein-Westfalen liegt, sind vor allem die regelmäßigen Untersuchungen des Arbeitskreises Mathematik der Hochschulen NRW von Interesse. Seit 2002 wird an den Fachhochschulen in NRW ein einheitlicher Mathematik-Eingangstest durchgeführt. Differenziert nach Hochschulzugangsberechtigung wird die durchschnittlich erreichte Punktzahl in diesem Test erfasst. Diese Punktzahl nimmt, chronologisch gesehen, tendenziell ab (Tab. 1).

Das niedrige Niveau bezieht sich sowohl auf die Problemlösungskompetenz der Studienanfängerinnen und Studienanfänger als auch auf den schlichten Umgang mit mathematischen Grundoperationen. So werden in regelmäßig durchgeführten Eingangstests in einem ingenieurwissenschaftlichen Fach an der Fachhochschule Südwestfalen und der Hochschule Ruhr West von ca. 20 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer Bruch- und Potenzrechenaufgaben nicht richtig gelöst und nur wenige sind in der Lage, elementare Funktionen zu zeichnen oder Grundableitungen zu bilden (siehe auch Kap. 6.1.5).

Es ist zu erwarten, dass durch die Verkürzung der Schulzeit in NRW die Grundfähigkeiten der Studienanfängerinnen und -anfänger weiter abnehmen werden. Gleichzeitig werden durch die Schulzeitverkürzung ab 2013 ca. 20.000 zusätzliche Studierwillige pro Jahr in NRW ihr Studium aufnehmen (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2010). Diese Zahl dürfte sich durch das Aussetzen des Wehr- und Zivildienstes weiter erhöhen. Die Heterogenität der Studienanfängerinnen und Studienanfänger wird vermutlich steigen. Somit wird die Notwendigkeit, möglichst

schnell und effektiv die Mathematikfähigkeiten der Studierenden zu verbessern, umso drängender.

Tabelle 1: Ergebnisse der Mathematik-Eingangstests in NRW. In Anlehnung an Der Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen von 2002 bis 2010 von H. Knospe, 2011, abgerufen am 10.02.2014 von http://www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/mathe/knospe/9jeingangstest_knospe.pdf.

Jahr	Anzahl der Teilnehmer	Punktzahl (alle Teiln.)	Abitur/LK Mathe	Abitur/GK Mathe	FH-Reife
2002	2936	3,99	5,06	3,72	3,51
2003	3240	3,86	4,98	3,35	3,49
2004	2741	3,52	4,95	3,01	3,17
2005	1626	3,65	4,83	3,68	3,27
2006	2151	3,66	4,80	3,53	3,28
2007	2593	3,51	4,62	3,24	3,23
2008	2941	3,54	4,78	3,42	3,14
2009	2565	3,86	5,30	3,75	3,38
2010	2493	3,28	4,58	3,00	2,89

Maximal sind 10 Punkte erreichbar

1.1.5 Qualitätsmanagement in der Studieneingangsphase

Wie auf S. 29 erörtert wurde, gelingt es vielen Studierenden offenbar nicht, in der Studieneingangsphase hinreichend fehlende Defizite aufzuholen. In der Smitten und Heublein (2013) führen dies u.a. auf ein mangelndes Qualitätsmanagement zur Vorbeugung von Studienabbrüchen zurück. Die Aussagen stützen sich auf eine deutschlandweite Umfrage aus dem Jahr 2012 an Hochschulen mit Maschinenbau- und Elektrotechnik-Studiengängen, an der sich über 60 % der in Frage kommenden Fakultäten und Fachbereiche beteiligt haben.

So bleibt das Wissen über die Voraussetzungen der Erstsemesterstudierenden rudimentär und nachfolgende Aktivitäten der Beratung und Betreuung können noch nicht hinreichend auf die Heterogenität der Studierenden ausgerichtet werden. Anschließend wird der Erfolg eingeleiteter Maßnahmen kaum kontrolliert. Auf diese Weise können Qualitätskreisläufe nicht wirksam geschlossen werden. Dazu passt der Befund, dass nach eigener Einschätzung lediglich ein Fünftel aller befragten Einrichtungen ein umfassendes QM-System aufgebaut hat.

[...]

Zur Begleitung des Übergangs in das Studium bestehen an Hochschulen vielfältige qualitätsgestaltende Möglichkeiten, die von Informationsveranstaltungen und Brückenkursen über Orientierungseinheiten, Tutorien und Beratungsangeboten bis hin zu projektförmigen Lehrveranstaltungen mit hohem Praxisbezug reichen. Um hier einen datenbasierten Qualitätskreislauf in Gang zu setzen, kommt es darauf an, relevante Aspekte wie Vorkenntnisse und Erwartungen der Studierenden sowie ihren Studienfortschritt und auftretende Schwierigkeiten systematisch zu erheben, auszuwerten und in die Gestaltung und Weiterentwicklung von

Maßnahmen, Beratungs- und Lehrangeboten zu überführen.

Qualitätsregelkreise werden dabei aber bislang nur selten geschlossen. Eine differenzierte Ausrichtung ergriffener Maßnahmen auf unterschiedliche Studierendengruppen unterbleibt und die Wirksamkeit der Angebote wird kaum überprüft.

(In der Smitten & Heublein, 2013a)

Das Institut für Hochschulforschung in Hannover hat ein Referenzmodell für ein Qualitätsmanagement in Studium und Lehre zur Verringerung des Studienabbruchs konzipiert und in mehreren Schritten dessen empirische Anwendbarkeit überprüft. In diesem Referenzmodell werden sowohl die einzelnen Studienphasen betrachtet und Ziele, Indikatoren, deren Erfassung, präventive und intervenierende Handlungsmöglichkeiten aufgearbeitet als auch die Art der organisatorischen Einbindung der Qualitätsmanagement-Aktivitäten diskutiert (In der Smitten & Heublein, 2013b).

Der Studieneingangsphase wird eine hohe Bedeutung für ein erfolgreiches Studium beigemessen. Viele Forderungen entsprechen den konkreten Aktivitäten, wie sie innerhalb dieser Arbeit mit dem Ziel, die Abbruchquote in den ersten Semestern zu senken und die Absolvierendenquote zu erhöhen, durchgeführt wurden. In den entsprechenden Kapiteln wird dieser Frage detaillierter nachgegangen.

1.2 Aufbau der Arbeit

Im Wesentlichen folgt diese Arbeit dem chronologischen Entwicklungsprozess des Systems. Der Auseinandersetzung mit der Ausgangslage (Kap. 1.1) schließt sich die Festlegung der Zielsetzung und der Forschungsfragen an (Kap. 2). Anschließend werden zentrale Begriffe bestimmt und abgegrenzt (Kap. 3), um danach den theoretischen Hintergrund und den Stand der Forschung aufzuarbeiten (Kap. 4). Diese bilden die Grundlage für die Konzeption und Realisierung des Systems (Kap. 5). Kapitel 6 widmet sich in einem

weiteren Schritt der ersten Praxis- und Evaluationsphase im Wintersemester 2011/2012. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen folgt die Revision des Systems (Kap. 7). In der zweiten Praxis- und Evaluationsphase im Wintersemester 2012/2013 wird das verbesserte und erweiterte System eingesetzt und überprüft (Kap. 8). Die vorliegende Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse und gibt einen Ausblick auf die zukünftigen Weiterentwicklungsmöglichkeiten (Kap. 9).

Zur besseren Orientierung wird der Leserin/dem Leser dieser Untersuchung ein Übersichtsschema bereitgestellt, das den jeweiligen Kapiteln vorangestellt wird, in dem der jeweils aktuelle Arbeitsschritt, inklusive einer Kurzfassung zentraler Aspekte dieses Arbeitsschrittes, präsentiert wird. Für das letzte Kapitel — Ausgangslage — erfolgt diese Übersicht in Abb. 5.

Ausgangslage

Zielsetzung

Bestimmung/Abgrenzung
zentraler Begriffe

Theoretischer
Hintergrund

Konzeption und Realisation
des Systems

Praxiseinsatz und
erste Evaluation

Revision und Erweiterung

Praxiseinsatz und
zweite Evaluation

Zusammenfassung,
Diskussion und Ausblick

- Zu geringe und sehr heterogene Mathematik-Kompetenzen bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern
- Leistungsprobleme sind Hauptmotiv für hohe Studienabbruchquote
- Studienabbruch geschieht frühzeitig, meistens im 1. und 2. Fachsemester
- Mangelndes Qualitätsmanagement in der Studieneingangsphase beeinträchtigt die Vorbeugung von Studienabbrüchen

Abbildung 5: Übersichtsschema - Ausgangslage, aktueller Arbeitsschritt, inklusive Kurzfassung zentraler Aspekte (eigene Darstellung)

2 Zielsetzung

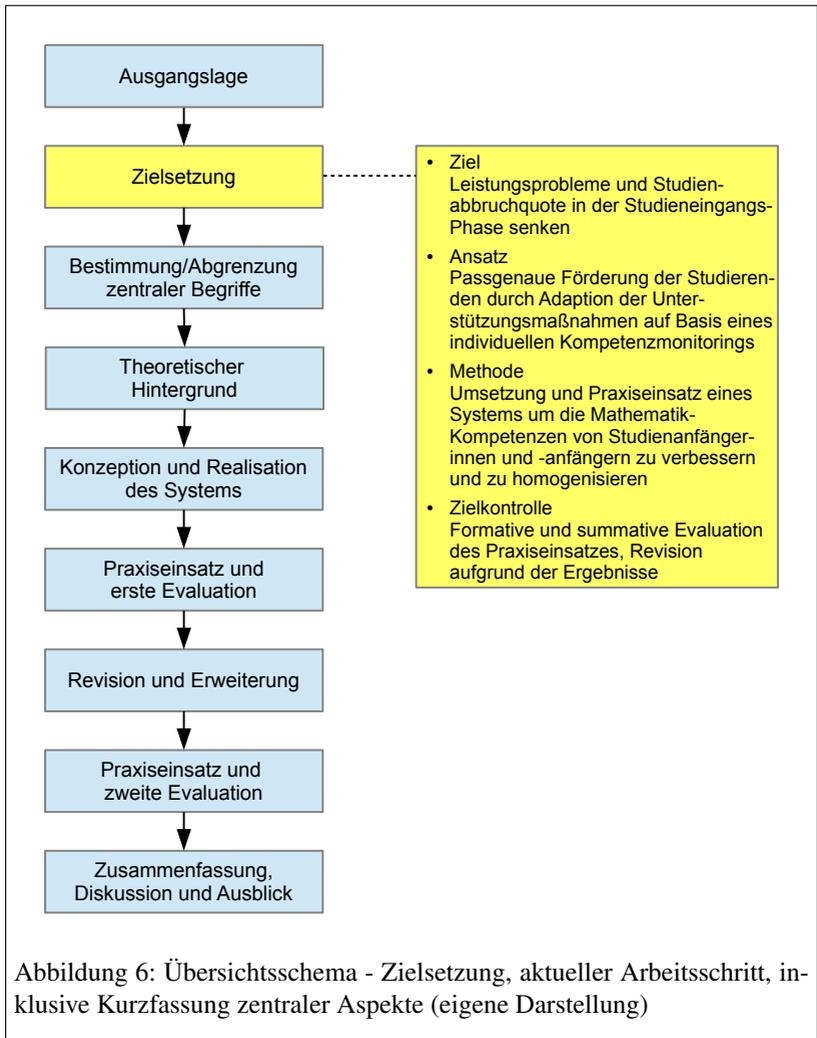


Abbildung 6: Übersichtsschema - Zielsetzung, aktueller Arbeitsschritt, inklusive Kurzfassung zentraler Aspekte (eigene Darstellung)

Ziel dieser interdisziplinären Arbeit ist es, ein Gesamtsystem zu schaffen und an einer Hochschule zu verstetigen mit dem die Eingangsfähigkeiten von Studienanfängerinnen und -anfängern im Fach Mathematik bis zum Studienbeginn wesentlich verbessert und angeglichen bzw. homogenisiert werden können. Das System wurde auf der Basis des aktuellen Theorie- und Forschungsstandes sowie der für den Einsatz in einer Hochschule einzuhaltenden Rahmenbedingungen, die in Kap. 5.2 detaillierter erläutert werden, konzipiert und realisiert.

Ausgehend von den zu geringen und sehr heterogenen Mathematikkompetenzen von Studienanfängerinnen und -anfängern verknüpft das „Bildungscoaching durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung am Beispiel der Mathematik-Grundqualifikation an Hochschulen“ Systementwicklung und Evaluationsforschung, um Leistungsproblemen entgegenzuwirken und die Studienabbruchquote zu senken.

2.1 Forschungsfragen

Unter Berücksichtigung der Betrachtungen zur Ausgangssituation in Kap. 1.1 wurde hieraus die folgende zentrale Forschungsfrage abgeleitet:

F1: Wie muss ein Mathematik-Vorkurssystem beschaffen sein, um einen großen individuellen Lernzuwachs der Studierenden zu erzielen und deren Leistungsunterschiede zu homogenisieren?

Diese Forschungsfrage aggregiert eine Vielzahl von Dimensionen, die u.a. inhaltliche, didaktische, organisatorische, juristische und ökonomische Fragestellungen beinhalten. Die acht zugeordneten Teilfragestellungen konzentrieren sich auf den Nutzen und die Wirksamkeit des Bildungscoachings Mathematik für den individuellen Lernerfolg. Die anderen Dimensionen wurden

nicht explizit als Forschungsfragen formuliert, sondern in den zugehörigen Kapiteln als einzuhaltende Rahmenbedingungen, Ableitungen aus der Theoriearbeit oder als Stellschrauben für die Verbesserung des Gesamtsystems betrachtet. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um für die Leserin/den Leser die Komplexität zu reduzieren und den Fokus, quasi als Leitlinie, auf den Nutzen und die Wirksamkeit für den individuellen Lernerfolg der Studierenden in der Studieneingangsphase zu konzentrieren.

Ein Teil der Fragestellungen (F1.1 – F1.5), die formativ evaluiert wurden, diente dazu, die Systementwicklung und die Praxisphasen zu begleiten, um die gewünschten Wirkungen zu überprüfen, hierdurch Verbesserungsmaßnahmen zu steuern und die Veränderung durch diese erneut einzuschätzen. Mit diesem Instrumentarium wurden in einem zyklischen Prozess Zwischenergebnisse erstellt, um durch Modifikationen die Qualität des Bildungscoachings zu optimieren.

Mit den weiteren Fragestellungen (F1.6 – F1.8), die summativ evaluiert wurden, wurde zusammenfassend die Wirksamkeit des Bildungscoachings beurteilt.

Im Folgenden werden die Fragestellungen, gegliedert nach Evaluationsart und Fokus aufgelistet.

Formative Evaluation, Gesamteinschätzung des Bildungscoaching

F1.1: Lohnt sich die Nutzung des Bildungscoaching Mathematik?

F1.2: Unterstützt das Bildungscoaching Mathematik den persönlichen Lernerfolg?

Formative Evaluation, Einschätzung zentraler Aspekte des Bildungscoaching

F1.3: Kann durch das Kompetenzmonitoring und die individuelle Adaption der E-Learning- und Präsenz-Lehre für Studierende eine hohe Passgenauig-

keit der Anforderungen der Lehr-/Lernangebote erreicht werden?

F1.4: Wirkt sich die kompetenzabhängige Anpassung der Kurslänge positiv auf den persönlichen Lernerfolg der Studierenden aus?

F1.5: Wirkt sich die kompetenzabhängige Anpassung der Gruppengröße positiv auf den persönlichen Lernerfolg aus?

Summative Evaluation, Wirksamkeit des Bildungscoaching

F1.6: Führt das Bildungscoaching Mathematik zu einer wesentlichen Verbesserung der Mathematikfähigkeiten der Studierenden?

F1.7: Bewirkt das Bildungscoaching Mathematik eine größere Leistungsverbesserung der Studierenden mit geringen Mathematik-Eingangsfähigkeiten, so dass die Varianz der Leistungen verringert wird (leistungshomogenere Studierende)?

F1.8: Erzielen Studierende, die am Bildungscoaching Mathematik teilgenommen haben, im Mittel bessere Ergebnisse in der ersten Mathematiklausur als diejenigen, die nicht daran teilgenommen haben?

Basierend auf den theoretischen Vorüberlegungen, die durch die Forschungsfrage F1 geleitet wurden, wurde die Konzeption ausgearbeitet und die Umsetzung des Bildungscoachings Mathematik realisiert. Hierbei wurde die Integration in die vorhandene Hochschulumgebung berücksichtigt, insbesondere die Rückkopplung mit dem Übergangs- und Diversity-Management sowie die Steuerung weiterer Unterstützungsmaßnahmen.

Nach ersten Feldversuchen, durch die grundsätzliche Fehler erfasst und bereinigt werden konnten, wurde das System im Wintersemester 2011/2012 für alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger das erste Mal eingesetzt und formativ evaluiert (Kap. 6.3). Ziel war es, eine grundsätzliche Rückmel-

derung der Studierenden zu erhalten, um dadurch Verbesserungsmaßnahmen anzustoßen. Neben der Erfassung der eingeschätzten Güte der Organisation und des inhaltlichen Aufbaus stand die Überprüfung der Forschungsfragen F1.1 – F1.5 im Vordergrund. Mithilfe der Evaluation sollte ein erster Hinweis zur positiven bzw. negativen Beantwortung der Forschungsfragen, die die Grundideen des Online-Coachings Mathematik hinterfragen, gefunden werden.

Ergänzt wurde die Evaluation durch die Erhebung von Verbesserungsvorschlägen. Im Wintersemester 2011/2012 wurde lediglich eine persönliche Selbsteinschätzung erfasst. Im Wintersemester 2012/2013 wurde diese dann zusätzlich quantitativ überprüft. Hiermit konnten alle Forschungsfragen beantwortet werden.

2.2 Methodik und Vorgehensweise

Im Folgenden sollen das Forschungsdesign und die Methodik näher in den Blickpunkt rücken. Vertieft wird die jeweilige Betrachtung in den einzelnen Kapiteln, auf die im Kontext verwiesen wird. Um das Gesamtsystem zu verbessern, so wie es in Kapitel 5.2.1 (Qualitätsmanagement) beschrieben wird, wurden qualitative Methoden eingesetzt. Hiermit fand die Überprüfung eines Teils der Forschungsfragen und eine Erfassung der Stärken und Schwächen des bisher realisierten Gesamtsystems statt, auf deren Grundlage eine Optimierung des Systems erfolgen sollte.

Qualitative Untersuchungen

Die qualitative Untersuchung (siehe Kap. 8.3) des Gesamtsystems orientiert sich hauptsächlich an Methoden zur Untersuchung der Lehrveranstaltungsqualität. Hier wurde insbesondere beim Aufbau der Fragebögen als Grundlage das „Heidelberger Inventar zur Lehrveranstaltungsevaluation“ (Hilve II)

genutzt. Die Fragebögen wurden für die Überprüfung des kombinierten Online-/Offlinesystems, wie es das Bildungskoaching Mathematik darstellt, angepasst und für einzelne Spezifika, die in Form von Forschungsfragen formuliert wurden, erweitert. Die Durchführung der Erhebungen für das Wintersemester 2011/2012 fand im Dezember 2011 und für das Wintersemester 2012/2013 im Dezember 2012 statt. Einzeln betrachtet, waren die Erhebungen die Grundlage für Verbesserungsmaßnahmen. Insgesamt betrachtet, stellt dies eine Längsschnittstudie dar, die es ermöglichen soll, einen Trend und somit die Wirksamkeit der Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten.

Quantitative Untersuchungen

Um den Effekt der Maßnahmen zu messen, kamen quantitative Methoden zum Einsatz, insbesondere in Form eines t-Tests abhängiger Stichproben. Im Wintersemester 2012/2013 konnte von $N=893$ Studienanfängerinnen und Studienanfängern eine Stichprobe von $n=693$ berücksichtigt werden (siehe Kap. 8.1.3).

Aus Gründen der Gleichbehandlung aller Studienanfängerinnen und Studienanfänger war es nicht möglich, eine Vergleichsgruppe zu bilden und randomisiert eine Zuordnung zu treffen. Vielmehr handelte es sich um freiwillige Angebote, so dass eine Zuordnung durch Selbstselektion stattfand. Erschwerend kam beim Untersuchungsdesign hinzu, dass der Datenschutz berücksichtigt werden musste, so dass nicht eindeutig festgestellt werden konnte, welche Studierenden nicht an den Maßnahmen teilgenommen haben. So war es z.B. nicht erlaubt, eine Anwesenheitsliste der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in den Präsenzveranstaltungen zu führen.

Die Teilnahme an den Onlinekursen konnte über eine Bewerbernummer zugeordnet werden. Es wurden Eingangstest, Onlineaktivitäten, Ausgangstest und Ergebnisse aus der ersten Mathematiklausur korreliert. Aufgrund des Datenschutzes blieb nur eine kleine Schnittmenge von Studierenden übrig, deren erhobene Daten mittels einer jeweils eindeutigen Kennung allen vier

Erhebungen zugeordnet werden konnten.

Nach den oben genannten Ausführungen handelt es sich um eine Vorher-Nachher-Messung ohne direkte Kontrollgruppe. Indirekt ist in der Gesamtmenge, die an der ersten Klausur teilgenommen hat, die Gruppe enthalten, die die Maßnahmen aufgrund der freiwilligen Selbstselektion nicht wahrgenommen haben. Unter welchen Randbedingungen diese als Vergleichsgruppe herangezogen werden kann, wird in Kapitel 8.4 diskutiert. Grundsätzlich handelt es sich um ein vorexperimentelles Design im Feld, bei dem die interne Validität eingeschränkt ist und die Annahme, dass ein Effekt kausal auf die eingeleiteten Maßnahmen zurückzuführen ist, kritisch betrachtet werden muss. Mögliche Störgrößen, Zeiteinflüsse, Reifungsprozesse und Testeffekte müssen berücksichtigt werden.

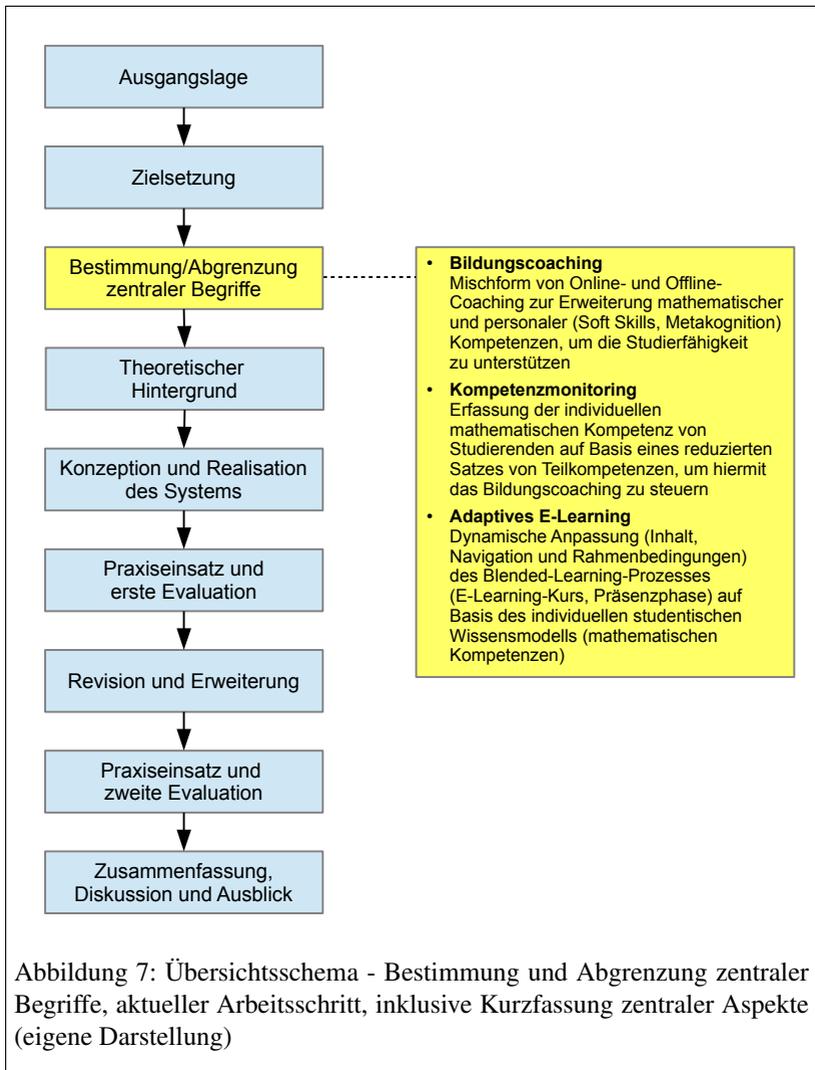
Operationalisierung und Messinstrumente

Die Erfassung der Mathematik-Eingangskompetenz fand in Form eines Eingangstests statt. Dieser Mathematik-Eingangstest (Anhang A) wurde als Paper-and-Pencil-Test durchgeführt, manuell ausgewertet und danach automatisiert eingelesen (vgl. Kap. 5.5.2). Am freiwilligen Mathematik-Eingangstest, der bei der Immatrikulation vor Ort stattfand, nahmen nach Aussagen des Studierenden-Service über 90 % der Studienanfängerinnen und -anfänger teil. Der Ausgangstest wurde ebenfalls als Paper-and-Pencil-Test durchgeführt.

Auch die Fragebögen zur formativen Evaluation (siehe Kap. 6.3) wurden in Form von Paper-and-Pencil-Tests erhoben, da es innerhalb der HRW als Hochschule im Aufbau in der ersten Umfragerunde noch nicht die Möglichkeit gab, dies elektronisch umzusetzen und in der zweiten Welle gerade die Entscheidung zugunsten einer neuen Evaluationssoftwareumgebung fiel. In Zukunft soll dies mit dem Standardsystem der Hochschule als Onlinebefragung umgesetzt werden und somit in die Lehrveranstaltungsevaluationen integriert stattfinden.

Zusätzlich wurden Daten aus den Logdateien des Learning Management Systems genutzt, die aufgrund der Bewerbernummer, die am Anfang erhoben wurde, zu den quantitativen Erhebungen in Bezug gesetzt werden konnten. Am Ende der mehrjährigen Entwicklung konnte auch erreicht werden, dass sich die Einstellung zum Datenschutz verändert hat. So wurden die Noten der ersten Mathematiklausur, inklusive Namen und Matrikelnummer, zur Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Verfügung gestellt. Leider war zu diesem Zeitpunkt (aus Datenschutzgründen) die Zuordnungsliste der Studierenden zu den Bewerbernummern bereits gelöscht, so dass dieser Datensatz nur eingeschränkt genutzt werden konnte.

3 Bestimmung und Abgrenzung zentraler Begriffe



Im Folgenden wird der Versuch unternommen, drei zentrale Begriffe dieser Forschungsarbeit zu bestimmen oder zumindest exakter einzugrenzen. Dies ist notwendig, um naheliegende Fehlinterpretationen zu vermeiden und eine Abgrenzung zu anderen Forschungsansätzen zu erreichen. Es werden Querbezüge aufgezeigt, wie etwa einzelne Aspekte der Begrifflichkeiten, die auf Basis der in Kap. 4 folgenden Auseinandersetzung mit dem theoretischen Hintergrund und dem Stand der Forschung, in die Umsetzung des Systems eingeflossen sind.

3.1 Bildungscoaching

Ausgehend von dem Begriff des Coachings soll im Folgenden der Begriff des Bildungscoachings, wie er im Kontext dieser Arbeit verstanden wird, definiert werden. Historisch hat der Begriff des Coaches seinen Ausgangspunkt in der Stadt Kocs im Nordwesten Ungarns, nahe der heutigen slowakischen Grenze, genommen. Matthias Corvinus (1458–1490), König des Königreichs Ungarn, siedelte hier seine Wagenbauer an, um Pferdekutschen zu bauen. Zu Beginn des 16. Jahrhunderts wurde die bequeme Fahrt auf dem Kocser Wagen berühmt. Der Wagen wurde in vielen Ländern Europas nachgebaut und so gelangte dessen Namen *kocsi* in die europäischen Sprachen (Hinrichs, 1999).

Das Einfahren dieser Pferdekutschen aus Kocs wurde als „to coach a horse“ bezeichnet und so fand der Begriff des Coaches Ende des 16. Jahrhunderts seinen Einzug in die englische Sprache (Bayer, 2000; Hartmann, 2004). Die aktuelle Verwendung des Coachingbegriffs wurde in den 70er- bis 80er-Jahren in den USA populär und verbreitete sich Mitte der 80er-Jahre in Deutschland. Nach einer Differenzierungsphase wird das Coaching populistisch als ungeschützter Begriff genutzt (Böhning, 2002).

Im Folgenden wird die Arbeitsdefinition von Hartmann (2004) herangezogen und dem Kontext dieser Arbeit entsprechend modifiziert:

Bildungscoaching im Bereich der Mathematik ist die individuumszentrierte Form der Beratung und Begleitung in der Studieneingangsphase, die auf Freiwilligkeit, Diskretion und der gegenseitigen Akzeptanz von Coach und Coachee (Studierenden) basiert. Das Bildungscoaching zielt vorrangig auf die Erweiterung mathematischer und personaler (Soft Skills, Metakognition) Kompetenzen ab und soll dem Coachee erleichtern oder ermöglichen, seine individuelle Studierfähigkeit (Fähigkeitspotential) zu großer Entfaltung zu bringen und so bestehende und zukünftige Problem- und Konfliktsituationen eigenständig lösen zu können sowie gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen effizienter und auf eine dem individuellen Potential des Coachees gemäßer Weise zu bewältigen. Das Bildungscoaching wird durchgeführt mit Hilfe einer Kombination aus Online- und Präsenzmaßnahmen und richtet sich an einen (Online) oder mehrere (Präsenz) Coachees. Der professionelle Bildungscoach agiert auf Grundlage eines ausgearbeiteten Beratungskonzeptes (mathematisch-didaktischer Handlungsplan) und muss über die Qualifikationen und Kompetenzen verfügen, die erforderlich sind, den Coachee beim Erreichen der angestrebten Veränderungen und Entwicklungen beratend und begleitend zu unterstützen. Das Coaching wird in Form einer begrenzten Reihe von Sitzungen durchgeführt und nimmt dabei Bezug auf konkrete Problem-, Konflikt- und Herausforderungssituationen der Lehr- und Lernerfahrung des Coachees, konzentriert sich jedoch weniger auf die Veränderung dieser Situationen in spezifischen Kontexten, sondern verwendet sie vorrangig als Orientierungspunkte bei der Entfaltung des individuellen Potentials des Coachees, das bewusst nicht auf Einzelsituationen oder Kontexte reduziert wird.

Das Bildungscoaching, wie es in dieser Forschungsarbeit verstanden wird,

ist eine Mischung aus verschiedenen Coachingtypen, zum einen des geleiteten Selbstcoachings, gestützt durch eine Onlineplattform, das auch als externes Coaching (Rauen, 2005) verstanden werden kann, und zum anderen des individuellen Coachings, durch individualisierte bzw. adaptive Präsenzphasen und durch anschließende Mentoring-Maßnahmen unterstützt.

Nach van Nieuwerburgh (2012) wird „educational coaching“ definiert als „[a] one-to-one conversation focused on the enhancement of learning and development through increasing self-awareness and a sense of personal responsibility, where the coach facilitates the self-directed learning of the coachee through questioning, active listening, and appropriate challenge in a supportive and encouraging climate“ (van Nieuwerburgh, 2012, S. 17).

Zudem betont der Autor, dass auch Gruppencoaching möglich sei. Allerdings bestehe die Gefahr, dass durch die Gruppendynamik und die zunehmende Komplexität die Qualität der vertrauensvollen Atmosphäre verloren gehen könne. Nieuwerburgh hält somit die Eins-zu-eins-Situation für die effektivste.

Mit dem Bildungscoaching im Bereich der Mathematik, wie es im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurde, soll in einer lernförderlichen Atmosphäre frühzeitig die Motivation der Studierenden gefördert, der Umgang mit zukünftigen Frustrationssituationen angesprochen und Verhaltensstrategien herausgearbeitet werden, die den genannten Studienabbruchmotiven entgegenwirken. Diese Grundsätze wurden sowohl bei der Realisierung der Online-Komponenten (z.B. bei der Gestaltung von Lernempfehlungen, motivierende Feedbackmaßnahmen, Screencasts) als auch bei der Qualifizierung der Coaches berücksichtigt (vgl. Kap. 5 und 7).

Lernstrategien für sich selber zu entwickeln und die Elemente der Metakognition einzuüben, Unterschiede zu schulischem Lernen bewusster zu machen, persönliche Stärken zu festigen und Lerngruppen frühzeitig zu fördern waren Hauptziele der Coachingmaßnahmen. Diese wurden sowohl bei der Erstellung der Lernmodule, bei der inhaltlichen Gestaltung der Präsenzkurse als auch bei der konzeptionellen Durchführung der Präsenzphase berücksichtigt.

Eine frühzeitige Selbstreflexion durch den Mathematik-Eingangstest und das regelmäßige Feedback durch Zwischentests sowohl im Onlinesystem als auch während der Präsenzphasen sollen innerhalb des Coachingprozesses diese Ziele stützen. Um die notwendigen Qualifikationen und Kompetenzen der Coaches zu sichern, wurde in einem ersten Schritt ein Bewerbungs- und Auswahlprozess durchgeführt, in einem weiteren wurden die Coaches, entsprechend der vorher beschriebenen Anforderungen, fortgebildet.

Zusammenfassend wird in dieser Arbeit unter Bildungskoaching eine Mischform von Online- und Offline-Coaching zur Erweiterung mathematischer und personaler (Soft Skills, Metakognition) Kompetenzen verstanden, um die Studierfähigkeit zu unterstützen.

3.2 Kompetenzmonitoring

Der Begriff des Kompetenzmonitoring ist eng verwandt mit den Begriffen Kompetenzmessung und Kompetenzdiagnostik. Im Unterschied zu diesen ist im Rahmen dieser Untersuchung mit dem Begriff Kompetenzmonitoring die kontinuierliche Verfolgung der Kompetenzentwicklung gemeint, um auf dieser Basis das Bildungskoaching zu steuern und die individuelle Entwicklung besser fördern zu können. Darüber hinaus lassen sich durch quantitative Erhebungen innerhalb des Kompetenzmonitorings Aussagen über die Effektivität der Maßnahmen erhalten, die es im Zusammenspiel mit qualitativen Evaluationen ermöglichen, das Gesamtsystem in einem Qualitätsverbesserungsprozess (Kap. 5.2.1) kontinuierlich zu optimieren. Als Erstes soll der Begriff der Kompetenz einer eingehenden Analyse unterzogen werden. Nach Erpenbeck und Rosenstiel (2007) hat sich der Kompetenzbegriff aus dem lateinischen Verb „competere“ („zusammentreffen, zukommen, zustehen“) entwickelt. Das Adjektiv „competens“ wurde von römischen Rechtsgelehrten im Sinne von „zuständig, befugt, rechtmäßig, ordentlich“ gebraucht. Bis ins 18. Jahrhundert wurde der Terminus im Staatsrecht und als juristisch-

militärischer Begriff genutzt. Die heutige Bedeutung hat sich um 1960 entwickelt. Chomsky (1962) hat den Begriff in die Kommunikationswissenschaft eingeführt und versteht hierunter die Fähigkeit von Sprechern und Hörern, auf Basis eines begrenzten Inventars von Regeln und Grundelementen neue, nie gehörte Sätze bilden bzw. verstehen zu können. White (1959) hat den Kompetenzbegriff in die Motivationspsychologie eingeführt. Er versteht hierunter die Entwicklung grundlegender Fähigkeiten, die vom Individuum selbstorganisiert hervorgebracht werden.

Um den Begriff der Kompetenz aus Sicht der Bildungswissenschaften für die Domäne der Mathematik näher einzugrenzen, soll im Folgenden auf die Definitionen innerhalb verschiedener Initiativen der „Organisation for Economic Cooperation and Development“ (OECD) zurückgegriffen werden.

Zu diesen zählen:

1. „Programme for International Student Assessment“ (PISA)
2. „Definition and Selection of Competencies“ (DeSeCo)
3. „Trends in International Mathematics and Science Study“ (TIMSS)

Zusätzlich werden die „Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife“ der Kultusministerkonferenz (2012) als Vorgaben aufgegriffen, weil diese am besten die zu erwartenden Kompetenzen von Studienanfängerinnen und Studienanfängern widerspiegeln.

Eine solche Herangehensweise soll eine umfassende Sicht auf den Begriff der mathematischen Kompetenz gewähren, um auf dieser Grundlage dieses überaus komplexe Konstrukt so zu reduzieren, dass im Kontext der vorliegenden Arbeit sinnvolle Messungen und hierauf basierende Coachingmaßnahmen abgeleitet werden können.

3.2.1 Der Begriff der Mathematikkompetenz innerhalb von PISA

Im Jahr 1997 starteten die OECD-Mitgliedstaaten das „Programme for International Student Assessment“ (PISA). In diesem Programm wird untersucht, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Pflichtschulzeit, also im Alter von durchschnittlich 15 Jahren, verfügen. Ziel ist die Evaluation von Schulsystemen durch die Erfassung von Kompetenzen in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften, um diese international vergleichen zu können (OECD, 2013).

Die PISA-Definition der deutschen Sektion für Mathematikkompetenz lautet:

Mathematische Grundbildung ist die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt, fundierte mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektierendem Bürger entspricht.

(OECD, 2000, S. 47)

Im englischen Originaltext (vor der Übersetzung durch das deutsche PISA-Konsortium) lautet die Formulierung wie folgt:

An individual's capacity to identify and understand the role that mathematics play in the world, to make well-founded judgements and to use and engage with mathematics in ways that meet the needs of that individual's life as a constructive, concerned and reflective citizen.

(OECD, 2009, S. 14)

Uneinheitlich wird der Begriff der „mathematical literacy“ teilweise als mathematische Kompetenz, teilweise als mathematische Grundbildung über-

setzt, die mathematische Kompetenz wird dabei als einer der Hauptaspekte der Grundbildung aufgefasst.

Innerhalb von PISA werden zwei Hauptaspekte und zwei Nebenaspekte unterschieden.

Die Hauptaspekte sind:

- mathematische Kompetenzen und
- mathematische Leitideen

Zu den Nebenaspekten gehören die:

- curriculare Teilbereiche der Mathematik sowie
- Situationen und Kontexte

Die Hauptaspekte dienen dazu, den Bereich, der mit dieser Erhebung erfasst wird, abzustecken und Leistungen zu beschreiben. Die Nebenaspekte sollen gewährleisten, dass der Bereich angemessen breit abgedeckt ist und ein ausgewogenes Spektrum von Aufgaben ausgewählt wird. Mathematische Kompetenzen sind allgemeine Fähigkeiten und Kompetenzen wie Problemlösen, Gebrauch der mathematischen Sprache und mathematische Modellbildung. Mathematische Leitideen sind bedeutungshaltige, stark miteinander vernetzte mathematische Konzepte, wie sie in realen Situationen und Kontexten auftreten. „Leitideen“ wurden gewählt, weil sie nicht zu einer künstlichen Aufspaltung der Mathematik in einzelne, voneinander getrennte Themenbereiche führen. Mit dem Aspekt der curricularen Teilbereiche der Mathematik ist der Inhalt der Schulmathematik angesprochen, wie er in vielen Lehrplänen enthalten ist. Die curricularen Teilbereiche werden als Nebenaspekte berücksichtigt, um sicherzustellen, dass sie in der Erhebung angemessen abgedeckt werden. Der zweite Nebenaspekt betrifft die Situationen bzw. den allgemeinen Rahmen, in dem die mathematischen Probleme präsentiert werden. Die

Situationen können sich auf schulische, berufliche, öffentliche und persönliche Bereiche beziehen. Im Folgenden soll der erste Hauptaspekt, die mathematischen Kompetenzen, herausgegriffen werden. Hierbei handelt es sich um eine nicht hierarchisch aufgebaute Liste von allgemeinen, für alle Ebenen des Lehrens und Lernens von Mathematik relevanten mathematischen Fähigkeiten. Die Liste enthält die folgenden Elemente (OECD, 2000):

1. Die Fähigkeit, mathematisch zu denken
2. Die Fähigkeit, mathematisch zu argumentieren
3. Die Fähigkeit zur mathematischen Modellierung
4. Die Fähigkeit, Probleme zu stellen und zu lösen
5. Die Fähigkeit, mathematische Darstellungen zu nutzen
6. Die Fähigkeit, mit den symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umzugehen
7. Die Fähigkeit zu kommunizieren
8. Die Fähigkeit, Hilfsmittel einzusetzen und zu gebrauchen

3.2.2 Der Begriff der Mathematikkompetenz innerhalb von DoSeCo

Das Projekt „Definition and Selection of Competencies“ (Definition und Auswahl von Kompetenzen, DeSeCo) wurde 1997 von der OECD mit dem Ziel gestartet, einen soliden konzeptionellen Rahmen für die Bestimmung von Schlüsselqualifikationen und die Unterstützung internationaler Studien zur Kompetenzmessung zu entwickeln (DeSeCo, 2005).

Hierzu holte das Projekt zahlreiche Stellungnahmen von Experten und Interessenvertretern ein, um eine kohärente, breit abgestützte Analyse von wichtigen und notwendigen Schlüsselkompetenzen zu erstellen. Es wurde in

Ergänzung und in Verbindung mit zwei großen internationalen Vergleichsstudien, PISA und ALL (ref), realisiert. Innerhalb des DeSeCo-Projekts entstand ein Referenzrahmen, der die Schlüsselkompetenzen in drei Kategorien bündelt, die nachfolgend jeweils mit den zugeordneten Schlüsselkompetenzen dargestellt sind:

- Interaktive Anwendung von Medien und Mitteln (Tools)
 - Fähigkeit zur interaktiven Anwendung von Sprache, Symbolen und Text
 - Fähigkeit zur interaktiven Nutzung von Wissen und Informationen
 - Fähigkeit zur interaktiven Anwendung von Technologien
- Interagieren in heterogenen Gruppen
 - Fähigkeit, gute und tragfähige Beziehungen zu anderen Menschen zu unterhalten
 - Kooperationsfähigkeit
 - Fähigkeit zur Bewältigung und Lösung von Konflikten
- Eigenständiges Handeln
 - Fähigkeit zum Handeln im größeren Kontext
 - Fähigkeit, Lebenspläne und persönliche Projekte zu gestalten und zu realisieren
 - Fähigkeit zur Wahrnehmung von Rechten, Interessen, Grenzen und Bedürfnissen

Dieser Referenzrahmen soll als Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung hin zu einer umfassenderen Messung von Schlüsselkompetenzen dienen.

Alle den Schlüsselkompetenzen zugrundeliegenden Merkmale gehen über Schulwissen und kognitive Fähigkeiten hinaus. Vielmehr bildet den Kern der Schlüsselkompetenzen die Fähigkeit zum eigenständigen Denken als Ausdruck moralischer und intellektueller Reife sowie zur Übernahme von Verantwortung für das eigene Lernen und Handeln. Reflexives Denken und Handeln wird als Kern der Schlüsselkompetenzen benannt und ist ein grundlegender Bestandteil des Kompetenzrahmens. Es setzt somit die Anwendung metakognitiver Fähigkeiten (Denken über das Denken), Kreativität und eine kritische Haltung voraus (DeSeCo, 2005).

3.2.3 Der Begriff der Mathematikkompetenz innerhalb von TIMSS

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ist eine international vergleichende Schulleistungsstudie im mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereich, die seit 1995 alle vier Jahre durchgeführt wird. In ihr werden die Leistungen der Schülerinnen und Schüler am Ende der vierten und achten Jahrgangsstufe untersucht. Innerhalb von TIMSS Advanced, zuletzt 2008 durchgeführt, werden diese Leistungen am Ende der Sekundarstufe II untersucht. Bisher gab es keine deutsche Beteiligung an den TIMSS-Advanced-Studien. Die nächste Studie ist für 2015 angesetzt (*TIMSS Advanced*, 2013; TIMSS, 2013). Auffallend ist, dass in der TIMSS-Advanced-Studie andere Begrifflichkeiten verwendet werden. Statt von der mathematischen Kompetenz („mathematical literacy“) zu sprechen, wird die Formulierung „educational achievement“ gebraucht, die ebenfalls als mathematische Kompetenz oder Leistung zu übersetzen ist. Die Studie rückt zwei Hauptdomänen in den Blickpunkt, die in je drei Subdomänen unterteilt werden. Diese wiederum werden in verschiedene Themenbereiche (orig: topics) und Verhaltensweisen (orig: behaviors) kategorisiert. Konkret werden im TIMSS Advanced Assessment Framework (2008) die Leistung von in der Inhaltsdomäne (orig: Advanced Mathematics Content Domains) und der kognitiven

Domäne (orig: Advanced Mathematics Cognitive Domains) analysiert. Die erste untersucht die Themenbereiche Algebra, Rechentechniken (orig: calculus) und Geometrie. In der zweiten Domäne werden die Subdomänen Wissen (orig: knowing), Anwendung (orig: applying) und Schlussfolgern (orig: reasoning) beleuchtet. Letztere beinhalten die folgenden Verhaltensweisen:

- Domäne Wissen
 - Abrufen (recall)
 - Erkennen (recognize)
 - Berechnen (compute)
 - Wiedergewinnen (retrieve)

- Domäne Anwendung
 - Selektieren (select)
 - Darstellen (represent)
 - Modellieren (model)
 - Lösen von Standardproblemen (solve routine problems)

- Domäne Schlussfolgern
 - Analysieren (analyse)
 - Verallgemeinern (generalize)
 - Synthetisieren/Integrieren (synthesize/integrate)
 - Rechtfertigen (justify)
 - Lösen von Nicht-Standardproblemen (solve non-routine problems)

(Garden et al., 2006)

Jede Inhaltsdomäne soll sich aus Aufgaben zusammensetzen, die alle drei kognitiven Domänen beinhalten. Die mathematische Kompetenz wird also implizit durch diese beiden Dimensionen abgebildet. Exemplarisch soll hier die Inhaltsdomäne Rechentechniken (calculus, eigene Übersetzung) aufgegriffen werden: Der Fokus liegt auf dem Verständnis von Grenzen, Grenzwerten von Funktionen, Differenzieren und Integrieren einer bestimmten Bandbreite von Funktionen und der Anwendung dieser Fähigkeiten zum Problemlösen:

1. Ermittlung von Grenzwerten von Funktionen, inkl. rationalen Funktionen. Kenntnis der Voraussetzungen für Stetigkeit und Differenzierbarkeit
2. Differenzieren von Polynomen, Exponential-, Logarithmus-, trigonometrischen, rationalen, Wurzel-, zusammengesetzten und parametrischen Funktionen. Ableitung von Produkten und Quotienten
3. Nutzung von Ableitungen zur Problemlösung (z.B. Kinematik, Optimierung, Veränderungsraten)
4. Nutzung der 1. und 2. Ableitung zur Ermittlung von Steigungen, Extremwerten, Wendepunkten von Polynomen und rationalen Funktionen. Darstellen und Interpretieren von Funktionsgraphen
5. Integrieren von Polynomen, Exponential-, trigonometrischen und rationalen Funktionen. Ermitteln von bestimmten Integralen und Bestimmung der Fläche unterhalb einer Kurve

(Eigene Übersetzung nach Garden et al., 2006)

3.2.4 Mathematische Kompetenz aus Sicht der Kultusministerkonferenz

Mit dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012 wurden die Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife festgelegt (Kultusministerkonferenz, 2012).

Den nationalen Bildungsstandards wird der Kompetenzbegriff von Weinert (2001) zugrunde gelegt, der Kompetenzen definiert als

[...] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.

(Weinert, 2001, S. 27)

In diesen Bildungsstandards werden die folgenden sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen unterschieden:

- die Kompetenz „mathematisch argumentieren“ (K1)
- die Kompetenz „Probleme mathematisch lösen“ (K2)
- die Kompetenz „mathematisch modellieren“ (K3)
- die Kompetenz „mathematische Darstellungen verwenden“ (K4)
- die Kompetenz „mit Mathematik symbolisch/formal/technisch umgehen“ (K5)
- die Kompetenz „mathematisch kommunizieren“ (K6).

An dieser Stelle soll lediglich auf die Kompetenz „Mit Mathematik symbolisch/formal/technisch umgehen“ (K5) eingegangen werden. Diese Kom-

petenz beinhaltet in erster Linie das Ausführen von Operationen mit mathematischen Objekten wie Zahlen, Größen, Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen sowie Vektoren und geometrischen Objekten. Das Spektrum reicht hier von einfachen und überschaubaren Routineverfahren bis hin zu komplexen Verfahren, einschließlich deren reflektierender Bewertung. Die Kompetenz beinhaltet auch Fakten- und grundlegendes Regelwissen für ein zielgerichtetes, effizientes Bearbeiten von mathematischen Aufgabenstellungen mit eingeführten Hilfsmitteln und digitalen Mathematikwerkzeugen (Kultusministerkonferenz, 2012).

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

Anforderungsbereich I: Die Schülerinnen und Schüler können

- elementare Lösungsverfahren verwenden
- Formeln und Symbole direkt anwenden
- mathematische Hilfsmittel und digitale Mathematikwerkzeuge direkt nutzen

Anforderungsbereich II: Die Schülerinnen und Schüler können

- formale mathematische Verfahren anwenden
- mit mathematischen Objekten im Kontext umgehen
- mathematische Hilfsmittel und digitale Mathematikwerkzeuge je nach Situation und Zweck gezielt auswählen und effizient einsetzen

Anforderungsbereich III: Die Schülerinnen und Schüler können

- komplexe Verfahren durchführen

- verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren bewerten
- die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Verfahren, Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge reflektieren

(Kultusministerkonferenz, 2012)

Zusammenfassung und Kritik

Wie bereits erörtert, wird der Begriff der mathematischen Kompetenz als überaus komplexes mehrdimensionales Konstrukt verstanden. Er vereint fachliche und überfachliche Kompetenzen, gesellschaftliche und soziale Werte mit Handlungszielen und dem Gebrauch von Werkzeugen. Hierdurch bleibt der Begriff so abstrakt und allumfassend, dass er als Grundlage für eine konkrete Messung und Steuerung von Coachingmaßnahmen ungeeignet erscheint. Um die Komplexität zu reduzieren und eine Ableitung von Maßnahmen aus Messwerten zu ermöglichen, wird der Fokus der Messung auf einzelne Aspekte der Kompetenz gelegt (vgl. auch Birkelbach, 2005).

Das in Kapitel 5.5.2 dargestellte Messinstrument konzentriert sich im Wesentlichen auf die allgemeinen mathematischen Kompetenzen K4 und K5 (siehe S. 56), wie sie durch die Kultusministerkonferenz festgelegt wurden. Somit beschränkt sich das Verfahren auf ein Teilgebiet der mathematischen Kompetenzen, deren Beherrschung notwendig ist, um den Anfangsvorlesungen souverän zu folgen.

Darüber hinaus soll die Grundlage dafür geschaffen werden, um die Ausbildung anderer Teilaspekte der persönlichen Kompetenzen zu fördern. Dies sind insbesondere die Stärkung der Metakognition, Motivation und Selbstreflektion, die es den Studierenden erleichtern, sich zielgerichtet und erfolgreich mit dem Lösen mathematischer Probleme zu beschäftigen, sowie das Interagieren/Kooperieren in heterogenen Gruppen. Dies wird sowohl durch den konzeptionellen Aufbau des Onlinekurses inklusive der Videocasts (Kap.

7.1.1) als auch durch die Konzeption der Präsenzphasen, ergänzt durch die Qualifizierung der Lehrenden, unterstützt.

Durch die hauptsächliche Fokussierung auf die mathematischen Kompetenzen K4 und K5 wird es möglich, ein nutzbares Instrument zu schaffen, das eine Clusterung nach Fähigkeiten (Kompetenzstufen) ermöglicht, die wiederum eine zielgerichtete Unterstützung und eine hohe Passgenauigkeit der Maßnahmen nach sich zieht (siehe Kap. 8.3.5).

Insofern wird hier ein pragmatischer Ansatz verfolgt, der die Entwicklung eines begrenzten, aber robust funktionierenden Gesamtsystems zum Ziel hat.

3.3 Adaptives E-Learning

Der Begriff des adaptiven E-Learnings, wie er innerhalb dieser Arbeit verstanden wird, soll im Folgenden erläutert und abgegrenzt werden. Die Grundidee der Adaption ist schon 1958 von Skinner in seinem Artikel über „Teaching Machines“ formuliert worden. Seine Überlegungen basieren auf dem Problem, dass selbst in kleinen Klassenräumen die Unterrichtsgeschwindigkeit für die einen Studenten zu niedrig, für die anderen jedoch zu hoch ist. Seine Lösung ist eine Maschine, die es vermag, jeden Studenten in der richtigen Geschwindigkeit zu unterrichten. Ausgehend von einem Rückblick auf die Lehr- und Testmaschine von Pressey (1920), die mit Multiple-Choice-Antworten arbeitete und die er als reine (Leistungs-)Test-Maschine ansah, entwickelte er ein eigenes Konzept mit Freitextantworten, die er im studentischen Unterricht einsetzte und evaluierte (Pressey, 1926).

Skinner beschreibt in seinem Artikel den Einsatz von mechanischen „Teaching Machines“ (Abb. 8) im Lernprozess, die zu großen Effekten führen, weil sie den Studierenden erlauben, in eigener Geschwindigkeit zu arbeiten und als Elemente eine kleinschrittige Vorgehensweise zu nutzen, die schnell zu Erfolgserlebnissen durch Feedback führt und die Motivation der

Studierenden stärkt. Die Feststellung, ob die eigene Antwort richtig ist, erfolgt durch einen Vergleich der selbst mit einem Stift in einem Fenster der Maschine geschriebenen Antwort mit der im Folgeschritt präsentierten Lösung (Skinner, 1958).



Abbildung 8: Teaching Machine, Design von B. F. Skinner. In Anlehnung aus Skinners Teaching Machine. In Wikipedia, 2008, abgerufen am 10.02.2014 von http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skinner_teaching_machine_08.jpg. Lizenziert nach Creative Commons 3.0 von Silly rabbit.

Seitdem gibt es eine umfangreiche Diskussion zu maschinellen Lern- und Lehrsystemen, die, in Bezug auf die Adaption, mit dem Einzug der compu-

tergestützten Umsetzung unter verschiedenen Bezeichnungen geführt wird. In der Literatur sind ähnliche Forschungsinhalte unter Bezeichnungen wie Adaptive Learning Systems (ALSs), Adaptive Hypermedia Systems (AHS), Personal Learning Environments (PLE), Adapted Web Based Learning Environments (A-WBLEs), Computer Assisted Instructions oder Intelligent Tutoring System (ITS) zu finden (Inan, Flores & Grant, 2010; Mödritscher, Manuel, Barrios & Gütl, 2004).

Schon 1998 haben Eklund und Brusilovsky die Bedeutung der Adaptivität in hypermedialen Lernumgebungen untersucht. Im Zentrum stand die Auswirkung von adaptierten Link-Auszeichnungen (orig: adaptive link annotation), die u.a. durch eine individuelle Nutzercharakterisierung stattfindet. Schon hier wurde zwischen einem Domain-Modell und einem „studentischen Wissensmodell“ (orig: students knowledge model) unterschieden. Dabei wurde das Wissensmodell als dynamisches, sich durch Verfolgen der studentischen Aktivitäten anpassendes Modell verstanden, auf dessen Basis die Navigationsdarstellung adaptiert wird (Eklund & Brusilovsky, 1998). Eine Umsetzung eines solchen Systems wurde 1998 von Brusilovsky und Anderson präsentiert. Für das Verständnis eines jeden Teilkonzeptes der Lerninhalte wurden vier Stufen des studentischen Wissens unterschieden (unknown, known, learned, well-learned), um die dynamische Darstellung zu steuern (Brusilovsky & Anderson, 1998).

Die Adaptivität von Lernsystemen wird seit dieser Zeit als wichtiger Bestandteil erfolgreicher Wissensvermittlung angesehen. Hierbei werden verschiedene Typen differenziert. So kann es sich um sach- oder personenbezogene Einflussnahme auf das System handeln. Weiterhin wird zwischen initial und permanent vorgenommener Adaption und in Bezug auf den Lehr- und Lernprozess zwischen adaptiver Zusammenstellung des Inhalts (orig: adaptive content aggregation), adaptiver Präsentation, adaptiver Navigation und adaptiver Kollaborationsunterstützung unterschieden (Mödritscher et al., 2004; Harrer & Martens, 2004).

Mit der Verbreitung mobiler Endgeräte und der Ausweitung der eingebauten Sensorik (GPS, Kompass, Beschleunigung, Helligkeit, NFC, Temperatur etc.) entwickeln sich neuartige Szenarien, die das Lernen dem jeweiligen Kontext anpassen und dem Nutzer einen Mehrwert bieten. Unter Bezeichnungen wie „context-awareness“, „pervasive/ubiquitous computing“ oder „personalized mobile learning“ werden diese Konzepte erforscht. Folge einer solchen Erweiterung der bisherigen Herangehensweise ist die Ausweitung der grundlegenden Modellierung, auf deren Basis die Adaption stattfindet. So wurde neben einem Domain- und einem Usermodell ein Contextmodell entwickelt (Benamar, Belkhatir & Bendimerad, 2013). Parallel zu diesen Entwicklungen hat sich der Bereich semantischer Netze (semantic networks) und Ontologien etabliert. Diese Konzepte scheinen eine sinnvolle Ergänzung zur Adaption zu sein, da auf dieser Basis zusammenhängende Inhalte besser erkannt und hierdurch Lernmaterial und Lernpfad zielgerichteter angepasst werden können.

Njenga und Fourie fassen den Stand der Entwicklung wie folgt zusammen:

[...] that a dose of techno-negativity or techno-scepticism is required so that the gap between rhetoric in the literature (with all the promises) and actual implementation can be bridged for an informed stance towards e-learning adoption. (Njenga & Fourie, 2010, S. 199)

Sie hinterfragen, ob das „E“ in E-Learning nicht zu oft im Vordergrund steht statt das Lernen selber, und fordern eine Überprüfung, die sicherstellt, dass eine neue Technologie auch tatsächlich zu einer Verbesserung des Lernens führt. Zu oft stehe die Technologie im Vordergrund und die eigentlichen Fragen würden vergessen (Njenga & Fourie, 2010, S. 199–212).

Darüber hinaus kann die Adaption nur sinnvoll integriert und weiterentwickelt werden, wenn eine grundlegende Modellierungen entsprechender Standards, Schnittstellen und Implementierungen vorangetrieben wird. Nur durch

internationale (offene) Standards werden diese komplexen „Mechanismen“ eine robuste Grundlage erhalten können, die nicht andauernd zu redundanten, nicht ausgereiften Lösungen führen (vgl. Slowak, 2012).

Zusammenfassung und Kritik

Bisher wurden nur einige Aspekte des adaptiven E-Learnings erörtert. Wirft man einen dezidierteren Blick auf die Implementation von Systemen, so ist oft eine große Diskrepanz zwischen den umfangreichen theoretischen Überlegungen und der realen Umsetzung festzustellen.

„Although the ideas behind the adaptive learning systems are dreams of all educators, the implementation of these ideas is really difficult“ (Kara & Sevim, 2013, S. 113).

Der Anspruch an Pädagogik, Didaktik, inhaltlicher Qualität und konzeptionellem Aufbau spiegelt sich oft nicht in der konkreten Applikation bzw. Implementierung wider. Zweifellos ist es eine anspruchsvolle und komplexe interdisziplinäre Aufgabe, eine adaptive Lernumgebung zu gestalten, die in allen Einzelbereichen über eine hohe Qualität verfügen muss, um einen Lernfortschritt aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer herbeizuführen. Oft wird jedoch gerade der Lernfortschritt nicht evaluiert und somit auf die wichtigste Überprüfung verzichtet, wie Inan et al. betonen:

This expectation is usually multiplied by the actions of inexperienced instructors or designers who fail to provide individualized feedback, apply appropriate instructional strategies, create sufficient interaction, develop high quality content, build a learning community with social integration, and/or fail to monitor student progress.

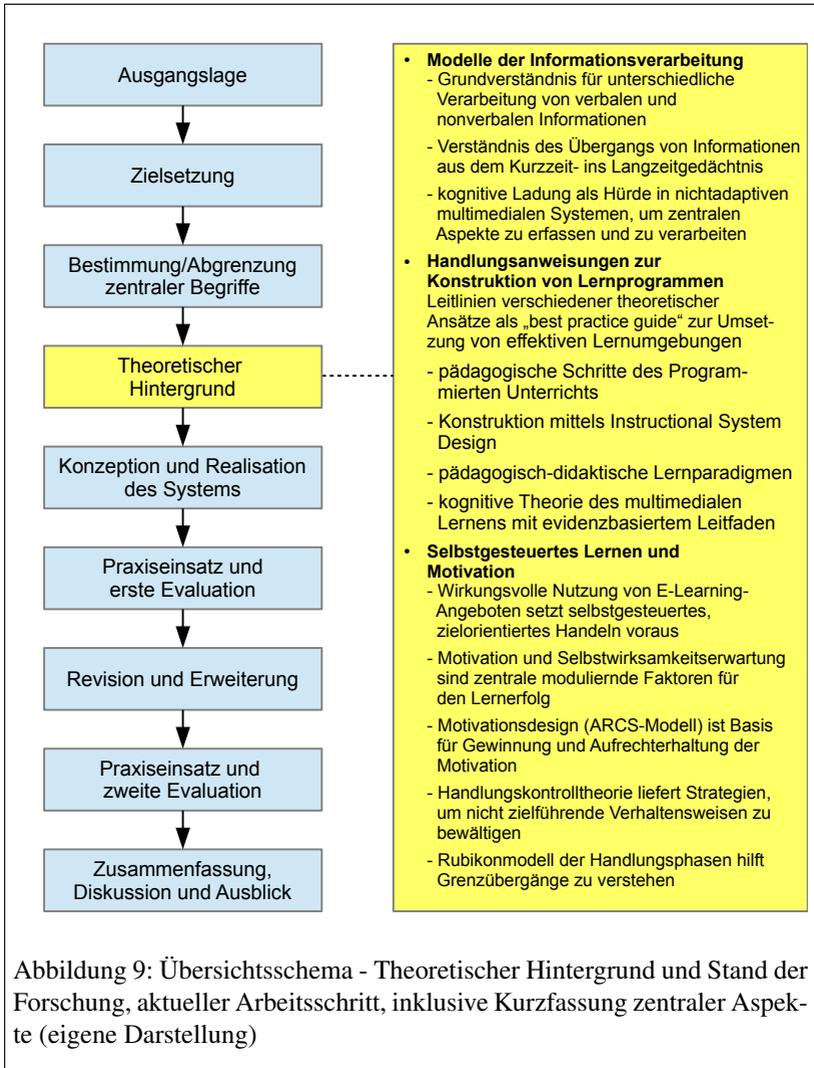
(Inan et al., 2010, S. 149)

Ziel dieser Arbeit ist es, ein System zu verwirklichen, das den interdisziplinären Ansprüchen genügt und dessen Wirksamkeit überprüft werden kann.

Hierbei geht die Realisierung insofern über das Standardkonzept der Adaption hinaus, als dass sie in den gesamten Blended-Learning-Prozess eingreift, also sowohl der E-Learning-Kurs als auch die Präsenzphase adaptiert wird.

Zusammenfassend wird in dieser Arbeit unter adaptivem E-Learning die dynamische Anpassung (Inhalt, Navigation und Rahmenbedingungen) des Blended-Learning-Prozesses (E-Learning-Kurs, Präsenzphase) auf Basis des individuellen studentischen Wissensmodells (mathematische Kompetenzen) verstanden.

4 Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung



Die theoretische Betrachtung des „Bildungscoaching[s] durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung am Beispiel der Mathematik-Grundqualifikation an Hochschulen“ stützt sich auf Modelle der Informationsverarbeitung, Handlungsanweisungen zur Konstruktion von Lernprogrammen und die Thematik des selbstgesteuerten Lernens und der Motivation (siehe Abb. 9). Diese theoretische Auseinandersetzung war notwendig, um die Entwicklung und Optimierung einer integrierten und adaptiven E-Learning-Umgebung konstruktiv und kritisch zu begleiten.

Das Hintergrundwissen zur Informationsverarbeitung soll helfen, typische Fehler, wie etwa die „kognitive Überlastung“ (den „Cognitive Overload“), zu vermeiden. Durch die Auseinandersetzung mit dem Stand der Forschung und verschiedenen theoretischen Ansätzen zur Konstruktion von Lernprogrammen sollte auf gesicherten Erfahrungen und schon entwickelten Leitlinien zur hochwertigen Umsetzung einer effektiven Lernumgebung aufgebaut werden. Schließlich bildet die intensive Auseinandersetzung mit dem selbstgesteuerten Lernen und der Motivation den Ausgangspunkt, um eine wirkungsvolle individuelle Adaption des Bildungscoachings bei zunehmender Diversität der Studienanfängerinnen und -anfänger sowie deren heterogenen Mathematik-Eingangskompetenzen zu erreichen.

4.1 Modelle der Informationsverarbeitung

Um zu verstehen wie der Prozess des Lernens auf der Basis von Lerntheorien und der Konstruktion von Lernprogrammen genauer funktioniert, ist eine erweiterte Betrachtung der Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn notwendig. Diese Informationsverarbeitung als Teil des Lernprozesses wird durch verschiedene konkurrierende, sich teilweise überlappende oder ergänzende Theorien beschrieben, die im Weiteren näher betrachtet werden sollen.

4.1.1 Multiples Speichermodell des Gehirns

Im multiplen Speichermodell des Gehirns (orig: Multi Store Model of Memory), das 1968 von Atkinson und Shiffrin vorgeschlagen wurde, wird zwischen sensorischem Register, Kurzzeit- und Langzeitspeicher differenziert. Nach diesem Modell unterscheiden sich die Komponenten hauptsächlich in ihrer Speicherdauer, Kapazität und dem Encoding. Das sensorische Register, das nur bis zu einer halben Sekunde Informationen bereithält und alle Sensoreignisse erfasst (sehr große Kapazität), hat als Hauptaufgabe die Filterung von Informationen, so dass nur ein kleiner verarbeitbarer Teil an den Kurzzeitspeicher weitergegeben wird. Im Kurzzeitspeicher können nur bis zu 18 Sekunden lang Informationen gespeichert werden, die Kapazität beträgt nur 7 ± 2 Informationsstücke (orig: items). Informationen aus dem Kurzzeitspeicher werden nur an den Langzeitspeicher weitergegeben, wenn die Informationen erprobt (orig: rehearsed) sind (R. C. Atkinson & Shiffrin, 1968).

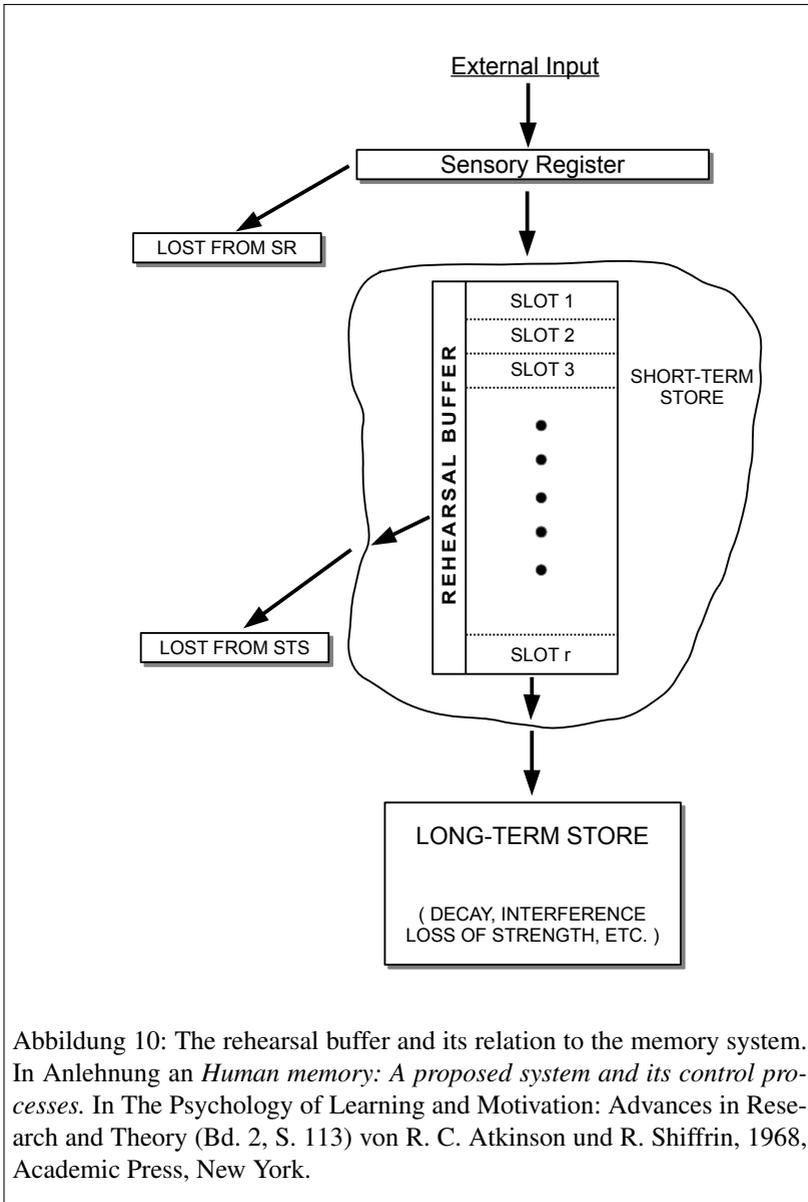


Abbildung 10: The rehearsal buffer and its relation to the memory system. In Anlehnung an *Human memory: A proposed system and its control processes*. In *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (Bd. 2, S. 113) von R. C. Atkinson und R. Shiffrin, 1968, Academic Press, New York.

4.1.2 Cognitive Load Theory

Die Cognitive Load Theory (Sweller & Chandler, 1991) beschäftigt sich mit der Menge an Informationen, die eine Person im Arbeitsgedächtnis verarbeiten kann. Im Unterschied zu oft gut strukturierten Arbeitsbüchern besteht in multimedialen Lernumgebungen die Gefahr des „Cognitive Overload“, die auch als „lost in hyperspace“ oder „serendipity-effect“ bezeichnet wird (Deimann & Keller, 2006). Oft werden zu viele Angebote gleichzeitig präsentiert, so dass der Lernende nicht in der Lage ist, zwischen Haupt- und Nebenaspekten zu unterscheiden. Gerade bei komplexen Thematiken führen diese unnötigen Zweige zu einer zusätzlichen kognitiven „Ladung“, die es vielen Lernenden erschwert, die zentralen Aspekte zu erfassen und zu verarbeiten. Hinzu kommt, dass Lernsysteme, die nicht an das unterschiedliche Ausgangsniveau der Studierenden angepasst werden können, bei den einen Studierenden einen kognitiven Overload, bei den anderen einen Underload erzeugen (J. Keller, 2008).

4.1.3 Dual Coding Theory

In der dualen Theorie der Kodierung (orig: dual coding theory) von Paivio (1971) wird postuliert, dass es im Arbeitsgedächtnis zwei verschiedene Enkodiersysteme zum Wahrnehmen und Verarbeiten verbaler bzw. textueller und bildhafter Informationen gibt. Innerhalb der Weiterentwicklung seiner Theorie fasste Paivio diesen Aspekt genauer und unterschied zwischen einem verbalen und einem nonverbalen System. Beide Systeme arbeiten unabhängig voneinander und sind spezialisiert auf unterschiedliche Informationsquellen (Abb. 11).

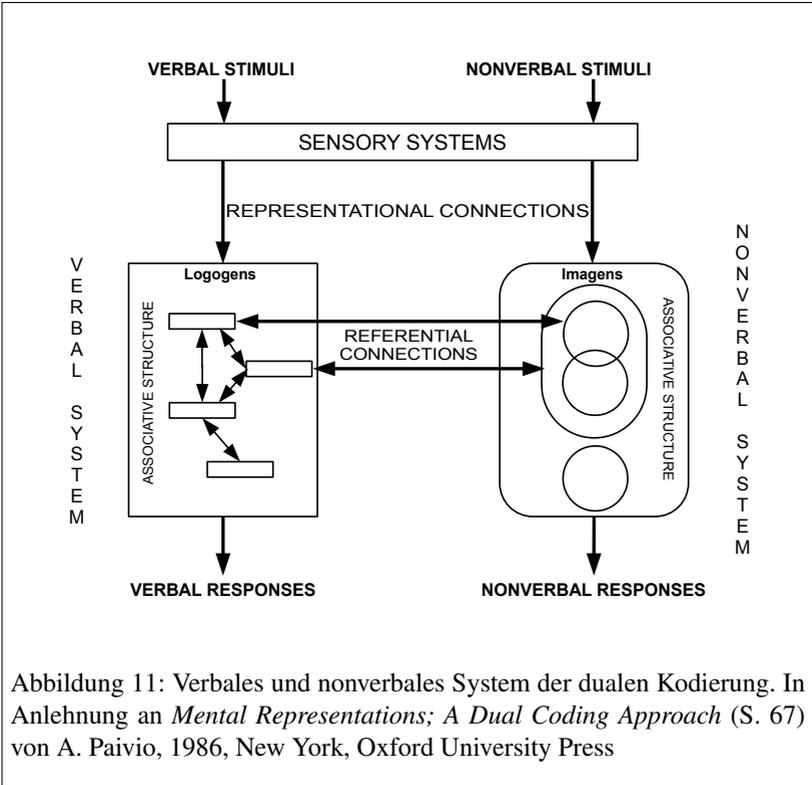


Abbildung 11: Verbales und nonverbales System der dualen Kodierung. In Anlehnung an *Mental Representations; A Dual Coding Approach* (S. 67) von A. Paivio, 1986, New York, Oxford University Press

Im verbalen System werden Informationen mit verbalen Begriffen assoziiert, im nonverbalen System werden nonverbale Begriffe als Bilder visualisiert.

The verbal system contains visual, auditory, articulatory, and other modality-specific verbal codes (e.g., representations for such words as book, text, livre, school, teacher, learn, strategy, mathematics, and worry). These word-like codes are arbitrary symbols that denote concrete objects and events, as well as abstract ideas. [...]

Nonverbal representations include modality-specific images for shapes (e.g., a chemical model), environmental sounds (e.g., school bell), actions (e.g., drawing lines or pressing keys), skeletal or visceral sensations related to emotion (e.g., clenched jaw, racing heart), and other nonlinguistic objects and events. Such imaginal representations are analogous or perceptually similar to the events that they denote, rather than being arbitrary symbols (J. M. Clark & Paivio, 1991, S. 151–152).

Die beiden Systeme werden durch Verbindungen zu einem komplexen assoziativen Netzwerk verknüpft. Die Vernetzungen werden als referentielle Verbindungen (orig: referential connections) bezeichnet. Innerhalb der Systeme gibt es weitere Zusammenschlüsse, die als assoziative Verknüpfungen (orig: associative connections) bezeichnet werden. Im verbalen System werden Wörter mit anderen Wörtern assoziiert, im nonverbalen System Bilder mit anderen Bildern. Somit unterscheidet Paivio insgesamt drei unterschiedliche Verarbeitungsformen (orig: types of processing): die repräsentative (orig: representational) Verarbeitung, als direkte Aktivierung des verbalen oder nonverbalen Systems, die referentielle Verarbeitung, als gegenseitige Aktivierung der beiden Systeme, und die assoziative Verarbeitung, als Aktivierung innerhalb der Systeme. Durch elektrophysiologische Untersuchungen, genauer gesagt durch die Messung der elektrischen Hirnaktivität durch Elektroenzephalogramme (EEG) und durch die Zuordnung der Wellenformen zu kognitiven Prozessen, während Versuchspersonen konkrete und abstrakte Wörter in einem Satzkontext verarbeiteten, konnte belegt werden, dass eine Theorie der dualen, möglicherweise auch multiplen Kodierung den Versuchsergebnissen eher entspricht als eine einfache Kodierung (Holcomb, Kounios, Anderson & West, 1999).

4.2 Handlungsanweisungen zur Konstruktion von Lernprogrammen

4.2.1 Programmierter Unterricht

Der Behaviorismus, eine hauptsächlich aus der Verhaltensforschung mit Tieren abgeleitete Lerntheorie, die auf Arbeiten von Watson (1913) und Thorndike (1911) zurück gehen und von Skinner weiterentwickelt wurde, bildete den theoretischen Unterbau für die mechanischen Lernmaschinen von Skinner (Abb. 8), die im sogenannten programmierten Unterricht eingesetzt wurden. Das menschliche Gehirn wird als „Black Box“ betrachtet, das durch Reize zur gewünschten Reaktion gebracht werden kann. Durch Verstärkung in Form von Belohnung oder Bestrafung kann das gewünschte Verhalten gefestigt werden. Innerhalb dieser Vorstellung unterschied Skinner zwischen der klassischen Form der Konditionierung, in der nur passiv ein Verhalten auf einen Reiz gelernt wird, und der Verstärkung einer aktiven Handlung eines Individuums, das die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eben dieser Handlung erhöht, die sogenannte operante/instrumentelle Konditionierung.

Skinner formulierte sechs wichtige pädagogische Schritte für seine Vorstellung des programmierten Unterrichts:

1. Auf jede Antwort muss unmittelbar eine Rückmeldung folgen
2. Alle Schüler sollten eine Unterrichtseinheit jeweils in ihrem persönlichen Lerntempo bewältigen
3. Die Lernziele müssen klar und objektiv formuliert werden, damit gezielt Rückmeldungen erfolgen und Belohnungen gegeben werden können (Skinner verstand darunter bspw. eine Liste von Fragen und Antworten)
4. Aufgaben sollten so gestellt sein, dass sie mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig gelöst werden. Dadurch werden Frustrationen vermieden und

die Anzahl jener Antworten wird erhöht, die verstärkt werden sollen

5. Der Unterrichtsstoff muss in eine Abfolge von Frage- und Antwortkombinationen gebracht werden. Diese „Rahmen“ sollten von leichten zu schwierigen Inhalten fortschreiten und den Stoff aus möglichst unterschiedlichen Blickwinkeln angehen
6. Die Lernenden sollen möglichst aktiv sein und Fragen und Antworten auch wirklich bearbeiten. Besonders ausdauerndes und gutes Arbeiten sollte durch eine Reihe von Zusatzbelohnungen honoriert werden

Diese Regeln dienen vielen mechanischen und computergestützten Lehrmaschinen als Leitfaden (Hasebrook, 1995, S. 158–159), (Skinner, 1958, S. 969–977).

Niegemann weist darauf hin, dass

Skinner's [sic!] Ansatz [...] in der heutigen Diskussion um computergestützte Instruktion nicht selten abqualifiziert [wird], ohne seinen Beitrag zur Entwicklung einer lernpsychologisch begründeten Instruktionstechnologie historisch zu würdigen. Obwohl sich die theoretische Deutung der Lernprozesse bei kognitiven Lehrinhalten als unzureichend erwiesen hat, sind die [...] praktischen Anweisungen Skinners zum Vorgehen bei der Entwicklung von Lernprogrammen [...] in wesentlichen Teilen noch immer aktuell, auch wenn die Begründungen heute andere sind (Niegelmann zitiert nach Preußler, 2008, S. 13).

4.2.2 Instructional System Design

Das Instructional System Design ist aus dem Behaviorismus hervorgegangen und hat sich in Kombination mit dem Kognitivismus weiterentwickelt. Im Kognitivismus wird das Gehirn nicht als passiver Behälter betrachtet, der einzig auf die Stimulierung von außen reagiert, sondern es werden der aktive,

selbstständige Erkenntnis- und Verarbeitungsprozess und die Vorerfahrungen der Lernenden berücksichtigt.

In manchen Darstellungen wird diese Weiterentwicklung auch als „Instructional Design 2“ bezeichnet (Schulmeister, 2007, S. 64). In diesem Zusammenhang gibt das ADDIE-Modell sehr konkrete Hilfestellungen für die Konstruktion von effektiven Lernprogrammen.

4.2.3 ADDIE

In einem fünfphasigen Modell (ADDIE = Analysis, Design, Development, Implementati- on, Evaluation) ist der Entwicklungszyklus dargestellt. Obwohl die Originalquelle für das ADDIE-Modell nicht ermittelbar ist (Molenda, 2003, S. 34–36), ist es seit 1995 als „Dachbegriff“ (orig: umbrella) für Instructional System Design-Modelle (ISD-Modelle) verwendet worden. In Abb. 12 ist eine modifizierte Fassung dargestellt, in der die Evaluation nach außen gestellt wurde, da diese nach jeder Phase erfolgen sollte.

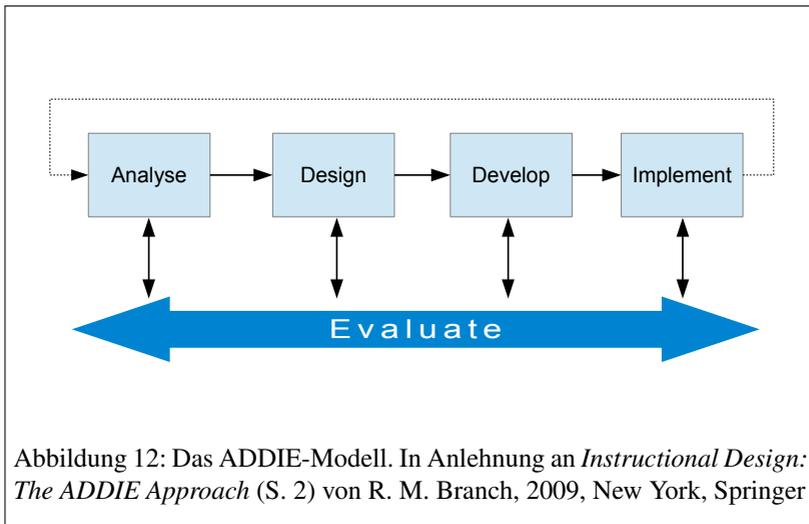


Abbildung 12: Das ADDIE-Modell. In Anlehnung an *Instructional Design: The ADDIE Approach* (S. 2) von R. M. Branch, 2009, New York, Springer

Dabei sind die Phasen sehr konkret herausgearbeitet worden, so das ein praktikables Werkzeug zum Design solcher Systeme entstanden ist. So sind in der Analysephase die folgenden Fragen zu stellen:

- Who are the learners and what are their characteristics?
- What is the desired new behavioral?
- What types of learning constraints exist?
- What are the delivery options?
- What are the pedagogical considerations?
- What are adult learning theory considerations apply?
- What is the timeline for project completion?

(Branch, 2009)

4.2.4 Pädagogisch-didaktische Lernparadigmen

Nach Baumgartner muss innerhalb seiner Modellvorstellung vom Lehren I, II, III ergründet werden (Abb. 13), welcher Lerninhalt und welche Kompetenz vermittelt werden sollen, um den richtigen „Lehrtypus“ zu finden.

Transfer	TutorIn	Coach
		
Faktenwissen („know-that“)	Prozeduren, Verfahren („know-how“)	Soziale Praktiken („knowing-in-action“)
Vermittlung	Dialog	Interaktion
wissen, erinnern	(aus)üben, Problem lösen	reflektierend handeln, erfinden
Wiedergabe korrekter Antworten	Auswahl und Anwendung der korrekten Methoden	Bewältigung komplexer Situationen
merken, wieder- erkennen	Fähigkeit, Fertigkeit	Verantwortung, Lebenspraxis
lehren, erklären	beraten, helfen, vorzeigen	kooperieren, gemeinsam umsetzen
LEHREN I	LEHREN II	LEHREN III

Abbildung 13: Lehren I – III. In Anlehnung an *Content Management Systeme für den Bildungsbereich* (S. 23) von P. Baumgartner und M. Kalz, 2004, Innsbruck; Wien; München; Bozen, Studienverlag.

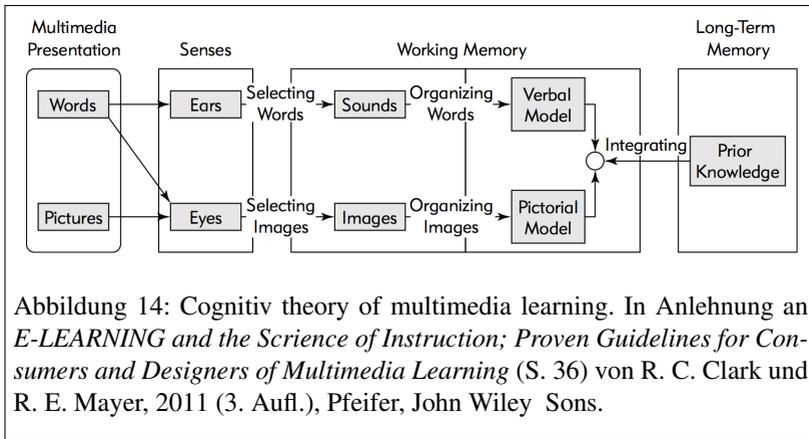
Handelt es sich um grundlegendes Faktenwissen, so ist Lehren I die passende Variante, die auf das Vermitteln von Wissen ausgelegt ist. Lehren II benötigt bereits erfahrene Lernende, mit denen die/der Lehrende in Dialog treten kann, um ihnen Prozeduren und Verfahren zu vermitteln. Die/der Lehrende nimmt hierzu eine beratende und helfende Funktion ein, um Fertigkeiten und Fähigkeiten aufzubauen. In der Funktion des Coaches in Lehren III kooperiert die/der Lehrende mit den Lernenden, um soziale Praktiken bzw. reflektiertes Handeln zu stützen (Baumgartner & Kalz, 2004).

4.2.5 Kognitive Theorie des multimedialen Lernens

Die von Mayer entwickelte kognitive Theorie des multimedialen Lernens (orig: cognitive theory of multimedia learning) basiert auf drei Prinzipien der Kognitionsforschung:

- dem Zwei-Kanal-Prinzip (orig: dual channels): Personen haben unterschiedliche Kanäle, um visuelle und bildliche Informationen (orig: material) sowie auditive/verbale Informationen zu verarbeiten
- dem Prinzip der begrenzten Kapazität: Personen können aktiv nur wenige Informationsstücke in jedem Kanal zur gleichen Zeit verarbeiten
- dem Prinzip der aktiven Verarbeitung: Lernen entsteht, wenn Personen engagiert in einen angepassten kognitiven Prozess eintreten und Beziehungen zu relevantem Material erkennen, dieses in eine kohärente Struktur einordnen und somit das Neue in das schon vorhandene Wissen integrieren können

In Abb. 14 17 wird die Modellvorstellung von Mayer skizziert, die verdeutlichen soll, wie Personen anhand von Multimedia-Lektionen lernen. Das Zwei-Kanal-Prinzip wird durch die zwei Zeilen am Anfang repräsentiert – eine für die Verarbeitung von Wörtern, die andere für die von Bildern. Das Prinzip der begrenzten Kapazität wird durch die große Arbeitsgedächtnisbox (orig: large Working Memory box) in der Mitte des Schaubildes repräsentiert, in der die Wissenskonstruktion geschieht. Das Prinzip der aktiven Verarbeitung wird durch fünf Pfeile repräsentiert (selecting words, selecting images, organizing words, organizing images, integrating), die kognitive Prozesse darstellen, die für das bedeutungsvolle Lernen benötigt werden (R. C. Clark & Mayer, 2011).



Mayer integriert somit in sein Modell die Cognitive Load Theory (siehe Kap. 4.1.2) und die Dual Coding Theory (siehe Kap. 4.1.3).

Um die Entwicklung von E-Learning-Kursen zu unterstützen, haben Clark & Mayer in „E-Learning and the Science of Instruction; Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning“ (2011) einen evidenzbasierten Leitfaden mit 56 Regeln entwickelt.

Diese sind in sechs Hauptkapitel untergliedert. Von diesen werden im Folgenden die ersten 13 Prinzipien aufgeführt. Jeder dieser Aussagen ist ein einzelnes Kapitel im Buch gewidmet.

Multimedia Guidelines for All Types of e-Learning

If Using Visual Mode Only:

1. Use relevant graphics and text to communicate content - Multimedia Principle.
2. Use animations to demonstrate procedures; use a series of stills to illustrate processes - Multimedia and Coherence Principles.

3. Use simpler visuals to promote understanding - Coherence Principle.
4. Use explanatory visuals that show relationships among content topics to build deeper understanding - Multimedia Principle.
5. Integrate text nearby the graphic on the screen - Contiguity Principle.
6. Allow learners to play an animation before or after reviewing a text description - Contiguity Principle.
7. Avoid covering or separating information that must be integrated for learning - Contiguity Principle.
8. Avoid irrelevant graphics, stories, and lengthy text - Coherence Principle.
9. Write in a conversational style using first and second person - Personalization Principle.
10. Use virtual coaches (agents) to deliver instructional content such as examples and hints - Personalization Principle.
11. Break content down into small topic chunks that can be accessed at the learner's preferred rate - Segmentation Principle.
12. Teach important concepts and facts prior to procedures or processes - Pretraining Principle.
13. When teaching concepts and facts prior to procedures or processes, maintain the context of the procedure or process - Pretraining Principle.

(R. C. Clark & Mayer, 2011, S. 405–406)

Somit hat die Multimedia-/E-Learning-Designerin bzw. der Multimedia-/E-Learning-Designer ein auf empirischer Forschung und psychologischen Prozessen basiertes „best practice guide“ an der Hand, mit dem sie/er jeden Entwicklungsschritt eines selbst zu erstellenden Kurses reflektieren kann, um diesen möglichst effektiv zu gestalten.

Mayer selbst schränkt den Nutzen dieser Regeln für die Multimedia-Prinzipien wie folgt ein:

Does the multimedia principle apply equally to all learners? There is evidence that our recommendation to use words and graphics is particularly important for learners who have low knowledge of the domain (whom we can call novices) rather than learners who have high knowledge of the domain (whom we can call experts).

(R. C. Clark & Mayer, 2011, S. 83)

Obwohl auf der einen Seite zahlreiche Studien die Wirksamkeit dieser Prinzipien belegen, herrschen auf der anderen Seite für grundsätzliche Thesen, nämlich für die, dass das Lernen durch die Kombination von Text und Bild unterstützt wird, ebenfalls widersprüchliche Meinungen vor.

So konnten Rasch & Schnotz zeigen, dass in ihrer Studie die Lerneffizienz höher war, wenn nur der Text anstelle von Text und Bildern genutzt wurde. Auch weisen die Autoren auf andere Studien hin, die konträre Ergebnisse liefern (Rasch & Schnotz, 2009).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mit der kognitiven Theorie des multimedialen Lernens wichtige Erkenntnisse verbunden sind, die die Umsetzung eigener E-Learning-Inhalte stützen. Im jeweiligen Kontext müssen die Leitlinien kritisch betrachtet und ihre Wirksamkeit empirisch untersucht werden.

4.3 Selbstgesteuertes Lernen und Motivation

Die wirkungsvolle Nutzung von E-Learning-Angeboten setzt die Fähigkeit des selbstgesteuerten Lernens und der Selbstmotivation voraus.

So konstatierte Schulmeister:

An das Studien- und Lernverhalten von Studierenden in virtuellen Lernumgebungen werden hohe Anforderungen gestellt. Ein hohes Maß an Leistungsmotivation, Lernfähigkeit und vor allem Selbständigkeit im Lernen und Selbstdisziplin wird erwartet und vorausgesetzt, da die sozialen Situationen fehlen, in denen sich derartige Fähigkeiten und Einstellungen kommunikativ entwickeln könnten. Es ist deshalb absehbar, dass ein relativ hoher Prozentsatz der Studierenden diese Hürden nicht nehmen wird. Die Abbrecherquoten im Präsenzstudium sind in einigen Fächern erschreckend hoch. Im Fernstudium sind die Abbrecherquoten bekanntermaßen noch höher.

(R. Schulmeister, 2005, S. 233)

Am Anfang der Nutzung einer E-Learning-Umgebung steht die Hürde der Motivation der Studierenden diese zu nutzen. Die Fragen, die es zu beantworten gilt, sind folgende: Woher beziehen die Lernenden ihre Motivation? Und: Ist die/der Lehrende für die Unterstützung dieser Motivation zuständig?

Die letzte Frage kann unterschiedlich beantwortet werden. So vertreten Lehrende oft den Standpunkt, dass sie zwar für den gut aufbereiteten Inhalt (on- und offline), nicht aber für die Aufrechterhaltung der Motivation der Lernenden verantwortlich seien (J. M. Keller, 2010).

Für Keller hingegen ist die Motivation des Lernenden bei der Gestaltung der Lernangebote von entscheidender Bedeutung. Bei der Entwicklung eines pragmatischen, die Designerin bzw. den Designer von Lernmaterial unterstützenden Modells betrachtet Keller (2010) den Begriff der Motivation aus

der philosophischen Sicht eines „Perspektivalisten“ (perspectivalist) (Wheelwright, 1962), der davon ausgeht, dass die „Wahrheit“ dazu neigt, vom Kontext abhängig und relativ zu sein. Hiermit ist genauer gemeint, dass Theorien immer in einem sehr engen Kontext bzw. einer Domain und unter festgelegten Rahmenbedingungen gültig sind, im Allgemeinen jedoch keine adäquaten Erklärungen außerhalb dieser Domain oder der festgelegten Rahmenbedingungen erlauben. Keller geht davon aus, dass eine Aggregation mehrerer Theorien zu einem Modell auf höherer Ebene führen kann und dadurch die gesamte Erklärungsstärke zunimmt. Diese Überlegungen bilden die Grundlage für das „Macro Modell of Motivation and Performance“.

However, to have integrative theories it is necessary to move outside of the given paradigms and demonstrate how these various approaches can be combined to provide more explanatory frames of reference than any one of them can do by itself.
(J. Keller, 2008, S. 79)

In diesem Sinne hat Keller (2008) durch die Synthese vieler Einzeltheorien eine integrative Theorie der Motivation, Handlungskontrolle und Leistung (orig: MPV, Motivation, Volition, Performance) geschaffen, die durch Hinzunahme von Konzepten der Intention, Handlungskontrolle und Informationsverarbeitung zum ursprünglichen ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction)-Modell ein Systemmodell bildet, das für das Verständnis und den Aufbau von Online-Lernangeboten besonders geeignet erscheint (siehe Kap. 4.3.1).

Die Entwicklung des Mathematik-Coaching-Systems, wie es innerhalb dieser Arbeit umgesetzt und als Qualifizierungssystem für eine Hochschule genutzt wurde, ist in den einzelnen Entwicklungsstufen jeweils auf Basis der Theorie von Keller reflektiert und verbessert worden. Dies wird in der Konzeptions-, Realisierungs- und Revisionsphase deutlich werden.

4.3.1 Motivationsdesign, das ARCS-Modell

Das Motivationsdesign, so wie es von Keller (2010) verstanden wird, stellt die Brücke dar zwischen dem theoretischen Studium der Motivation und der Praxis zur Steigerung oder Veränderung der Motivation von Personen.

On one side of the bridge are concepts, theories, and principles from their study of human motivation, and on the other side are procedures, successful practices, and design processes that have resulted from the work of designers and practitioners whose aim is to improve learners motivation.

(J. M. Keller, 2010, S. 2)

Für ihn ist es nicht einfach ein Weg „from theory to practice“, sondern eine bilaterale Zusammenarbeit und ein gemeinsamer Lernprozess.

Dies veranlasst Keller zur Aussage:

The assumption of this author is that a designer must be a problem solver who diagnoses situations and then employs all concepts and strategies that are appropriate, not a technician who selects and implements strategies from a list of prescriptions or a theoretician who restricts his perspectives to a single conceptual perspective.

(J. M. Keller, 2010, S. 2)

Wie in Schäfer (2013) diskutiert, wurde der innerhalb dieser Arbeit realisierte Online-Kurs unter Berücksichtigung des ARCS Modells von Keller (2010) entwickelt.

Daher sollen an dieser Stelle die Methoden des Motivationsdesigns zur Realisierung von Lernumgebungen erörtert werden, die konkret zur lernermotivierenden Umsetzung des E-Learning-Mathematikurses, der innerhalb dieser

Arbeit realisiert wurde, beigetragen haben. Im Zentrum dieses Ansatzes steht das ARCS-Modell, wie es 1984 von Keller eingeführt wurde. Das Modell ist nach den Anfangsbuchstaben der Hauptkategorien benannt, die nach Keller als Hauptdimensionen für menschliche Motivation insbesondere im Kontext des Lernens zusammengefasst werden können (Tab. 2).

Tabelle 2: ARCS: Hauptkategorien, Definitionen und Prozessfragen. In Anlehnung an *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach* (S. 45) von J. M. Keller, 2010, Springer US.

Major Categories and Definitions		Process Questions
Attention	Capturing the interest of learners; stimulating the curiosity to learn	How can I make this learning experience stimulating and interesting?
Relevance	Meeting the personal needs/goals of learner to effect a positive attitude	In what ways will this learning experience be valuable for my students?
Confidence	Helping the learners believe/feel that they will succeed and control their success	How can I via instruction help the students succeed and allow them to control their success?
Satisfaction	Reinforcing accomplishment with rewards (internal and external)	What can I do to help the their fell good about their experience and desire to continue learning?

Die Hauptdimensionen Aufmerksamkeit (attention), Relevanz (relevance), Erfolgszuversicht bzw. Selbstvertrauen (confidence) und Zufriedenheit (satisfaction), deren Definitionen und zugehörigen Prozessfragen, wie sie in Tab. 2 zusammengefasst sind, bilden in dieser Arbeit den Ausgangspunkt zur Umsetzung des Online-Mathematikurses. Ziel war es, die Lernenden früh-

zeitig zu motivieren und deren Motivation aufrechtzuerhalten, um die Verweildauer im Kurs zu verlängern und zur Auseinandersetzung mit den Materialien zu motivieren. Diese Überlegungen werden in den Kapiteln 5.2.2 und 7 differenzierter erörtert. In einem ersten Schritt soll im Weiteren auf die Funktion und Wirkungsweise der einzelnen Hauptdimensionen eingegangen werden. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Erläuterung der Wechselwirkung der einzelnen Elemente in einem Prozessdiagramm (Abb. 15).

1. Aufmerksamkeit gewinnen

Der erste Eindruck zählt – das gilt auch für E-Learning-Kurse. Viele Faktoren, wie die grafische Gestaltung, Strukturierung, Art der Formulierung und Verwendung multimedialer oder interaktiver Elemente, entscheiden darüber, ob die/der einzelne Lernende einen Kurs interessant findet oder nicht. Daher ist es wichtig, die Neugier und das Interesse der Lernenden frühzeitig zu erwecken und aufrechtzuhalten. Ob die Überlegungen, die die Lernkursentwicklerin oder der Lernkursentwickler hierfür umsetzen, zielführend sind, hängt davon ab, ob es gelingt, die/den einzelnen Lernenden aufgrund der subjektiven Wahrnehmung zu stimulieren. Von Bedeutung sind hier vor allem die Vorabanalyse der Zielgruppe und die Abstimmung der Motivationselemente des Kurses auf diese. Hierbei sollte die Diversität innerhalb der Zielgruppe mit beachtet werden.

2. Relevanz vermitteln

Können die Lernenden erkennen, dass die zu vermittelnden Inhalte für ihre persönlichen Bedürfnisse bzw. Ziele nützlich sind? Für die Motivation der Lernenden ist entscheidend, wie diese Frage beantwortet wird. Auch die Rolle der Relevanz mag subjektiv verschieden sein. Bei der Gestaltung eines Kurses sollte darauf geachtet werden, den Nutzen des Kurses oder der Kursteile für den einzelnen Lernenden hervorzuheben und ebenfalls zu berücksichtigen, dass für verschiedene Personen unterschiedliche Aspekte relevant sein können.

3. Erfolgszuversicht

Werde ich den Stoff verstehen? Bin ich gut genug? So oder ähnlich reflektieren Lernende stetig die aktuellen Anforderungen und ihre Fähigkeit, diese zu bewältigen. Eine zentrale Aufgabe der Kursentwicklerinnen bzw. Kursentwickler ist es, die persönliche Zuversicht der Lernenden in den Lernerfolg zu stärken. Dies führt z.B. zu einer Strategie bewältigbarer Teilschritte mit entsprechendem Feedback. Dabei sollten die Teilschritte den Fähigkeiten der Lernerin/des Lerners entsprechen, damit diese jeweils herausfordernd, aber bewältigbar bleiben. Sind Teilschritte zu einfach, fühlt sich die Lernende/der Lernende unterfordert bzw. hinterfragt (zu Recht) deren Nutzen.

4. Zufriedenheit

Stellt mich die Bewältigung einer Aufgabe zufrieden? Habe ich ein Erfolgserlebnis? Die Lernende bzw. der Lernende arbeitet mit größerer Ausdauer und Motivation in einem Kurs, wenn sie/er hierfür eine Belohnung oder positive Rückmeldungen zur eigenen Leistung bzw. zum Leistungs-/Lernzuwachs erhält. Dies kann bedeuten, dass sie/er einen Teilschritt beendet hat und somit erkennen kann, dass das Ziel einen Schritt näher gekommen ist oder aufgrund einer Aufgabe selber erkennen kann, dass sie/er seine Fähigkeiten ausbauen konnte. Auch können verschiedene andere Anreize, wie das Erhalten eines Zertifikats, das Gefühl, einen Wettbewerb erfolgreich bestanden zu haben oder Ähnliches, wirksam sein. Stets gilt es, die einzusetzenden Mittel genau abzuwägen und auf die Zielgruppe abzustimmen, da ansonsten die Gefahr einer Demotivation besteht.

Zur genaueren Auseinandersetzung, insbesondere mit den Prozessfragen für die einzelnen Dimensionen, sei an dieser Stelle auf die Ausführungen von Keller (2010) auf S. 47–54 verwiesen.

Die bisher betrachteten vier Hauptdimensionen treten nicht isoliert auf, sondern bedingen sich gegenseitig und korrelieren mit einer Reihe äußerer Faktoren. Diese interaktive Beeinflussung kann nach Keller (2008) durch das

Makromodell der Motivation, des Lernens und der Leistung (orig: macro-model of motivation, learning, and performance) illustriert werden (Abb. 15).

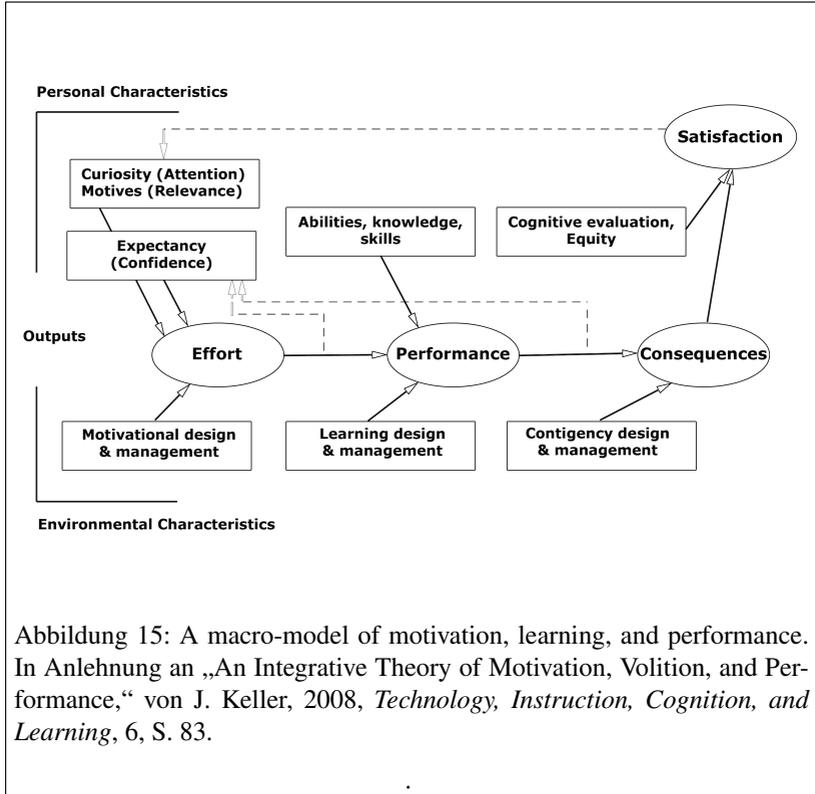


Abbildung 15: A macro-model of motivation, learning, and performance. In Anlehnung an „An Integrative Theory of Motivation, Volition, and Performance,“ von J. Keller, 2008, *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 6, S. 83.

Das Prozessmodell verdeutlicht, wie die Neugier bzw. Aufmerksamkeit (orig: curiosity/attention) einer Person und die persönlichen Motive und Werte (orig: motives (relevance)), im Zusammenspiel mit der Erfolgszuversicht (orig: expectancy (confidence)), die Ziele mit der höchsten Priorität bestimmen und zu zielgerichteter Anstrengung (orig: effort) führen. Umgebungscharakteristika (orig: environmental characteristics), unten dargestellt, und persönliche Charakteristika (orig: personal characteristics) beeinflussen, ob

diese Anstrengung zielgerichtet bleibt und zu einer Erhöhung der Leistung (orig: performance) beiträgt. Die persönliche Leistung, kombiniert mit der Art der Verstärkung bzw. Rückmeldung, bestimmt die Konsequenzen (orig: consequences) der Anstrengung im Hinblick darauf, ob das erwartete Ergebnis erzielt wurde. Diese Konsequenzen, in Kombination mit einer kognitiven Selbstevaluation und Reflektion, wirken sich auf die Zufriedenheit (orig: satisfaction) mit dem Prozess und den Ergebnissen aus. Dies bewirkt ein Feedback, im Modell durch gestrichelte Linien angedeutet, das den nächsten Durchlauf des Zyklus positiv oder negativ beeinflusst. Die persönliche Wahrnehmung des Verhältnisses von Anstrengung und Leistungszunahme sowie zwischen der Leistungszunahme und den Konsequenzen knüpft an die persönlichen Erwartungen an und verändert diese. Der Grad der Zufriedenheit ist wiederum abhängig von den persönlichen Motiven und Werten, so dass die Wertigkeit eines vorgegebenen Ziels verstärkt oder geschwächt wird.

4.3.2 Handlungskontrolltheorie

Das bisher betrachtete Makromodell und die hiermit assoziierten ARCS-Kategorien (Tab. 2) erklären, wie die Motivation eines Lernenden gesteigert werden kann. Allerdings führt Motivation nicht automatisch zu der erwünschten Handlung. Dies war für Keller der Ausgangspunkt, sein Konzept um Erkenntnisse der Handlungskontrolle bzw. Selbstregulation zu erweitern, um die Lernende/den Lernenden beim Übergang von zielelektierenden zu zielrealisierenden Handlungen zu unterstützen (J. Keller, 2008).

Seine Erweiterung basiert zum Teil auf der Handlungskontrolltheorie von Kuhl (1985), die im Folgenden näher erläutert wird, und mündet in der „integrativen Theorie der Motivation, Handlungskontrolle und Leistung“ (orig: integrated theory of motivation, volition and performance), der sich Kapitel 4.3.8 widmet. Die Schwierigkeit, vor denen Studierende, insbesondere in Selbstlernumgebungen, stehen, besteht darin, die vorhandene Motivation in zielorientiertes Handeln umzusetzen. Kuhls (1983) Handlungskontrolltheo-

rie wurde entwickelt, um nicht zielführende Verhaltensweisen zu bewältigen. Hierzu formulierte Kuhl verschiedene Handlungskontrollstrategien, die eingesetzt werden können, sobald ein Ziel bzw. eine Handlungstendenz zur aktuellen Intention wird. Das Commitment, ein bestimmtes Ziel zu erreichen, ist hierbei die Grundvoraussetzung, um diesen Set aus Handlungskontrollstrategien zu nutzen.

Strategien der Handlungskontrolle

1. Aufmerksamkeitskontrolle: aktive Lenkung der Aufmerksamkeit auf absichtsrelevante Informationen (selektive Aufmerksamkeit)
2. Enkodierkontrolle: Informationsaspekte, die mit der augenblicklichen Intention in Zusammenhang stehen, werden tiefer verarbeitet
3. Emotionskontrolle: Beeinflussung der eigenen Gefühlslage zur Sicherung der Handlungsrealisierung
4. Motivationskontrolle: ggf. erneuter Einschub eines Motivierungsprozesses
5. Umweltkontrolle: Veränderung der eigenen Umgebung in einer Weise, die das Durchhalten der aktuellen Absicht fördert
6. Sparsame Informationsverarbeitung: Vermeiden des übermäßig langen Abwägens von Handlungsalternativen
7. Misserfolgsbewältigung, bspw. über das Abstandnehmen von unerreichbaren Zielen

(Kuhl, 1983, 1987)

Nach Kuhl können diese Kontrollstrategien bei Menschen unterschiedlich ausgeprägt sein. Die Personen, die er als handlungsorientiert bezeichnet,

verfügen über diesen Satz von Handlungskontrollstrategien und können Motivation erfolgreich in eine zielgerichtete Handlung umsetzen. Personen, denen ein oder mehrere dieser Strategien fehlen, nach Kuhl als lageorientiert bezeichnet, fällt es schwer, ihre Aufmerksamkeit, Motivation und Emotionen so zu kontrollieren, um sie in zielgerichtetes Verhalten münden zu lassen. Je nach Art des fehlenden Elements unterscheidet Kuhl eine entscheidungsbezogene, eine ausführungsbezogene und eine misserfolgsbezogene Lageorientierung (Kuhl, 1983; Baumert et al., 2000).

4.3.3 Zielführendes Handeln und Selbstbild

Voraussetzung für die oben diskutierte Zielrealisierung ist die im Vorfeld getroffene Zielwahl bzw. Zielselektion. Oettingen und Gollwitzer (2002) zählen Wünschbarkeit und Machbarkeit zu den bedeutsamsten personenseitigen Variablen der Zielwahl. Ein wünschenswertes Ziel hat einen hohen eingeschätzten Anreiz der wahrscheinlichen kurz- und langfristigen Konsequenzen der Zielerreichung. Die Machbarkeit bezieht sich auf die Selbsteinschätzung (Selbstwirksamkeitserwartung), ob die eigene Kompetenz ein zielgerichtetes effektives Verhalten und somit die Zielerreichung ermöglicht. Hierbei steht die Beurteilung eines Ziels immer in Konkurrenz zu anderen potentiellen Zielen. Attraktivere Konsequenzen paralleler Ziele können für die Zielwahl entscheidend sein, aber auch durch übergeordnete Ziele unterdrückt werden.

Dem Schwierigkeitsgrad der Ziele, die sich Personen setzen, liegt, der Theorie der resultierenden Valenz von Festinger (1942) zufolge, ein multiplikatives Konstrukt aus Erfolgs-/Misserfolgswahrscheinlichkeit und Erfolgs-/Misserfolgsanreiz zugrunde. Atkinson (1957) unterstellt, dass jede leistungsorientierte Handlung entsprechend eines Risiko-Wahl-Modells (orig: risk preference model) vollzogen wird. Da jede Handlung immer mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit des Erfolgs bzw. Misserfolgs verbunden ist, bewertet eine Person zuerst, wie hoch das jeweilige Eintreffen und die damit verbundenen Gefühle sind, bevor eine Leistungshandlung in Angriff genommen

wird. Die resultierende Tendenz zur Wahl einer Leistungsaufgabe wird nach Atkinson (ebd.) additiv aus der Tendenz zum Erfolg und der Tendenz zum Misserfolg zusammengesetzt. Die einzelne Tendenz ergibt sich aus der Multiplikation dreier Faktoren:

- dem persönlichen Leistungsmotiv, also der persönlichen Veranlagung Stolz/Scham zu empfinden (M)
- der Erfolgserwartung, also der persönlichen Einschätzung, ob sich Erfolg oder Misserfolg einstellt (W)
- dem Erfolgsanreiz, also des Stolzes auf die erfolgreiche Aufgabenbearbeitung bzw. des Schamgefühls beim Nichtbestehen der Aufgabe (A)

Die letzten beiden Variablen sind voneinander anhängig, da mit der Zunahme des Schwierigkeitsgrades die persönliche Einschätzung des Erfolgs sinkt und der Stolz zunimmt, bzw. wenn der Schwierigkeitsgrad als gering eingeschätzt wird und es zum Misserfolg kommt, das Schamgefühl wächst.

Differenziert nach Erfolg (Index e) und Misserfolg (Index m) wird dies durch die folgenden Formeln ausgedrückt:

$$T_r = T_e + T_m$$

$$T_e = M_e \times W_e \times A_e, \text{ wobei } A_e = 1 - W_e$$

$$T_m = M_m \times W_m \times A_m, \text{ wobei } A_m = 1 - W_m$$

Somit wird in Abhängigkeit der Einschätzung des Eintretens von Erfolg oder Misserfolg und der Stärke der damit verbundenen Gefühle eine Leistungshandlung in Angriff genommen oder vermieden. Hierbei determinieren die Vorerfahrungen des Lernenden deren Selbstwirksamkeitserwartung und

die Wahl des Schwierigkeitsgrades selbst gesteckter Ziele (Oettingen & Gollwitzer, 2002).

In der Forschung sind verschiedene Richtungen der Auseinandersetzung mit dem Einfluss der eigenen Einschätzung auf das Bewältigen von Aufgaben-/Leistungssituationen zu finden. Diese werden als (akademisches) Selbstkonzept (self-concept) bzw. als (akademische) Selbstwirksamkeit (self-efficacy) bezeichnet (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2010).

Der Begriff der Selbstwirksamkeit geht auf Bandura (1977a) zurück.

In Bezug auf die schulische und studentische Entwicklung fasste Bandura (1993) seine Erkenntnisse folgendermaßen zusammen:

People who have a low sense of efficacy in a given domain shy away from difficult tasks, which they perceive as personal threats. They have low aspirations and weak commitments to the goals they choose to pursue. They maintain a self-diagnostic focus rather than concentrate on how to perform successfully. [...] A strong sense of efficacy enhances personal accomplishment in many ways. People with high efficacy approach difficult tasks as challenges to be mastered rather than as threats to be avoided. Such an efficacious outlook fosters interest and deep engagement in activities. They set themselves challenging goals and maintain strong commitment to them. They maintain a task-diagnostic focus that guides effective performance. [...] Once formed, efficacy beliefs contribute significantly to the level and quality of human functioning.

(Bandura, 1993, S. 144–145)

Im Jahr 1994 definierte Bandura den Begriff Selbstwirksamkeit wie folgt:

Perceived self-efficacy is defined as people's beliefs about

their capabilities to produce designated levels of performance that exercise influence over events that affect their lives. Self-efficacy beliefs determine how people feel, think, motivate themselves and behave. Such beliefs produce these diverse effects through four major processes. They include cognitive, motivational, affective and selection processes.

(Bandura, 1994)

Für Bandura (1977, 1997) sind für die eigene Selbstwirksamkeitserwartung vier Quellen bestimmend:

- Enactive mastery experiences (1977 als performance accomplishment bezeichnet)
Die eigene Vorerfahrung ist die vertrauenswürdigste (most reliable) Quelle der Selbstwirksamkeitserwartung. Während Erfolgserlebnisse diese stärken, führt wiederholter Misserfolg zu deren Schwächung
- Vicarious Experience
Die Selbstwirksamkeitserwartung Aufgaben erfolgreich zu bewältigen wird ebenfalls gestärkt, wenn andere Personen, denen ähnliche Eigenschaften zugeschrieben werden, diese Aufgaben erfolgreich bewältigt haben
- Verbal Persuasion
Die verbale Ermutigung und das Feedback von signifikanten Personen beeinflusst die eigene Beurteilung der Selbstwirksamkeit. Der Einfluss ist umso größer, je größer die Glaubwürdigkeit und Sachkundigkeit der rückmeldenden Person eingeschätzt wird
- Physiological reaction (1977 als emotional arousal bezeichnet)
Physiologische Reaktionen, wie bsp. Schwitzen, Herzklopfen, Angst

u.s.w., sind Signale, die die Selbstwahrnehmung beeinflussen und sich negativ auf die Selbstwirksamkeitserwartung auswirken

Ein Vergleich des Selbstkonzepts und der Selbstwirksamkeit, basierend auf Bong & Skaalvik (2003) und von Dickhäuser (2010) adaptiert, ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Vergleich der Konstrukte Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitsüberzeugung im Leistungsbereich. In Anlehnung an *Akademisches Selbstkonzept und Bezugsgruppenwechsel* (S. 22) von O. Dickhäuser, 2010, Hogrefe.

Vergleichsdimension	akademisches Selbstkonzept	akademische Selbstwirksamkeit
Arbeitsdefinition	Wissen über und Eindrücke von sich selbst in Leistungssituationen	Überzeugung, eine gegebene akademische Aufgabe eines ganz bestimmten Niveaus erfolgreich bewältigen zu können
zentrales Element Zusammensetzung	wahrgenommene Kompetenz kognitive (und affektive/ evaluative) Beurteilungen des Selbst	wahrgenommene Zuversicht kognitive Beurteilungen des Selbst
Art der Kompetenz- bewertung	eher soziale und ipsative Bewertungen	eher zielorientierte (und soziale) Bewertungen
Spezifität des Urteilsbereichs	eher domänenspezifisch	eher domänen- und kontextspezifisch
Dimensionalität	multidimensional	multidimensional
Struktur	eher hierarchisch	eher locker hierarchisch
zeitliche Orientierung	eher vergangenheitsorientiert	eher zukunftsorientiert
zeitliche Stabilität	eher stabil	eher veränderbar
vorhergesagte Folgen	Motivation, Emotionen und Leistungsverhalten	Motivation, Emotionen, kognitive und selbstregulierende Prozesse und Leistungsverhalten

Die zentralen Elemente sind die von sich selbst wahrgenommene Kompetenz und die wahrgenommene Zuversicht. Im Hinblick auf die Abgrenzung der Begrifflichkeiten, Überlappungen, Abhängigkeiten und Messverfahren sei

an dieser Stelle auf die Arbeiten von Dickhäuser (2010) und Bong & Skaalvik (2003) verwiesen.

Für diese Arbeit ist ausschlaggebend, dass das studentische Selbstkonzept und die angenommene Selbstwirksamkeit entscheidenden Einfluss auf den Studienerfolg haben. Dies gilt sowohl für das generelle Ziel (ein Studienabschluss) als auch für alle Teilschritte auf dem Weg dorthin.

Both constructs received much attention from educational researchers because of their purported influence on students' academic functioning. Numerous studies reported how positive self-concept or self-efficacy facilitated students' academic engagement, goal-setting, task choice, persistence and effort, intrinsic motivation, strategy use, performance and achievement, and even career selection.

(Bong & Skaalvik, 2003, S. 6–7)

Selbstkonzepte gelten als relativ stabil, d.h.sie bleiben auch über Situationen hinweg konsistent. In beiden Konzepten wird die Bedeutung vorheriger Erfahrungen (orig: mastery and vicarious experiences) als ausschlaggebende Quelle für den eigenen Erfolgsglauben genannt. Im Hochschulkontext bedeutet dies zum einen, dass leistungsstarke Studierende, die im Allgemeinen positive Vorerfahrungen und ein hohes Vertrauen in sich selbst aufgrund ihres Selbstkonzepts bzw. ihrer hohen Selbstwirksamkeitserwartung haben, den Anforderungen des Studiums höchstwahrscheinlich gerecht werden. Auf der anderen Seite meistern Studierende, die über negative (schulische) Vorerfahrungen und einem geringen Vertrauen aufgrund ihres Selbstkonzeptes bzw. ihrer geringen Selbstwirksamkeitserwartung verfügen, die Herausforderungen des Studiums weniger gut. Die zentrale Frage ist, wie bei der zweiten Gruppe eine Veränderung des Selbstkonzepts und der Selbstwirksamkeitserwartung, insbesondere im Hinblick auf die dokumentierte Stabilität, herbeigeführt werden kann.

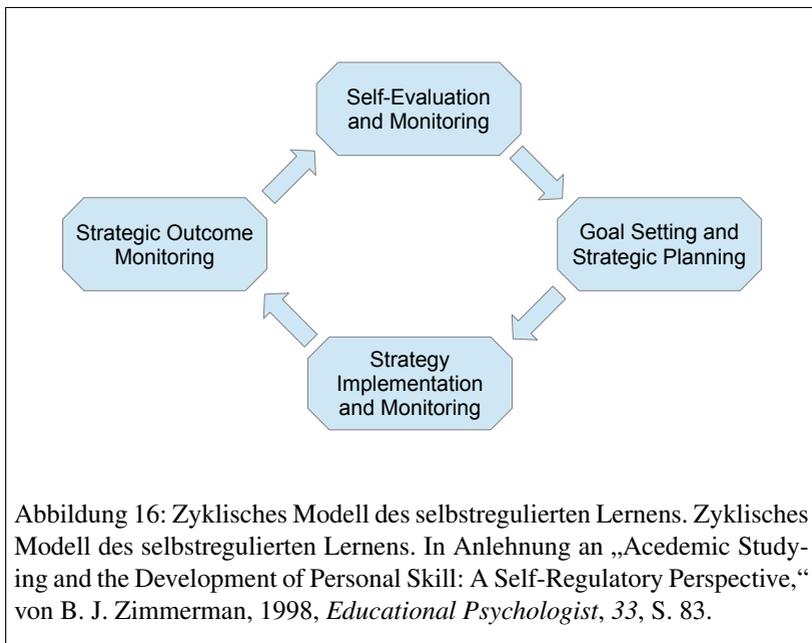
The important question for self-concept enhancement, therefore, has to be not how we change students' self-images directly but, rather, how we can make students less preoccupied with normative ability comparisons in school. Recent work in the areas of achievement goal orientations demonstrated that students' personal goal adoption is greatly influenced by what their schools, teachers, and parents appear to value (Ames and Archer, 1987, 1988; Midgley, Anderman, and Hicks, 1995; Roeser et al., 1996). [...]

Therefore, teachers might be better off investing in (1) fortifying students' efficacy perceptions, especially when the primary goal is to improve their immediate future performance, (2) creating environments that reduce students' preoccupation with ability comparisons, and (3) reducing the impact of academic self-concept on students' self-worth.

(Bong & Skaalvik, 2003, S. 33–34)

4.3.4 Zyklisches Modell des selbstregulierten Lernens

Zimmerman (1998) bedient sich des Modells des selbstregulierten Lernens (Abb. 16), um zu erklären, wie Studierende angeleitet werden können, ihre Studierfähigkeit zu verbessern. Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass die Wahrnehmung der eigenen Studierfähigkeit extrem variiert und erfolglose Studierende oft nur eine vage Vorstellung davon haben, was oder wie durch Hausaufgaben gelernt werden könnte. Diese Personen können von einer systematischen Beobachtung ihrer Arbeitsweise profitieren.



In einem ersten Schritt des Zyklus (self-evaluation and monitoring) ermitteln die Studierenden die Effektivität ihrer aktuellen Studienmethoden. Wurden die Gebiete der eigenen Unzulänglichkeiten ergründet, kann der zweite Schritt (goal setting and strategic planning) eingeleitet werden. Dieser Schritt beinhaltet das Setzen eines bestimmten Lernziels und die Auswahl einer geeigneten Lernstrategie. Die Entscheidung für eine geeignete Strategie ist abhängig vom Repertoire der bekannten Strategien und dem Zugriff auf Lehrerinnen/Lehrer und Peergroups, die neue Strategien beschreiben, demonstrieren und deren Effektivität erklären können. Der dritte Schritt (strategy implementation and monitoring) besteht in der Realisierung der Strategie in einem strukturierten Kontext und der Beobachtung der sorgfältigen Implementierung. Anfängerinnen und Anfänger benötigen oft soziales Feedback und Anleitung bei dem Versuch, eine neue Strategie eigenständig umzusetzen. Im

vierten Schritt (strategic outcome monitoring) fokussieren die Studierenden ihre Aufmerksamkeit auf den realisierten Erfolg mit der Zielsetzung, die eigene Strategie zu verbessern, um eine optimale Effektivität zu erreichen.

Das Modell ist zyklisch, weil die Selbstbeobachtung des jeweiligen Lernversuchs neue Informationen liefert, die sich auf die nachfolgenden Ziele, Strategien und Anstrengungen (performance effort) auswirken (B. J. Zimmerman, 1998).

4.3.5 Rubikonmodell der Handlungsphasen

In den vorherigen Kapiteln wurden verschiedene Einzelaspekte betrachtet, die erklären, wie Motivation erreicht werden kann, wie diese zu Handlungen führen und wie die Zielselektion bzw. Beibehaltung eines Handlungsziels gestärkt werden kann. Um den gesamten Handlungsverlauf zu erklären, haben Gollwitzer & Heckhausen (1987) das Rubikonmodell (siehe Abb. 17) der Handlungsphasen entwickelt. Entsprechend diesem Modell vollzieht sich eine Handlung in vier Phasen, dem Abwägen einer Handlung (predecisional phase), dem Planen (preactional phase) dieser Handlung, dem Handeln (actional phase) selber und dessen abschließender Bewertung (postactional phase). Zwischen den einzelnen Handlungsphasen gibt es drei Grenzen, die den (möglichen) Übergang in die nächste Phase bestimmen: die Intentionsbildung (das Rubikon), der Handlungsbeginn (action initiation) und die Handlungsergebnisse (action outcome).

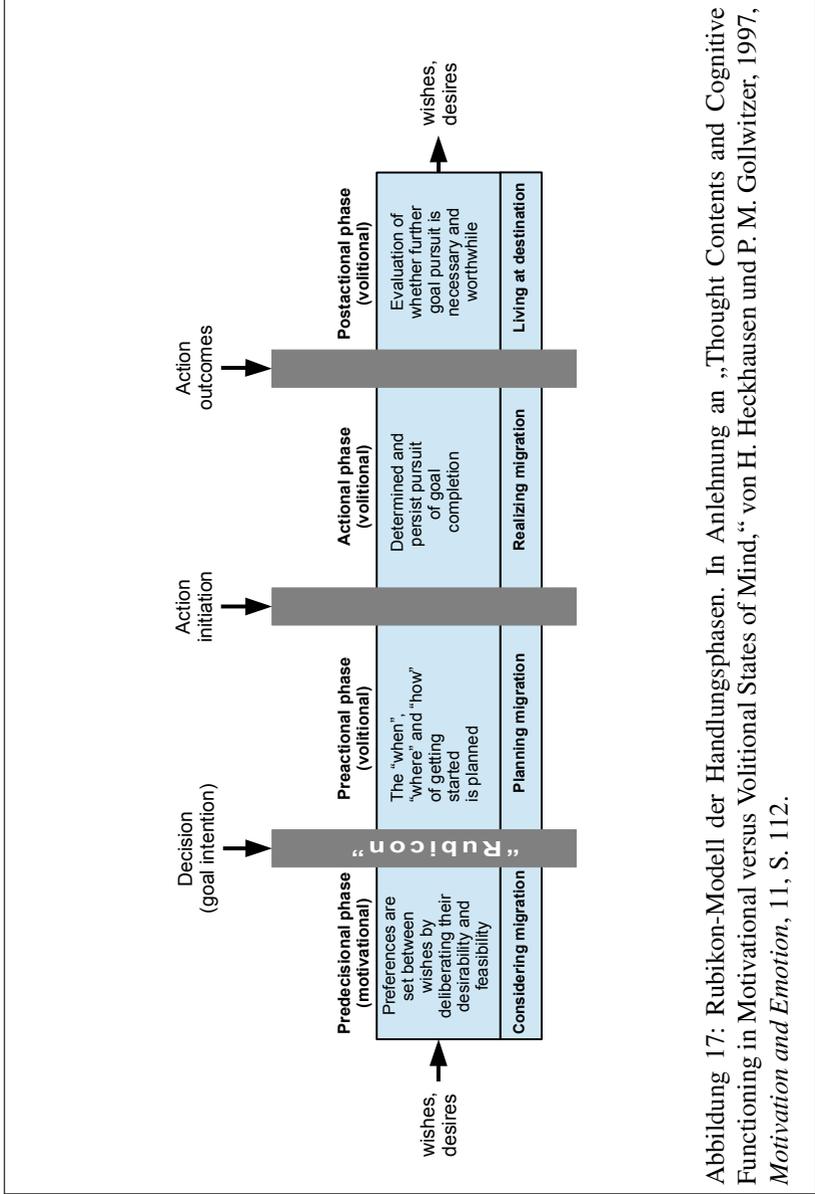


Abbildung 17: Rubikon-Modell der Handlungsphasen. In Anlehnung an „Thought Contents and Cognitive Functioning in Motivational versus Volitional States of Mind,“ von H. Heckhausen und P. M. Gollwitzer, 1997, *Motivation and Emotion*, 11, S. 112.

Ausgehend von der prädeziSIONalen Phase, die durch das Abwägen von Vor- und Nachteilen konkurrierender Wünsche sowie deren Wunsch- und Erreichbarkeit als motivationale Phase geprägt ist, vollzieht sich mit der Entscheidung zugunsten eines Wunsches der Übergang zu einem verbindlichen Ziel. Aus der abwägenden Bewusstseinslage wird die planende Bewusstseinslage. In dieser postdeziSIONalen Phase wird geplant, mit welchen Mitteln die Realisierung des Ziels erfolgen soll. Mit der Entscheidung zum Handlungsbeginn vollzieht sich der Übergang zur dritten Phase, in der die vorher geplanten Handlungen umgesetzt werden. Am Ende dieser Phase findet die Bewertung der durchgeführten Handlungen statt. Aus der handelnden Bewusstseinslage wird die bewertende Bewusstseinslage. Diese vierte postaktionale Phase ist gleichzeitig wieder motivational, da mit der Bewertung der Handlungsergebnisse eine positive bzw. negative Selbstevaluation verbunden ist (Achtziger & Gollwitzer, 2008).

4.3.6 Erweitertes ARCS-Modell

Das erweiterte ARCS-Modell von Keller (Abb. 18) ist durch die Integration von Kuhls Handlungskontrolltheorie und dem Rubikonmodell der Handlungsphasen entstanden. Implizit sind das Risiko-Wahl-Modell und Konzepte der Selbstregulation nach Zimmerman enthalten. Allerdings sind durch die Synthese vieler Theorien und die damit verbundene Generalisierung einige berücksichtigte Theorien nicht mehr sichtbar.

This theory does not purport to supplant any of the component theories and constructs, but only to portray their relationships with the aim of facilitating new directions in research and aiding designers in diagnosing and developing solutions to human performance problems (J. Keller, 2008, S. 89).

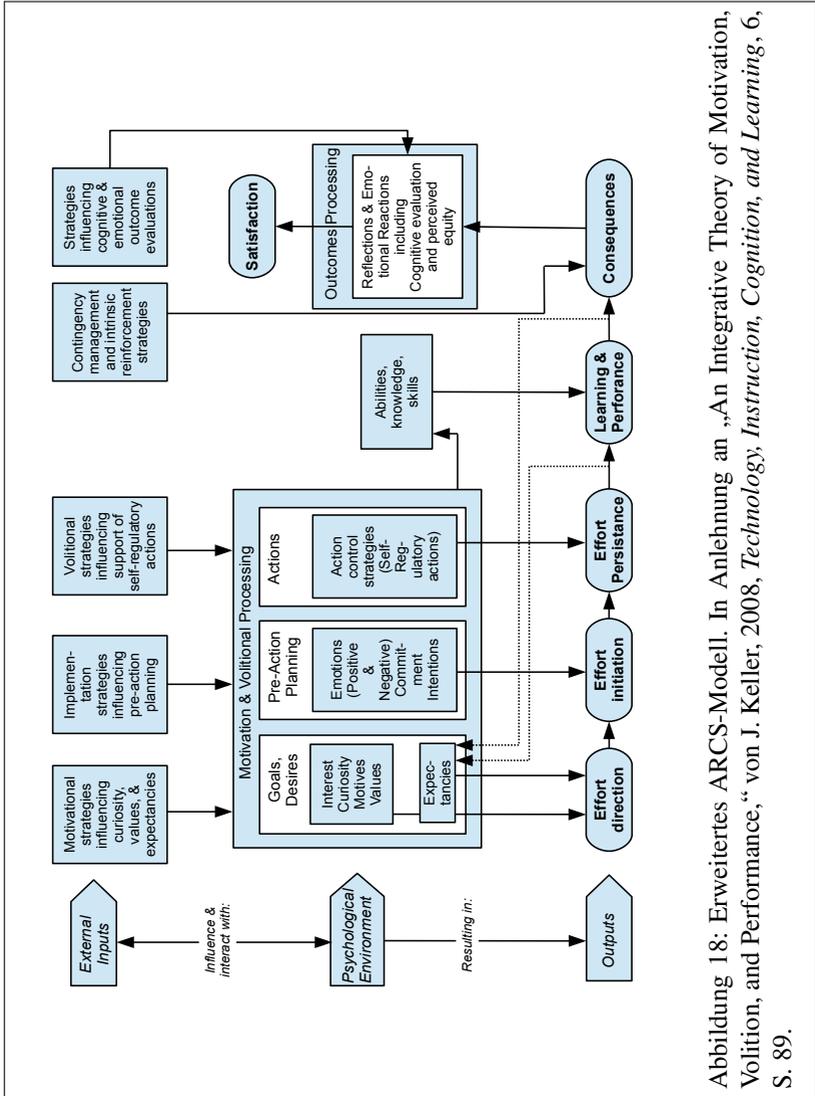


Abbildung 18: Erweitertes ARCS-Modell. In Anlehnung an „An Integrative Theory of Motivation, Volition, and Performance“, von J. Keller, 2008, *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 6, S. 89.

In diesem Modell sind zur Verdeutlichung der Auswirkung der Motivation zwei Elemente, das „pre-actional planning“ und die „action control“, hinzugefügt worden. Anstelle der vereinheitlichenden Benennung „effort“ wurde diese in drei Phasen unterteilt:

- *effort direction*, das Ergebnis einer Zielwahl
- *effort initiation*, die Initiierung von zielgerichteten Handlungen
- *effort persistence*, die Beharrlichkeit mit der ein Ziel verfolgt wird

4.3.7 Erweitertes Informationsverarbeitungsmodell nach Keller

Keller (2008) hat sein Modell unter Berücksichtigung der Dual Coding Theory (Kap. 4.1.3) von Paivio, der Cognitive Load Theory (Kap. 4.1.2), der Arbeiten von Atkinson & Shiffrin's (1968) zum Multiplen Speichermodell des Gehirns (Kap. 4.1.1) und der Arbeiten von Mayer erweitert. Dies führt zu dem Modell in Abb. 19.

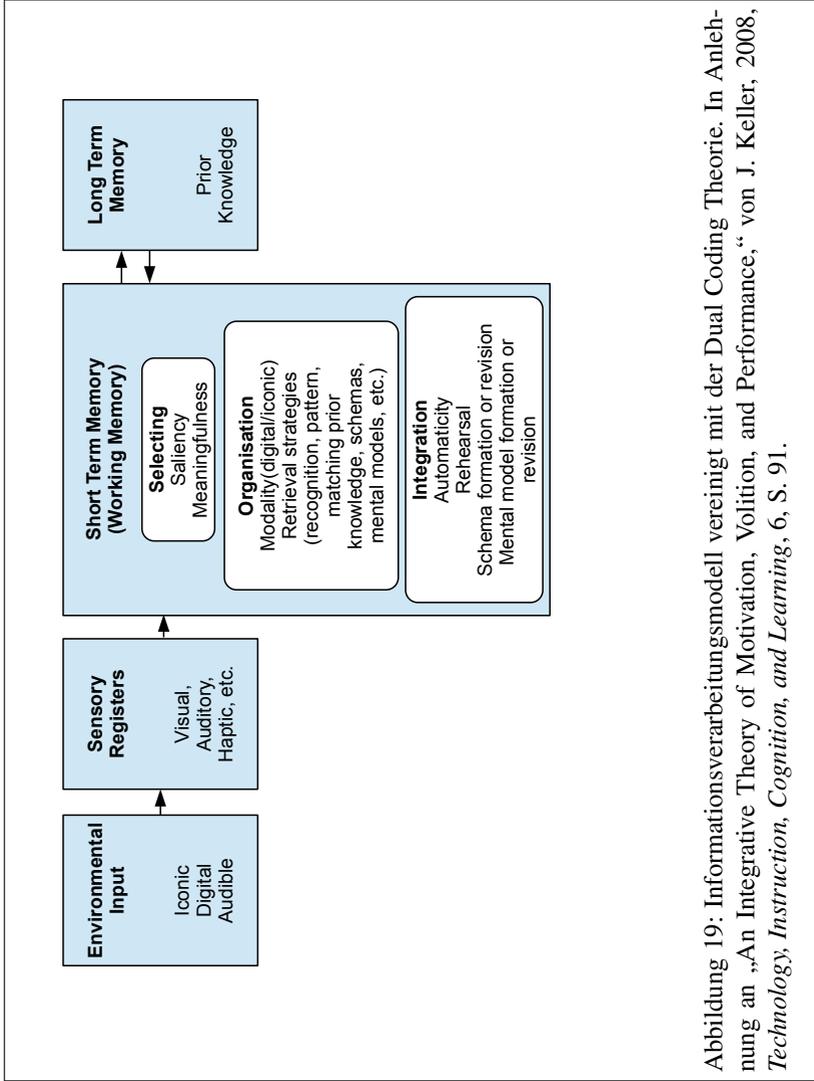


Abbildung 19: Informationsverarbeitungsmodell vereinigt mit der Dual Coding Theorie. In Anlehnung an „An Integrative Theory of Motivation, Volition, and Performance,“ von J. Keller, 2008, *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 6, S. 91.

Da nach Keller (2008) dieses Modell begrenzt ist, weil es keine motivationalen und keine Handlungskontrollelemente enthält, hat er es um die fehlenden Elemente erweitert und in das Gesamtmodell einer integrativen Theorie der Motivation, Handlungskontrolle und Leistung verankert (J. Keller, 2008).

4.3.8 Integrative Theorie der Motivation, Handlungskontrolle und Leistung (MVP)

Mit dem Modell der Motivation, Handlungskontrolle und Leistung (orig: motivation, volition, and performance) fasst Keller (2008) die bisherigen Erkenntnisse zu einem Gesamtmodell zusammen, das ein möglichst vollständiges Bild des Gesamtprozesses ermöglicht (siehe Abb. 20).

[...] the proposed new macro-model seems to offer a more comprehensive basis for developing theory and research on the dynamics of motivation, volition, and information processing in regard to learning, performance, and instructional design.

(J. Keller, 2008, S. 95)

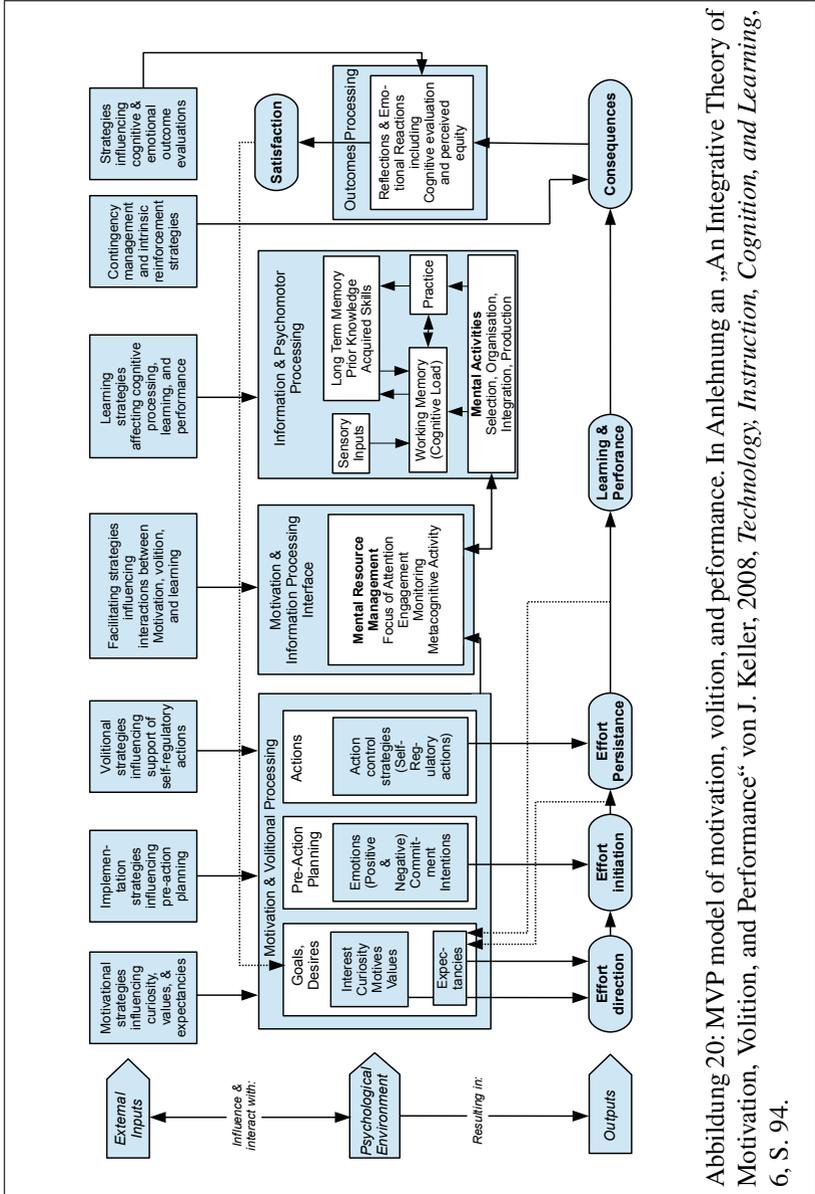
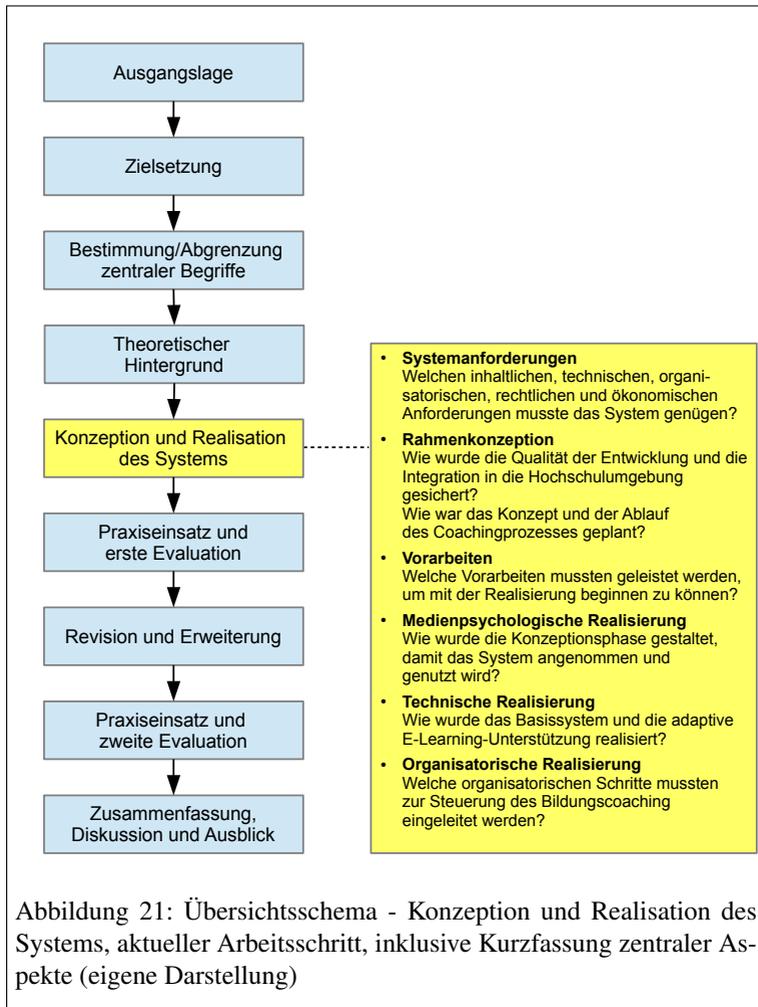


Abbildung 20: MVP model of motivation, volition, and performance. In Anlehnung an „An Integrative Theory of Motivation, Volition, and Performance“ von J. Keller, 2008, *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 6, S. 94.

Das MVP-Modell wurde bei der Konzeption, Umsetzung und Revision als übergeordnetes Schema verwendet, um kritisch zu reflektieren ob alle wichtigen, das individuelle zielführende Lernen unterstützende Faktoren berücksichtigt wurden.

5 Konzeption und Realisation des Systems auf Basis des aktuellen Theorie- und Forschungsstandes für die Hochschule Ruhr West



Basierend auf theoretischen Überlegungen und Vorerfahrungen des Verfassers dieser Arbeit mit Mathematik-Eingangstests, Mathematik-Brückenkursen und Mathematik-Vorlesungen startete im April 2011 die Konzeptionsphase, die im Sommer 2011 zur Übernahme des Mathematik-Vorkurskonzepts an der Hochschule Ruhr West geführt hat und schließlich in die erste Praxisphase im Wintersemester 2011/2012 mündete. Notwendig war zu diesem Zeitpunkt die möglichst vollständige Erfassung der Anforderungen und die Schaffung eines gewichteten, kategorisierten Kriterienkatalogs, der die Grundlage für ein stringentes Projektmanagement bildete, um den Praxiseinsatz im Wintersemester 2011/2012 zu gewährleisten. Hierbei kam eine nutzerzentrierte Herangehensweise zur Anwendung, die auf die frühzeitige und regelmäßige Einbindung der Studierenden, der Lehrenden, des Studierendenservices, der Qualitätsmanagementabteilung, der Gleichstellungsbeauftragten und des Vizepräsidenten für Forschung und Lehre setzte.

5.1 Systemanforderungen

In einem iterativen Prozess wurden die Anforderungen an das „Bildungscoaching durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung am Beispiel der Mathematik-Grundqualifikation an Hochschulen“ ermittelt, kategorisiert, gewichtet und als Grundlage für den Realisierungsprozess genutzt. Im Folgenden wird eine Kurzfassung dieses Anforderungskatalogs präsentiert.

- Inhaltliche Anforderungen
 - Mathematiktest, der zur Kompetenzerfassung geeignet ist
 - Umfangreiche, gut aufbereitete zum selbstgesteuerten Lernen geeignete Materialien, die den Inhalt von der Unterstufen-Mathematik bis zur Mathematik des 1. Semester abdecken

- Umfangreiche Selbsttestaufgaben zur Kontrolle und zum Feedback des eigenen Lernstandes
 - Einheitlicher, gut strukturierter Aufbau unter Berücksichtigung des Corporate Design der HRW
 - Aufbau und individuelle Adaption nach Grundsätzen des Motivationsdesigns (ARCS-Modell)
 - Unterstützung des zielführenden Handelns
- Technische Anforderungen
 - E-Learning-Plattform mit persönlichem, passwortgeschütztem Zugang für jede Studierende/jeden Studierenden
 - Zentrale Datenbank zur kompetenzabhängigen Steuerung
 - Schnittstellen zur effektiven Datenaufnahme aus den Eingangstests
 - Dynamische Auswertung von Nutzerinteraktionen zur Feedbacksteuerung in der E-Learning-Plattform
 - Schnittstellen zur Steuerung der Präsenzkurse (automatische Kursaufteilung, Generierung von Einladungsmails etc.)
 - Fehler- und wartungsarmes, stabiles, erweiterbares Gesamtsystem
- Organisatorische Anforderungen
 - Persönliche Betreuung der Mathematik-Eingangstests während der Immatrikulationsphase (> 2 Monate)
 - Akquise, Auswahl und Qualifizierung von Lehrenden für die Präsenzkurse
 - Hochschulweite themen- und studiengangsbezogene Raumorganisation für die Präsenzkurse

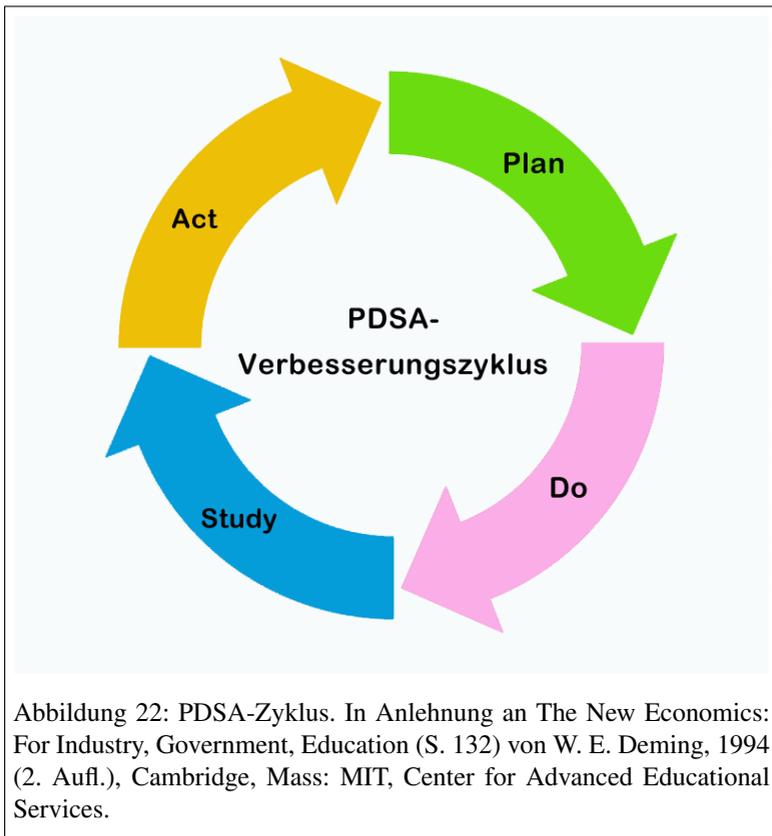
- Erstellung und Beschaffung von Kurzmaterialien für die Präsenzkurse
- Aufbau eines Grundkonzepts zum inhaltlichen Ablauf der Präsenzkurse
- Erstellung, Verteilung und Auswertung des Zwischen- und Abschlusstests
- Rechtliche Anforderungen
 - Einhaltung von Datenschutzregeln in Bezug auf die Studierenden
 - Belehrung über Zweck und Grenzen von formativen und summarischen Evaluationen
 - Anonymisierung der Studierenden durch Nutzung von Einwegschlüsseln (Bewerbernummer)
 - Auswertungen nur unter der Bedingung, dass nicht auf Einzelpersonen geschlossen werden kann
- Ökonomische Anforderungen
 - Vor- und Nachkalkulation der Gesamtkosten
 - Abwägung von Geldeinsatz (insbesondere Personalkosten) und Nutzen (Effektmessung) als Entscheidungsgrundlage für den langfristigen Einsatz des Systems

5.2 Darstellung der Rahmenkonzeption

Im Folgenden soll die Gesamtkonzeption des Bildungscoachings Mathematik näher erläutert werden. In einem ersten Schritt wird die Einbettung der Konzeption und Realisation in ein Qualitätsmanagement beschrieben, in einem zweiten der Ansatz zur Integration des Systems innerhalb der Hochschule Ruhr West vorgestellt. Im Anschluss daran wird das Konzept und der Ablauf des Coachingprozesses erläutert.

5.2.1 Qualitätsmanagement

Die Entwicklung des Bildungscoachings Mathematik wurde in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess eingebettet. Die Grundstruktur entspricht dem PDSA (Plan, Do, Study, Act)-Zyklus nach Deming (1982), wie er historisch als Ausgangspunkt für Qualitätssicherungsprozesse angewandt wurde (Abb. 22).



Im PDSA-Zyklus werden kontinuierlich vier Phasen durchlaufen. Vor der

Umsetzung steht die Planung (plan), die eine Analyse, das Erkennen von Verbesserungspotentialen und eine Konzeptentwicklung beinhaltet. In der nächsten Phase (do) wird der Plan umgesetzt bzw. implementiert. In dieser entsteht der verbesserte Prototyp bzw. das optimierte Produkt (falls es sich nicht um den Start einer Entwicklung handelt). Der neue Prototyp wird eingesetzt und auf der nächsten Entwicklungsstufe (study) wird eine ausführliche Überprüfung der geplanten (plan) und erreichten Ergebnisse vorgenommen. In der darauffolgenden Phase (act) werden die Ursachen für die erfassten Abweichungen analysiert und Ansatzpunkte ermittelt, die zu einer Verbesserung des Produkts bzw. Prozesses führen. Anschließend wird der nächste Verbesserungszyklus mit der konkreten Planung der Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet, die als Ergebnis des vorherigen Durchlaufs ermittelt worden sind. Innerhalb dieser Forschungsarbeit wurde der PDSA-Zyklus drei mal durchlaufen:

1. In der Konzeptions- und Realisierungsphase (Kap. 5) und den anschließenden Funktionstests
2. In der ersten Praxisphase (Kap. 5.2.2) mit anschließender formativer Evaluation (Kap. 6), Revision und Erweiterung (Kap. 7)
3. In der zweiten Praxisphase (Kap. 8) mit anschließender formativer und summativer Evaluation

5.2.2 Integrativer Systemansatz

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Mathematik-Coachingsystem entwickelt und in die Studieneingangsphase der Hochschule Ruhr West integriert. Nachdem die Entscheidung Mitte 2011 gefallen war, dass der Autor dieser Arbeit das Bildungskoaching Mathematik zum Wintersemester 2011/2012 für die Hochschule Ruhr West realisieren kann, waren parallel viele Aufgaben zu erledigen. Neben der sinnvollen Konzeption und Realisierung der einzel-

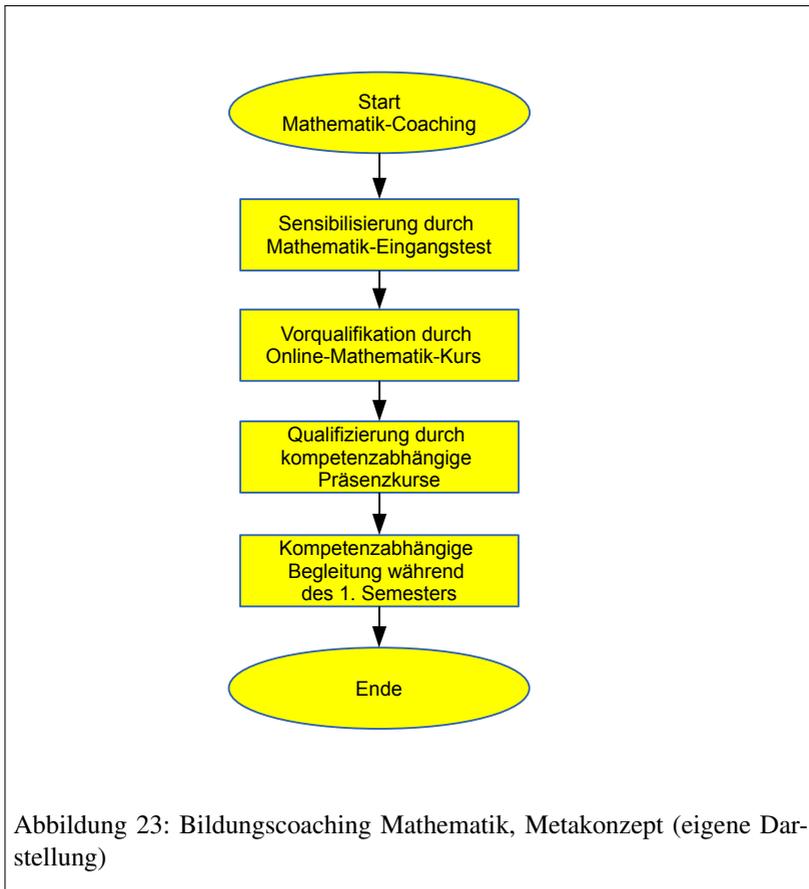
nen Teilbereiche waren es insbesondere organisatorische Aufgaben, die rechtzeitig initiiert bzw. spontan neuen Erkenntnissen angepasst werden mussten. So waren ursprünglich Studierende der höheren Semester als Tutorinnen und Tutoren vorgesehen. Wie sich jedoch herausstellte, hätten sich Einsatz- und Prüfungszeitraum zu zwei Drittel überschritten, so dass letztlich spontan auf externe Lehrkräfte umgeschwenkt und sowohl die Finanzierung durch die Hochschule als auch eine abgestimmte Plakataktion zur Akquise von Lehrkräften an verschiedenen Hochschulen initiiert werden musste.

In Absprache mit den verschiedenen Institutionen der Hochschule wurde dieses Gesamtsystem, das Bildungscoaching Mathematik, organisatorisch in die Hochschule eingebunden. Das Grundkonzept dieser Arbeit und die konkrete Realisierung an der Hochschule Ruhr West wurden in zahlreichen Arbeitstreffen in unterschiedlichen Zusammensetzungen diskutiert und verfeinert.

Gesamtorganisation und Durchführung des Mathematikcoachings waren Aufgabe des Autors dieser Arbeit. Hierzu gehörte neben der Einwerbung und Auswahl der Lehrkräfte sowie deren didaktischer und inhaltlicher Vorqualifikation auch die Bereitstellung von Lehrmaterial, die Koordinierung von mehreren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bei der Durchführung des selbst entwickelten Mathematik-Eingangstests, die Raum-/Studiengangs- und Lehrkräfteplanung für drei Standorte, die formativen und summativen Evaluationen, die Kostenkalkulation und die datenschutzrechtlichen Betrachtungen. Insofern wird in dieser Arbeit nur ein Teil der Aufgaben und Ergebnisse präsentiert. Die Intention des Autors war es, nicht nur exemplarisch ein sinnvolles Konzept aufzuzeigen, sondern durch den integrativen Ansatz ein Gesamtsystem auf Dauer an einer Hochschule zu etablieren. Die Konzeptionsphase ging hierbei direkt in die Realisierungsphase über bzw. es wechselten sich im iterativen Entwicklungsprozess stetig konzeptionierende und realisierende Anteile ab.

5.2.3 Konzept und Ablauf des Coachingprozesses

Die Qualifizierungs-idee des Bildungscoachings Mathematik soll nachfolgend, aggregiert auf einer Metaebene, erläutert werden (Abb. 23). Im Hauptteil dieser Arbeit wird, einem Top-Bottom-Aufbau folgend, der Struktur in allen ihren Details Rechnung getragen.



Mit dem Ziel, die Fähigkeiten der Studierenden im Fach Mathematik bis

zu Beginn des Studiums zu verbessern, werden diese zum Zeitpunkt der Einschreibung durch die Absolvierung eines Mathematiktests sensibilisiert. Die weit verbreitete Annahme der Studierenden, dass ihre Kenntnisse durchweg genügen würden (eigene Befragung), wird hierdurch infrage gestellt und somit frühzeitig der Bedarf an Qualifizierungsmaßnahmen geweckt. Hierauf baut das Onlineangebot auf, das den Studierenden eine Selbstlernumgebung zur Verfügung stellt, die auf Basis der Ergebnisse des Mathematiktests individuell auf deren Fähigkeiten zugeschnitten ist. Durch die Nutzung der zahlreichen Lernmaterialien, Selbsttests und Feedbackmechanismen wird auf motivierende Weise eine Vorqualifizierung erreicht. Darauf wird in den Präsenzkursen aufgebaut, die individuell auf die Mathematikkompetenzen der Studierenden zugeschnitten sind: Kurslänge, Gruppengröße, Wiederholungsstufen und andere Faktoren tragen ihren Bedürfnissen Rechnung. Abgerundet wird das System durch die Begleitung leistungsschwächerer Studierender (einem kleinen Teil der Gesamtgruppe) während des 1. Semesters.

In Abbildung 24 ist der zeitliche Verlauf der einzelnen Unterstützungsmaßnahmen skizziert.

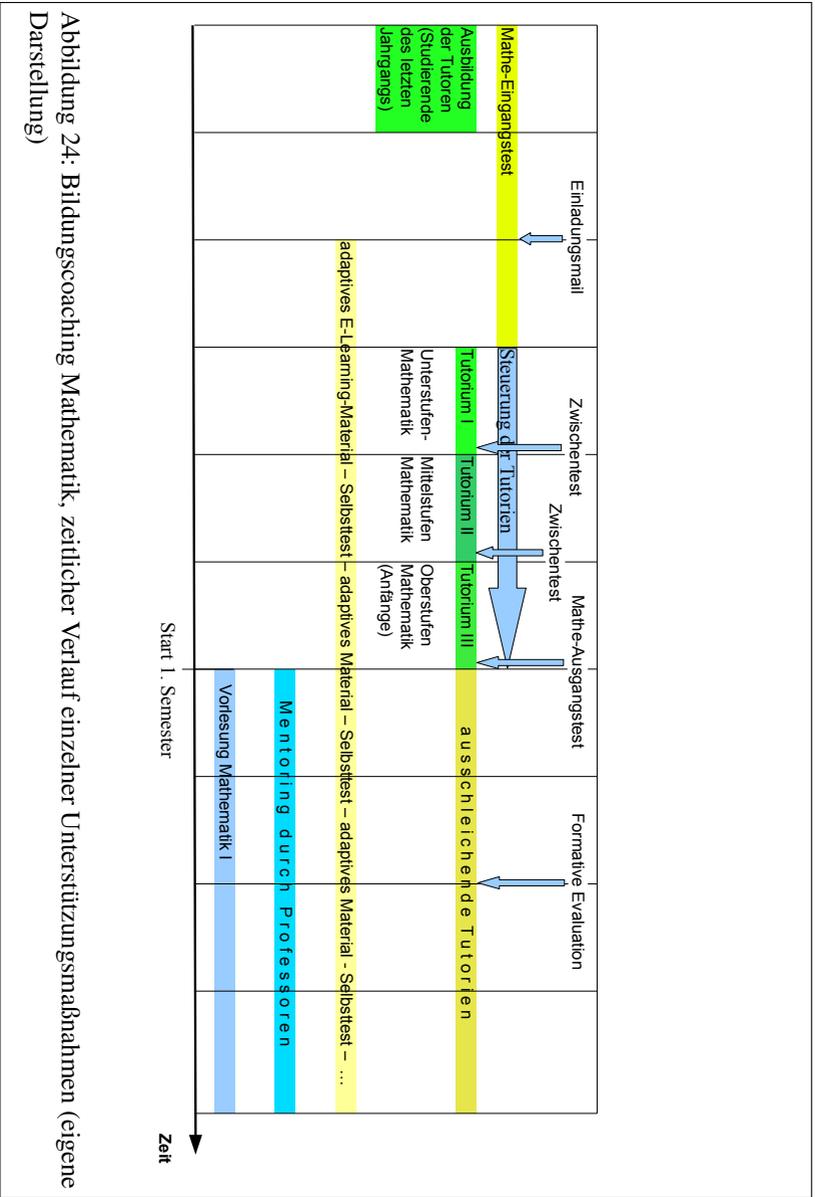
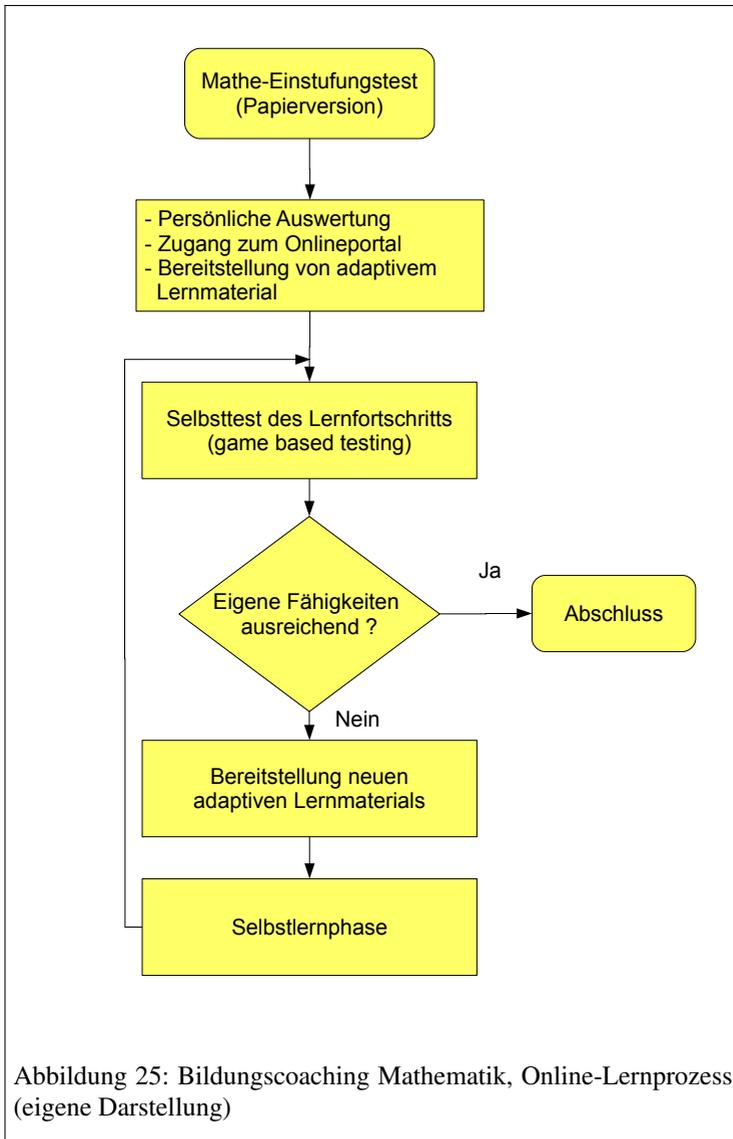


Abbildung 24: Bildungscocaching Mathematik, zeitlicher Verlauf einzelner Unterstützungsmaßnahmen (eigene Darstellung)

Den Anfang bildet der Mathematik-Eingangstest, der zum Zeitpunkt der Einschreibung absolviert wird. Wie grafisch veranschaulicht, handelt es sich hierbei um einen Zeitraum von mehreren Wochen. Parallel findet die Ausbildung der Tutorinnen und Tutoren statt. Um den 1. September bekommen die Studierenden eine Einladungsmail mit den persönlichen Zugangsdaten zur Online-Lernplattform. Dieser Online-Mathematikkurs enthält die Auswertung der Tests, so dass jeder Studierende sein Leistungsniveau im Vergleich zu seinen Kommilitonen erfahren kann, und ist auf die individuellen Leistungen der einzelnen Studierenden abgestimmt. Diese erste Phase, also das Grundkonzept des Lernens mit dem Online-Mathematikkurs, ist in Abbildung 25 detaillierter dargestellt. In einem zyklischen Prozess, der durch kurzweilige Selbsttests unterstützt wird, findet die Selbstlernphase in der Onlineumgebung statt.



Gleichzeitig wird den Studierenden, abhängig von den Testergebnissen, dem Studienfach und dem Studienstandort, in der Einladungsmail ihr persönlicher Starttermin und der Ort des Präsenzkurses bekannt gegeben. In Abbildung 24 werden die Kurse mit Tutorium I – III bezeichnet. Die Aufteilung erfolgt auf Basis des Eingangstests, indem entsprechend den Ergebnissen der Studienanfängerinnen und -anfänger, mehrere Leistungsgruppen gebildet werden. Die Studierenden der Gruppe mit den wenigsten Punkten fangen mit dem Tutorium I in Kleingruppen mit maximal zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmern und einer sehr geringen Lehrgeschwindigkeit an. Nach einer Woche Qualifizierung werden diese Gruppen durch die nächstbesseren Studierenden aufgefüllt, so dass sich jetzt jede Gruppe aus maximal 25 Teilnehmerinnen und Teilnehmern zusammensetzt. Der Einstieg in den Kurs erfolgt wieder mit den einfachsten mathematischen Inhalten, nur diesmal mit höherer Geschwindigkeit. Für die einen Studierenden bedeutet dies eine Wiederholung, in der sie sich aktiv beteiligen können, für die neu Hinzugekommenen hat der Kurs jetzt eine Geschwindigkeit, die ihrem Lerntempo bzw. ihren Vorkenntnissen entspricht. Dieses Grundkonzept wird in Tutorium III wiederholt.

Es kommen die leistungsstärksten Studierenden hinzu. Jetzt setzen sich die Kurse aus maximal 35 Teilnehmerinnen und Teilnehmern zusammen. Man beginnt erneut von vorne, nur dass die Geschwindigkeit abermals erhöht wird. Somit sollte sich auch für die leistungsstärksten Studierenden eine angemessene Leistungsanforderung und Geschwindigkeit ergeben, für die anderen Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer stellen Teile des Kurses die erste bzw. zweite Wiederholung dar. Hierdurch soll erreicht werden, dass alle Studierenden dazulernen und dass die im Eingangstest schwächeren Studierenden ähnliche Fähigkeiten erwerben wie die leistungsstärksten. Diese Homogenisierung der Fähigkeiten dürfte Lernenden wie Lehrenden den Einstieg in das erste Fachsemester einfacher gestalten. Als zusätzlicher Effekt besteht die Hoffnung, dass eine typische Lerngruppenbildung, die sich ergibt, wenn

leistungsstarke Studierende sich mit anderen leistungsstarken Studierenden verbünden, genauso wie leistungsschwache Studierende sich Gleichgesinnte suchen, durchbrochen wird, da aufgrund der Vorqualifikation der Leistungsschwächeren, die wahrnehmbaren Unterschiede abgeschwächt werden. Um den Leistungszuwachs messen zu können und auch bei den Studierenden die Erfahrung des eigenen Lernzuwachses zu festigen, werden am Ende der ersten beiden Tutoriumswochen Zwischentests und am Ende des Präsenzkurses ein Ausgangstest geschrieben, der zusammen mit dem Eingangstest zur Effektmessung genutzt werden kann. Jeweils im Dezember findet die formative Evaluation statt, die die Grundlage für Verbesserungsmaßnahmen bildet. Der Onlinekurs steht den Studierenden jeweils bis zum Semesterende zur Verfügung, damit er weiterhin z.B. zur Klausurvorbereitung genutzt werden kann. Ergänzt wird dieses Konzept durch ausschleichende Tutorien- und Mentoringprogramme zur weiteren Unterstützung.

Die an dieser Stelle noch sehr oberflächliche Beschreibung des Grundkonzepts wird in den nachfolgenden Kapiteln, insbesondere in den Realisierungsphasen, einer eingehenden Betrachtung unterzogen.

5.3 Vorarbeiten

5.3.1 Auswahl eines geeigneten LMS

Weltweit konkurrieren viele kommerzielle und nichtkommerzielle Learning Management Systeme miteinander. Wie auch bei anderen Softwareprodukten, müssen bei der Festlegung auf ein bestimmtes System verschiedene Aspekte bedacht und richtig eingeschätzt werden. Da sind zum einen die finanziellen Rahmenbedingungen, also die Frage nach notwendigen Investitions- und laufenden Kosten, wobei hier nicht nur die reinen Produktanschaffungskosten, Lizenzgebühren und Wartungskosten bedacht werden müssen, sondern auch die Kosten für notwendige Hardware, Serverhosting und Betreuungspersonal

und wie deren Einzelkosten mit der Anzahl der Nutzerinnen und Nutzer skaliert. Zum anderen muss es eine Nutzen-/Aufwandsabschätzung und eine Abschätzung der Nachhaltigkeit bzw. Zukunftssicherheit der Einführung eines Systems geben. Es bestehen eine Reihe von Gefahren, die oft nur tendenziell beantwortet werden können. So stellt sich z.B. die Frage, ob der Anbieter das Produkt auch zukünftig am Markt anbieten und weiterentwickeln wird.

In Deutschland konkurrieren verschiedene Systeme miteinander. Eine gute Übersicht über die hochschulnahen Entwicklungen bietet das Webportal der Initiative CampusSource (Geschäftsstelle CampusSource bei der Fern-Universität in Hagen, 2013). An deutschsprachigen Hochschulen werden hauptsächlich Moodle (Moodle Development Team, 2013b), Ilias (ILIAS open source e-Learning e.V., 2013), Olat (Universität Zürich, 2013) und Metacoön (Metacoön open source network, 2013) eingesetzt. Weltweit ist Moodle die populärste Plattform. Im Jahr 2012 lag Moodle mit 60 Mio. Nutzerinnen und Nutzern an der Spitze, nur Edmodo hatte mehr Kundinnen und Kunden. Plattformen aus dem deutschen Sprachraum wie Ilias oder Olat sind international nahezu unbekannt (Abb. 26).

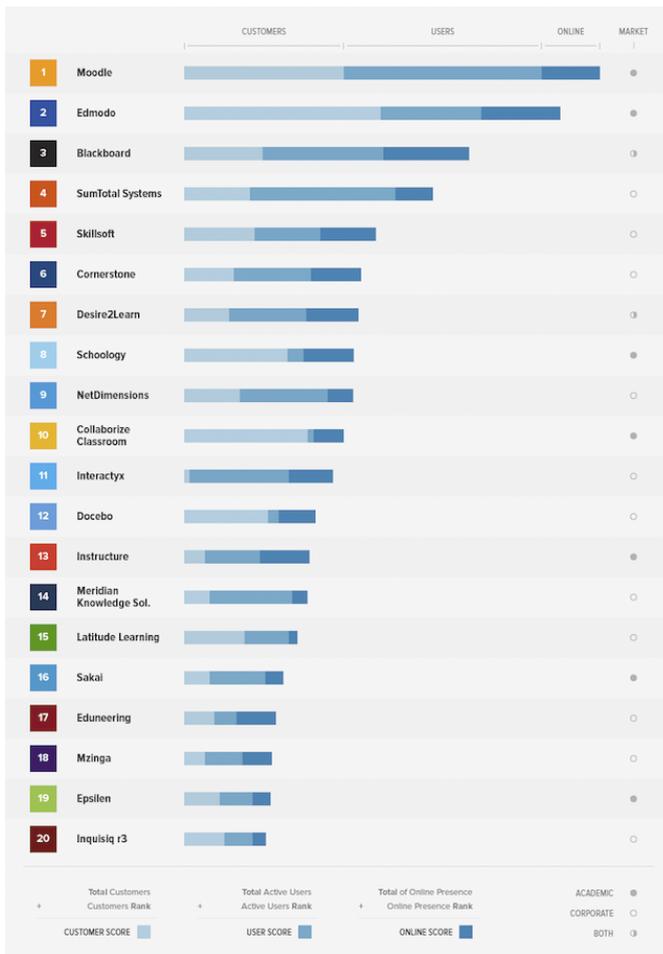


Abbildung 26: Marktanteile verschiedener LMS nach einer amerikanischen Umfrage. In Anlehnung an *Technology Trends November 2012* von R.K. Ellis, 2012. Zugriff am 05.04.2014 auf <http://www.astd.org/Publications/Newsletters/Learning-Circuits/Learning-Circuits-Archives/2012/11/Technology-Trends-November-2012>

Wichtig für die Auswahl einer Plattform ist ferner, dass offene Standards eingehalten werden. In diesem Zusammenhang scheint LTI (Learning Tools Interoperability) eine entscheidende Rolle einzunehmen, da es ermöglicht, Inhalte und Funktionalitäten über verschiedene LMS-Plattformen hinweg zu verknüpfen und somit die Abhängigen von einer Plattform zu reduzieren und die Kooperation mit anderen Plattformen und Anbietern zu verbessern. Gerade im viel diskutierten Bereich der offenen wiederverwendbaren Inhalte (Reusable Learning Objects, RLOs) könnte dieses einen bedeutenden Beitrag liefern.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung fiel die Wahl letztendlich auf Moodle als geeignete Implementierungsplattform. Innerhalb des Standorts Bottrop, der neu gegründeten Hochschule Ruhr West, wurde Moodle als LMS bereits im Jahr 2010 ausgewählt und vom Autor dieser Arbeit installiert, dem Corporate Design der Hochschule angepasst und seitdem betrieben. Bei Moodle (Moodle Development Team, 2013b) handelt es sich um eine Open Source-Plattform, die auf der serverseitigen Skriptsprache PHP (PHP, 2013) basiert und eine Open Source-Datenbank wie Mysql (Oracle Corporation, 2013) oder PostgreSQL (The PostgreSQL Global Development Group, 2013b) benötigt. Neben dem Online-Mathematik-Vorkurs werden derzeit ca. 30 andere Kurse pro Semester für Studierende der HRW auf diesem System angeboten. Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit Moodle als Lernplattform findet sich in Riedel, Schäfer, Spreizer & Stehling (2012).

5.3.2 Softwareentwicklungsmethodik

Im Rahmen dieser Arbeit war die Softwareentwicklung, zumindest in der Anfangszeit, durch einen sehr engen und stringenten Zeitplan bestimmt. Von der Entscheidung der Hochschule Ruhr West Mitte 2011, dass der Autor dieser Arbeit die Brückenkurse Mathematik übernimmt, bis zur Nutzung des Gesamtsystems durch die neu aufgenommenen Studierenden blieb wenig Zeit. Vorrangiges Ziel war daher, innerhalb von vier Monaten, bis zum 1. Septem-

ber 2011, einen von den Studienanfängerinnen und Studienanfängern sinnvoll und fehlerfrei nutzbaren adaptiven Online-Brückenkurs zu realisieren. Mit diesem System sollte auch die adaptive Steuerung der Präsenzkurse durchgeführt werden. Um diese zeitbeschränkte Entwicklung umzusetzen, wurde ein priorisierter Plan mit vielen kleinen Pflichtmeilensteinen und Fertigstellungsterminen erstellt, wobei der Leistungsumfang dem Fertigstellungstermin untergeordnet werden musste. Das Software Engineering wurde schlank gehalten: So wurde mit Papierskizzen und textuellen Beschreibungen gearbeitet und die relevanten Stakeholder (Studierende, Lehrende, verschiedene Hochschulbereiche) wurden oft ad hoc eingebunden.

Prototypen wurden direkt mit der Zielplattform entwickelt, wobei hier im Allgemeinen erst eine statische Abfolge bzw. eine starre grafische Umsetzung des Entwicklungsziels vorgestellt wurde, um entsprechend des Feedbacks viele Teile wiederverwenden zu können und diese dann direkt zu funktionsfähigen Modulen weiterzuentwickeln. Zwar wurde kurz die Verwendung von Mockup-Software angedacht, angesichts des zeitlichen Mehraufwands bei der anschließenden in einer anderen Softwareumgebung stattfindenden Implementation jedoch verworfen. Frühzeitig wurden auch Didaktiker externer Institute zu Rate gezogen, um die Grundkonzepte zu reflektieren, bzw. Fachkollegen, um einzelne Implementierungen, wie etwa das Datenbankdesign, noch einmal hinterfragen zu lassen.

Die Vorgehensweise entsprach einer pragmatischen Mischform aus verschiedenen Konzepten, die angesichts des knapp bemessenen Zeitrahmens gewählt wurde. Im Zentrum stand die kunden- bzw. zielgruppengerechte Entwicklung durch eine iterative Vorgehensweise, in die die Studierenden kontinuierlich eingebunden wurden, um eine Rückkopplung zur Verbesserung der Entwicklung zu erhalten.

5.3.3 Werkzeuge und Programmierumgebung

Das Learning Management System Moodle wurde an der HRW unter Linux (Debian Lenny, (Software in the Public Interest, Inc., 2013)) mit dem Datenbank-Management-System PostgreSQL installiert. Moodle selber wird mit der Programmiersprache PHP programmiert, so dass zur Erweiterung im Prinzip nur ein Editor benötigt wird. Hierzu kamen teilweise Notepad++ (Ho, 2013), teilweise Eclipse (Eclipse Foundation, 2013) zum Einsatz. Die Übertragung von programmierten Codes auf den Server erfolgte via sFTP (secure File Transfer Protokoll). Als Werkzeug wurde hierzu Filezilla (Kosse, 2013) genutzt. Neben der Programmierung in PHP war das Editieren von HTML, Javascript, SQL und CSS-Dateien notwendig, das ebenfalls mit Notepad++ bzw. Eclipse durchgeführt wurde. Als Versionierungssystem wurde Subversion (Apache Software Foundation, 2013b) auf dem Server genutzt. Zum Debuggen auf Browserseite kam das Plug-in Firebug (Mozilla Foundation, 2013) im Firefox-Browser zum Einsatz. Die Browserkompatibilität wurde unter OS X (Apple Corporation, 2013b) mit den Browsern Safari (Apple Corporation, 2013c) und Firefox getestet. In einer virtuellen Maschine (VMware, (VMware Inc., 2013)) wurde unter Windows 7 (Microsoft Corporation, 2013) mit dem Internet-Explorer getestet. Um das Livesystem gerade bei der Entwicklung von Moodle-Plug-ins nicht zu beeinträchtigen, ist zusätzlich mit einer lokalen Umgebung unter OS X, bestehend aus einem Apache-Server (Apache Software Foundation, 2013a) mit PHP-Erweiterung und einer PostgreSQL-Instanz, gearbeitet worden. Die Serveradministration fand mittels ssh (Secure Shell) statt. Die Datenbankadministration und die Nutzung mittels SQL wurde auf dem Server mit pgsq (The PostgreSQL Global Development Group, 2013c) durchgeführt. Für die lokale Datenbank wurde hierzu pgAdmin (The PostgreSQL Global Development Group, 2013a) eingesetzt. Die Erstellung webgerechter Grafiken fand hauptsächlich mit PhotoShop statt, zur Erstellung von Videocasts wurde Camtasia (TechSmith Corporation, 2013) und Adobe Premiere (Adobe Systems Incorporated, 2013) ge-

nutzt. Die Audio-Dateien bzw. Audio-Intros wurden mit GarageBand (Apple Corporation, 2013a) realisiert.

5.3.4 Konkurrenzanalyse/Benchmarking

Um eine unnötige Doppelentwicklung auszuschließen, wurde eine Recherche zu an deutschen Hochschulen stattfindenden Vorkurs- bzw. Brückenkurskonzepten durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Recherche gab es nur wenige Systeme, die eine Verknüpfung von Online- und Offline-Kursteilen nutzten. Noch seltener wurden qualitative Untersuchungen durchgeführt. Die Messung der Wirksamkeit durch quantitative Methoden konnte nur an einzelnen Hochschulen festgestellt werden. Das Konzept, aufgrund einer Eingangsmessung sowohl den Onlinekurs als auch die Präsenzphase zu adaptieren, konnte an anderen Hochschulen nicht ermittelt werden. Eine Bezugsmöglichkeit von frei wiederverwendbaren, qualitativ hochwertigen und ausreichend umfangreichen bzw. homogenen Mathematik-Lernmaterialien konnte nicht ermittelt werden. Somit wurde mit den Verbundstudien der Fachhochschulen NRWs eine Vereinbarung getroffen, Materialien einzubinden. Diese Materialien wurden zu einem großen Teil vom Autor im Vorfeld dieser Arbeit in einem Werkvertrag erstellt (siehe hierzu Kap. 5.5.3).

5.4 Medienpsychologische Realisierung

5.4.1 Menschzentriertes Design (Utility, Usability, Enjoyment)

Quasi als Bindeglied zwischen den theoretischen Aspekten des Lernens, der Motivation, der bestmöglichen Gesamtkonstruktion von Lernangeboten und der technischen Umsetzung einer E-Learning-Plattform (siehe Kap. 5.2.2) hilft die Medienpsychologie, insbesondere mit dem Teilgebiet der Medienkonzeption, in einem zielgerichteten Prozess, die Implementierung so zu gestalten, dass die Zielgruppe ein Angebot annimmt und nutzt. Hierzu muss das

Medienangebot von den Anwenderinnen und Anwendern als nutzerfreundlich bzw. gebrauchstauglich (usability), als nützlich (utility), effektiv und effizient beurteilt werden, um von diesen positiv (Zufriedenheit) bewertet zu werden. Zusätzlich steigert der Spaß (enjoyment) bei der Nutzung eines Angebotes dessen Einschätzung (Döring & Ingerl, 2008).

Viele der genannten Faktoren sind in ihrer Relevanz bereits im theoretischen Teil dieser Arbeit benannt bzw. erörtert worden. Die Medienkonzeption, als integratives und interdisziplinäres Element, unterstützt darüber hinaus die konkrete menschenzentrierte Umsetzung des Angebots. So wurde die Konzeptionsphase im Jahr 2011 konstruktiv durch das Wissen um die Elemente und Vorgehensweisen in der Medienkonzeption gestützt. Eingeleitet durch divergentes und konvergentes Denken mit Studierenden wurden die ersten Papiermodelle und Mockups erstellt, bevor, eingeschränkt durch das Corporate Design der Hochschule und die technisch mit dem Learning Management System (sinnvoll) umsetzbaren Konzepte, die ersten funktionalen Prototypen in dem LMS Moodle umgesetzt werden konnten. Diese wurden (unter hohem Zeitdruck) in einem iterativen Prozess verbessert und regelmäßig in verschiedenen Kleingruppen (Lernende, Lehrende und außenstehende Institutionen aus diesem Bereich) getestet, bevor im Wintersemester 2011/2012 alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger das System, als Teil des gesamten Mathematik-Coachingprozesses, nutzen konnten.

In Kapitel 5.5.1 werden der entstandene Grundaufbau und die konkreten Arbeiten zu dessen Realisierung erörtert. Eine dermaßen rapide Entwicklung (innerhalb von vier Monaten) war nur aufgrund der Vorerfahrungen des Verfassers dieser Arbeit und der Wiederverwendung von mathematischen Materialien möglich, die für das Institut für Verbundstudien erstellt worden sind (siehe Kap. 5.5.3). Die Weiterentwicklung des Systems innerhalb eines Qualitätsverbesserungsprozesses (siehe Kap. 5.3) wurde durch eine formative Eva-

luation im Dezember 2011 vorangetrieben (siehe Kap. 6) , die, gestützt durch Befragungen von Tutorinnen bzw. Tutoren, Lehrenden und Studierenden, zu vielen Verbesserungen in der zweiten Realisierungsphase geführt hat, so dass im Wintersemester 2012/2013 eine optimierte Version genutzt und evaluiert werden konnte (siehe hierzu detaillierter Kap. 8).

5.5 Technische Realisierung des Basissystems

5.5.1 Grundaufbau der E-Learning-Umgebung

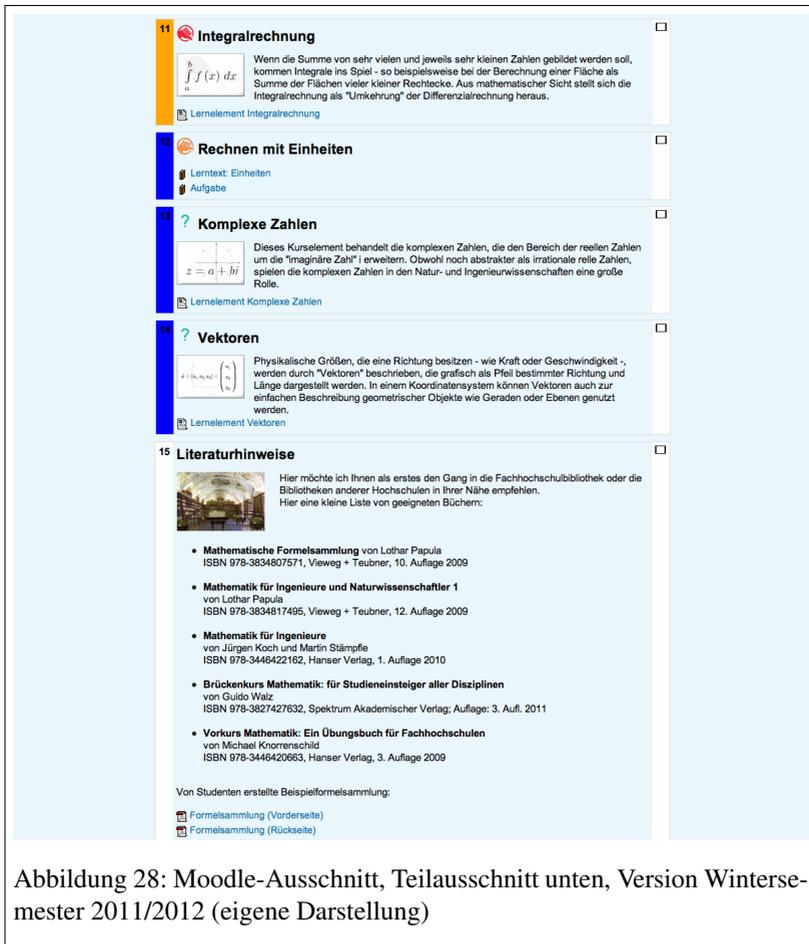
Nachdem die Entscheidung zugunsten des LMS Moodle gefallen war, wurde Ende 2010 durch den Autor dieser Arbeit die E-Learning-Plattform aufgebaut und in Betrieb genommen. Hierzu wurden Logo, Farbgebung, Abstände, Schriftarten etc. entsprechend des Corporate-Design-Handbuchs der Hochschule Ruhr West angepasst. In Bezug auf Moodle hieß dies, die in PHP geschriebenen Templates teilweise umzuprogrammieren und hauptsächlich entsprechende Veränderungen an den CSS (Cascading Style Sheets)-Dateien vorzunehmen. Bereits im Wintersemester 2010/2011 wurden auf dieser Basis ca. zehn Veranstaltungen innerhalb eines Blended-Learning-Konzepts durch entsprechende Kurse auf dieser Plattform begleitet. Für die Medienkonzeption, in Kapitel 5.4.1 konkretisiert, ging die Einschränkung durch das Corporate Design der Hochschule und durch die Rahmenbedingungen, die durch Moodle vorgegeben wurden, mit einer Beschneidung der Ausgestaltungsmöglichkeiten einher. So war ein Mehrspaltendesign und die lange Einstiegsseite, die entsteht, wenn viele Lernelemente angeordnet werden, durch Moodle in der damals aktuellen Version vorgegeben. Zwar bestand die Überlegung, diese Vorgaben aufzubrechen, hierdurch hätte möglicherweise jedes Versionsupdate der Moodle-Plattform eine Neuprogrammierung dieser Anpassungen zur Folge gehabt. Ab Sommer 2011 wurde auf dieser Basis die erste Version des Brückenkurses Mathematik, wie er als Teilelement des Bildungscoaching Mathematik in der Moodle-Plattform genannt wurde, entwickelt.

Ausschnitte der Einstiegsoberfläche, die die Studierenden als Erstes nach ihrem Login sehen, sind in Abbildung 27 und 28 dargestellt.

The screenshot shows a Moodle course page for 'Mathe-Brückenkurs' at Hochschule Ruhr West. The header includes the university logo and name, and a user login status for 'Michael Schäfer'. The course title is 'Mathe-Brückenkurs' and the semester is 'Wintersemester 2012/13'. The page is divided into several sections:

- Navigation and Links:** A sidebar on the left contains 'Wichtige Links' (zur HRW-Startseite, zur Studienberatung, zum eCampus), 'Hilfe' (FAQ, Ansprechpartner), and 'Impressum'.
- Themen dieses Kurses:** The main content area starts with 'Brückenkurs Mathematik' and an introductory text from Michael Schäfer. It includes a small portrait of the instructor and a message of welcome, mentioning 'Mathematik-Coachings' and 'Lehr- und Übungsmaterialien'.
- 1 Ihre persönliche Auswertung:** A section titled 'Ihre persönliche Auswertung' features a bar chart and text explaining that test results are used to provide targeted learning material. It includes links for 'Grafische Darstellung Ihres Testergebnisses', 'Ihre Detailergebnisse pro Aufgabe', and 'Unsere Lernempfehlungen'.
- 2 Elementares Rechnen:** A section titled 'Elementares Rechnen' includes a small diagram showing the addition of fractions $\frac{5}{3} + \frac{7}{4}$ and text explaining that the course covers basic arithmetic types, including the 'Assoziativgesetz' (associative law), and mentions 'Summen- und Produktzeichen' (summation and product notation).
- Right Sidebar:** Contains 'Symbolik des Lernens' with icons for 'unbedingt lernen!', 'lernen!', 'noch mal anschauen', and 'können Sie schon unbekannte Kenntnisse', along with 'Farbereiche' (Standard Themen, Erweiterte Themen, Optionale Themen).

Abbildung 27: Moodle-Ausschnitt, Teilausschnitt oben, Version Wintersemester 2011/2012 (eigene Darstellung)



Bei der Gestaltung des Onlinekurses wurde, unter Beachtung der Einschränkung durch das Corporate Design der Hochschule, auf ein ansprechendes Design und einen einfachen und übersichtlichen Aufbau geachtet, der durch die Kombination von Grafiken, Symbolen und nicht überfrachteten Textteilen zur Nutzung animieren sollte. Die persönliche Ansprache mit Bild des Kursver-

antwortlichen, die die Bedeutung des Angebots und das angestrebte Verhältnis zu den Studierenden widerspiegelt, sollte die Motivation zur Nutzung erhöhen. Dieses Grundkonzept wurde in der zweiten Realisierungsphase weiter ausgebaut.

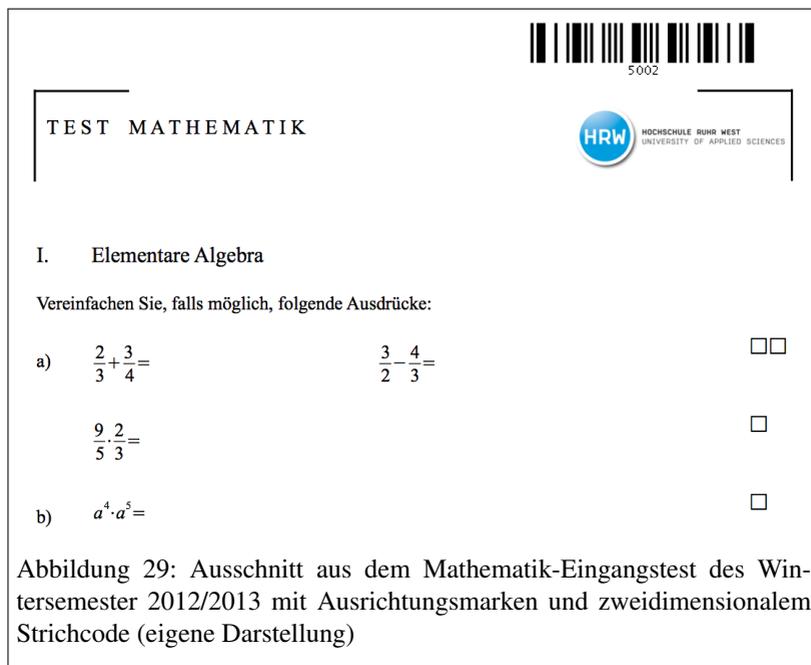
5.5.2 Erstellung eines mathematischen Eingangstests

Um die individuellen Fähigkeiten der Studierenden zu erfassen und darauf aufbauend die Coaching-Maßnahmen zu steuern, wurde ein mathematischer Eingangstest konzipiert (siehe Anhang A).

Neben dieser Hauptzielsetzung soll der Test zur Selbsterkenntnis der mangelnden mathematischen Fähigkeiten beitragen und somit frühzeitig die Motivation erhöhen, die eigenen mathematischen Fähigkeiten zu verbessern und an den Unterstützungsmaßnahmen der Hochschule teilzunehmen. Die Relevanz, wie sie in der ARCS-Theorie (siehe Kap. 3.4.1) formuliert wurde, wird hierdurch den Studierenden frühzeitig bewusst (wie auch durch Rückmeldungen in den Präsenzkursen bestätigt), was einen ersten Motivationsschub bewirkt. Wie in dem Rubikonmodell (siehe Kap. 4.3.5) und der Handlungskontrolltheorie (siehe Kap. 4.3.2) beschrieben, führt dies nicht automatisch zu zielgerichtetem Handeln. Das zielgerichtete Handeln soll in dieser Phase u.a. durch die Rückmeldung der eigenen Fähigkeiten im Vergleich zu denen der Mitstudierenden erfolgen, die zeigt, dass die Durchschnittsergebnisse sehr niedrig ausfallen und die realistische Chance besteht, mit den Kommilitonen mithalten. Entscheidend für das Gelingen eines solchen Vorhabens sind verschiedene Aspekte wie die persönliche Erfolgszuversicht (siehe Kap. 4.3.1) und die Selbstwirksamkeitserwartung (siehe Kap. 4.3.3).

Der mathematische Eingangstest wurde als Paper-and-Pencil-Test (siehe auch Kap. 6.1.1) umgesetzt und so konzipiert, dass er von studentischen Hilfskräften mithilfe einer Musterlösung sehr schnell ausgewertet werden kann.

Hierbei wird neben den einzelnen Aufgaben ein Kästchen angekreuzt, wenn die Aufgabe richtig gelöst wurde. Durch die Zuordnung des Studierenden über eine anonyme Bewerbernummer auf dem Deckblatt des Tests wird ermöglicht, pro Studierenden einen Datensatz mit den Ergebnissen zu allen 46 Aufgaben zu speichern. Die Speicherung kann dabei automatisch durch das Einlesen der Tests mittels eines Dokumentenscanners und der automatischen Auswertung durch OMR (Optical Mark Recognition) umgesetzt werden (siehe Kap. 5.5.2). Neben einem Erklärungs- und Motivationstext auf dem Deckblatt werden die Bewerbernummer, die E-Mail-Adresse, der Studiengang und die Studienvoraussetzungen abgefragt. Die Ausrichtungsmarken und ein zweidimensionaler Barcode, die auf jeder Seite des Mathematiktests angebracht sind, erlauben eine automatische Auswertung der Daten. In Abbildung 29 sind links und rechts die oberen Ausrichtungsmarken zu sehen.



Am Ende der jeweiligen Seiten gibt es je zwei weitere Ausrichtungsmarken. Durch diese kann die OMR-Software den zu erfassenden Bereich genau ausrichten, auch wenn die jeweilige Seite durch den Scanner nicht gerade oder seitlich versetzt eingezogen worden ist. Durch den zweidimensionalen Strichcode am oberen Ende der Seite ist zum einen der jeweilige Gesamttest, zum anderen die Nummer der fortlaufenden Seite kodiert. Insgesamt wurde eine vierstellige Ziffer hinterlegt (in Abb. 29 die 5002), wobei die ersten drei Ziffern den Test identifizieren und die letzte Ziffer die aktuelle Seite angibt. Da der Test insgesamt sechs Seiten lang ist, sind dies die Ziffern von eins bis sechs (siehe Anhang A). Auf der rechten Seite sind die Korrekturkästchen zu sehen. Wurde die jeweilige Aufgabe richtig gelöst, wird das zugeordnete Kästchen angekreuzt. Diese binäre Information kann dann automatisch eingelesen werden. Um auch die anonyme Bewerbernummer automatisch einlesen zu können, wurde in der ersten Version des Tests, der im Wintersemester 2011/2012 durchgeführt wurde, ebenfalls mit einer Reihe ankreuzbarer Kästchen gearbeitet (siehe Abb. 30).

Ihre **Bewerbersnummer** (Bitte kreuzen Sie in der ersten Spalte die erste Ziffer Ihrer Bewerbersnummer an, in der zweiten Spalte die zweite Ziffer Ihrer Bewerbersnummer, usw.):

0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

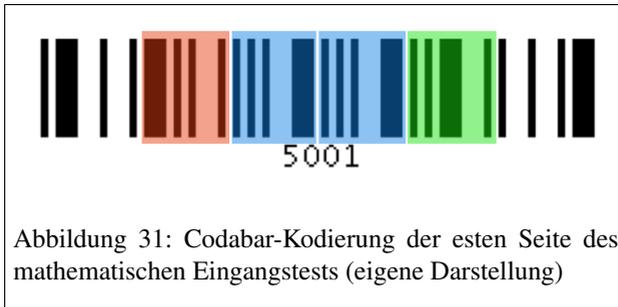
Abbildung 30: Ausschnitt aus dem Mathematik-Eingangstest des Wintersemesters 2011/2012 zur Eingabe der Bewerbersnummer (eigene Darstellung)

Leider haben ca. 5 % der Studienanfängerinnen und Studienanfänger die Funktionsweise nicht verstanden, so dass deren Tests nicht zugeordnet werden konnten. Daher wurde in der aktuellen Version vom Wintersemester 2012/2013 die direkte Eingabe der Bewerbersnummer ermöglicht, obwohl diese nicht zuverlässig genug (integrierte OCR) erkannt wurde und manuell nachgepflegt werden musste. Die Tests selber sind mit OpenOffice erstellt worden, die Codabar-Grafiken (siehe unten) wurden vorher mit einem Generator erstellt und integriert. Anschließend wurde der jeweilige Test im Adobe-PDF-Format gespeichert. Diese Dateien waren die Grundlage sowohl für den Ausdruck als auch für das Optical Mark Recognition, da die verwendete Software PDF-Dateien als Grundlage nutzt, um die jeweiligen automatisch zu erkennenden Bereiche einzuzeichnen (siehe Kap. 5.5.2).

Identifikation mit Codabar

Codabar stellt einen zweidimensionalen Strichcode dar, mit dem u.a. die Zif-

fern von 0 bis 9 codiert werden können. Pro Ziffer wird hierfür eine Abfolge von vier Linien mit drei Lücken genutzt. Eine weitere Lücke dient der Trennung einzelner Zeichen. Abbildung 31 zeigt als Beispiel die Kodierung der Zahl 5001, die auf der zweiten Seite des mathematischen Eingangstests zur automatischen Erkennung dieser Seite mittels OMR platziert ist.

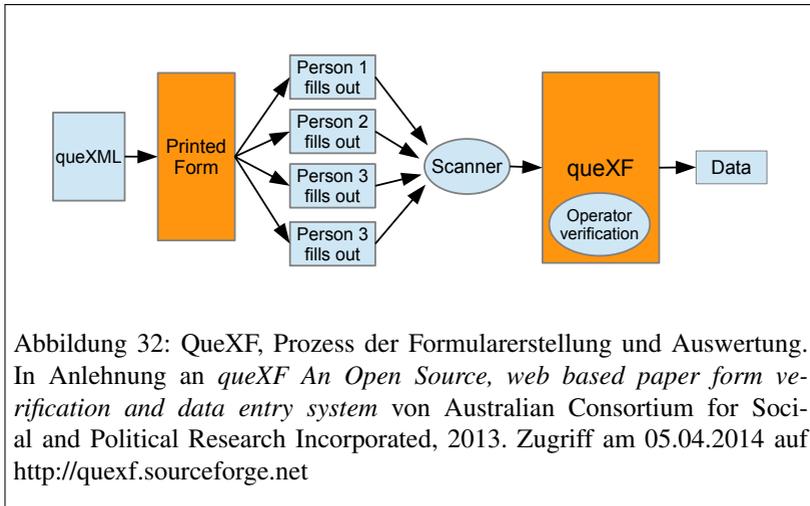


Farbig hinterlegt sind die Darstellungen der vier Ziffern mittels dieses Codes entnehmbar. Vor dieser Zahlenfolge und dahinter sind eindeutig definierte Start- und Stop-Sequenzen (Spezifikation erhältlich bei AIM inc., o. J.).

Automatische Erfassung mit Optical Mark Recognition

Als Werkzeug zum automatischen Einlesen der Ergebnisse der ausgefüllten und korrigierten Mathematiktestbögen wurde die Open Source Software queXF (Australian Consortium for Social and Political Research Incorporated, 2013) angewandt. Dieses Werkzeug gehört zu einer Suite von frei verfügbaren Softwareprodukten des ACSPRI (Australian Consortium for Social and Political Research Incorporated), das diese Produkte entwickelt und betreut, um hiermit Evaluationsforschung zu betreiben. Mit queXF werden automatisch ausgefüllte und gescannte Papierformulare verarbeitet. Zudem ermöglicht die Software es der Bedienerin/dem Bediener, diesen Prozess mit einem Webbrowser zu kontrollieren. Der Gesamtprozess der Erstellung eines Formulars, des Ausfüllens und der Auswertung ist in Abbildung 32 veranschaulicht.

licht. Wie im linken Teil der Grafik zu erkennen ist, wird normalerweise das Formular automatisch aus Textvorgaben erstellt. Im Falle des Mathematiktests war dies schwierig, da es keine einfache Methode gab, mathematische Formeln zu integrieren. Deshalb wurde, wie in Kapitel 5.5.2 beschrieben, auf die Erstellung mit OpenOffice ausgewichen.



Hinweise zur Installation

Die Software selber ist auf verschiedenen Betriebssystemen installierbar und benötigt eine Standardumgebung mit dem Apache-Webserver, der PHP-Unterstützung und einer MySQL-Datenbank. Da es in diesem Fall ausreichte, die Umgebung lokal auf einem Rechner zu installieren, wurde die Umgebung Xamplite gewählt. Danach musste die QueXF-Software nur noch in das htdocs-Verzeichnis entpackt, eine Datenbank mit php-myadmin angelegt und ein Datenbank-Skript (quexf.sql) eingelesen werden, um die notwendigen Datenbanktabellen zu erstellen. Danach konnte mit einem Browser auf die lokale Website (<http://localhost>) zugegriffen werden, um die Software zu nutzen.

Formular und Datenfeldverknüpfung (orig: banding)

Nach der Installation kann mithilfe eines Browsers ein leerer Fragebogen in Form eines PDF-Files eingelesen werden. Hierzu kommt das Formular in Abbildung 34 zum Einsatz.

New questionnaire

You will get the best results if you:

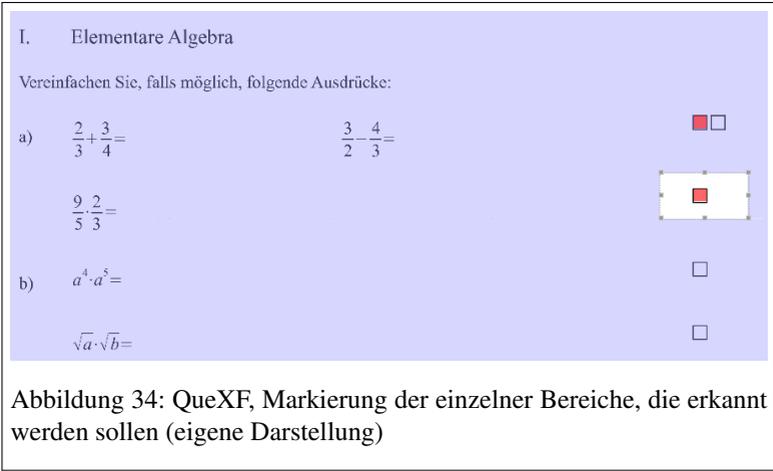
- Print out the form using the same method that you will for all the printed forms
- Scan the (blank) form to a PDF using the same options that you will for the filled forms
- Best options for scanning in are:
 - Monochrome (1 bit)
 - 300DPI Resolution

Select PDF file to create form from:

Enter description of form:

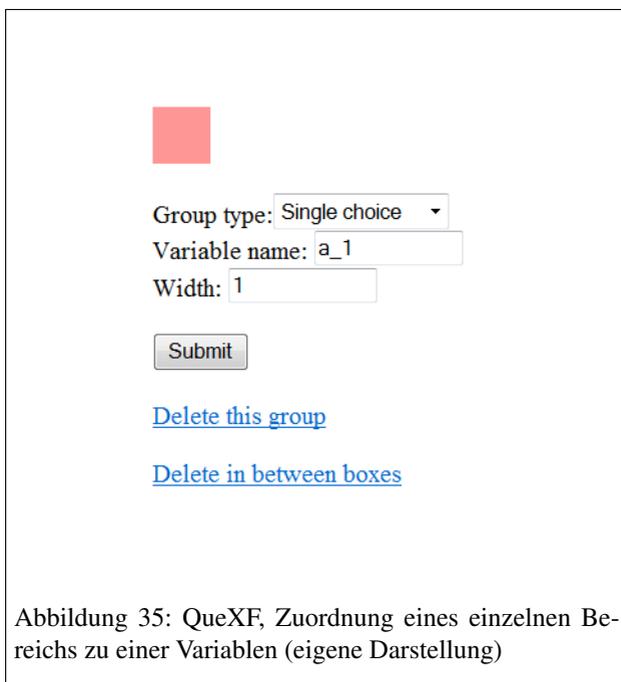
Abbildung 33: QueXF, Webansicht zum Einlesen eines neuen leeren Formulars (eigene Darstellung)

Nach dem Einlesen des Mathematik-Fragebogens folgt das sogenannte „interactive banding“, das bedeutet, dass die Bereiche, die automatisch erfasst werden sollen, mit einem Rahmen markiert werden (siehe Abb. 34). Da es sich in diesem Fall um Single-Choice-Felder und nicht um Mehrfachauswahlfelder handelt, wird jeweils ein Kästchen ausgewählt. Die Software erkennt automatisch, wenn hier ein ankreuzbares Feld vorhanden ist, und markiert dies in oranger Farbe.



Anschließend wird das markierte Feld durch Mausklick ausgewählt und es öffnet sich ein neues Formular, in dem der Variablenname und der Typ des Feldes eingegeben werden müssen (Abb. 35).

Ist die Zuordnung aller Felder abgeschlossen, kann die Auswertung der manuell ausgefüllten und mit einem Scanner eingelesenen Mathematikttests beginnen. Hierfür wird eine Gesamt-PDF-Datei mit allen eingescannten Bögen eingelesen. Läuft der Prozess ohne Störungen, werden diese Fragebögen fehlerfrei erkannt und mit der entsprechenden Variablenzuordnung einzelne Datensätze erstellt. Diese können hinterher exportiert und weiterverwendet werden. Probleme ergaben sich bei nicht einwandfreier Scanqualität, insbesondere wenn die einzelnen Scans verzogen waren, weil sich im Laufe des Einleseprozesses der Papiereinzug verschoben hatte. Daher sollte darauf geachtet werden, beim Einscannen der Fragebögen einen guten Dokumentenscanner zu verwenden. Unter dem Menüpunkt „handle missing pages“ konnten diese Seiten nachbearbeitet werden.

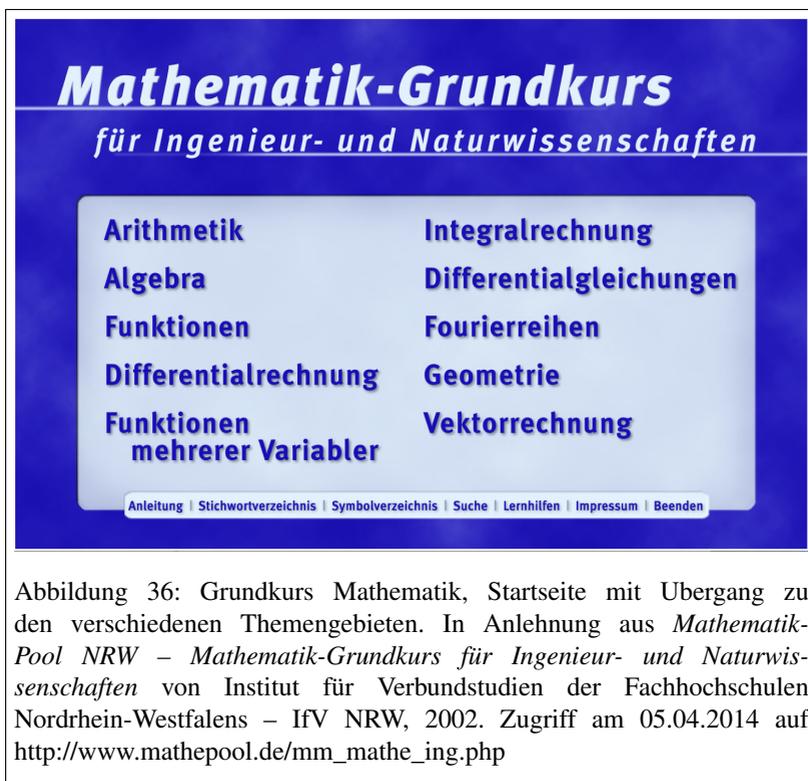


Langfristig sollte diese Lösung jedoch durch eine zentrale Lösung der Hochschule ersetzt werden. Zum Zeitpunkt der Auswertung der Ergebnisse befand sich dieses zentrale System noch im Aufbau bzw. sollte, nach einer Evaluationsphase, durch eine andere Lösung ersetzt werden.

5.5.3 Integration mathematischer Lernmaterialien

Für die Umsetzung einer sinnvollen mathematischen Lernumgebung ist ein umfangreicher Bestand an qualitativ hochwertigen Lernmaterialien Grundvoraussetzung. In den Jahren 1996–1998 hat der Autor dieser Arbeit im Auftrag des Instituts für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens eine Mathematik-CD-ROM mitentwickelt (dieser Auftrag bildete das Startkapital, mit dem der Autor eine Software GmbH gegründet hat, die er an-

schließlich 15 Jahre leitete). Der Mathematik-Grundkurs für Ingenieur- und Naturwissenschaften ist in seiner ersten Fassung 1998 erschienen und im Jahr 2002 in einer überarbeiteten und erweiterten Fassung veröffentlicht worden. Die Inhalte sind später auf das Learning Management System Moodle portiert worden und bilden einen Teil der inhaltlichen Basis für das Online-Mathematikcoaching-System. Die Nutzung an der Hochschule Ruhr West wurde mit dem Institut für Verbundstudien rechtlich abgestimmt. Der Mathematik-Grundkurs ist mit mehr als 650 Bildschirmseiten, ergänzt durch ca. 200 Übungsaufgaben, inklusive Lösungen, zahlreichen Beispielen und Audiunterstützung für den Mathematikunterricht ab der zehnten Klasse konzipiert. Inhaltlich deckt er sowohl den Stoff der gymnasialen Oberstufe als auch Teile der Ingenieurmathematik, die erst an Hochschulen unterrichtet wird, ab. Technisch gesehen handelt es sich um ein PDF-Dokument, das mit Pagemaker 6 und Adobe Acrobat erstellt worden ist und dessen Interaktivität durch mehr als 8000 Hyperlinks realisiert wurde. Wie dem Inhaltsverzeichnis in Abbildung 36 zu entnehmen ist, deckt der Mathematik-Grundkurs umfangreiche Teilgebiete der Mathematik ab.



Jedes Teilgebiet, etwa das der Funktionen, ist mit einem eigenen Inhaltsverzeichnis mit ausklappbaren Untermenüs ausgestattet (Abb. 37). Von hier aus kann man über die blauen Textzeilen (wie algebraische Funktionen) die Hyperlinks darstellen, direkt in das entsprechende Kapitel wechseln oder sich der Navigation auf der linken Seite bedienen, um durch die Lernmaterialien zu navigieren.

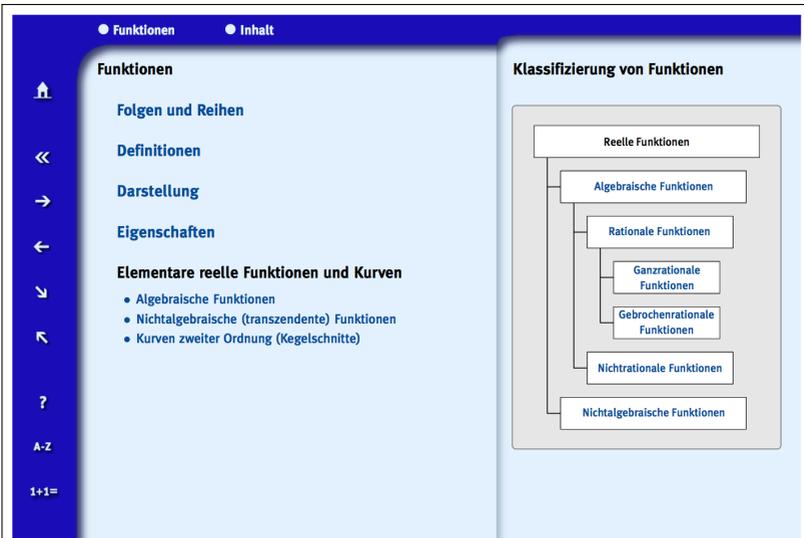


Abbildung 37: Grundkurs Mathematik, Übersichtsseite Funktionen mit aufgeklapptem Untermenü. In Anlehnung aus *Mathematik-Pool NRW – Mathematik-Grundkurs für Ingenieur- und Naturwissenschaften* von Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW, 2002. Zugriff am 05.04.2014 auf http://www.mathepool.de/mm_mathe_ing.php

Eine einzelne Unterseite mit Lerninhalten, wie in Abbildung 38 dargestellt, hat in der oberen Zeile jeweils die Mikronavigation eingeblen-det, also die hierarchische Position der aktuell sichtbaren Seite im Inhaltsverzeichnis.

● Funktionen
● Eigenschaften

Umkehrbarkeit

Gegeben sei die streng monotone Funktion:

$$f(x) = \frac{1}{2}x - 1$$

Will man zu einem gegebenen y -Wert den zugehörigen x -Wert bestimmen, bildet man die Umkehrfunktion, indem man die Gleichung nach x auflöst.

Das führt zu $f^{-1}(y) = x = 2y + 2$

Die Funktion $f^{-1}(y)$ heißt Umkehrfunktion zu $f(x)$.

Vertauscht man in der Gleichung für $f^{-1}(y)$ y mit x , kann man die ursprüngliche Funktion $f(x)$ und die Umkehrfunktion $f^{-1}(x)$ in ein Koordinatensystem zeichnen.

Es gilt der Satz:

Jede auf einem Intervall streng monotone Funktion besitzt für dieses Intervall eine Umkehrfunktion.

Darstellung

Zeichnet man die links behandelte Funktion und ihre Umkehrfunktion

$$f(x) = \frac{1}{2}x - 1$$

$$f^{-1}(x) = 2x + 2$$

in ein Koordinatensystem, kann man leicht erkennen, daß die Funktion durch Spiegelung an der Winkelhalbierenden in die Umkehrfunktion übergeht.

Das Bilden einer Umkehrfunktion bedeutet geometrisch betrachtet, daß die Funktion an der Winkelhalbierenden gespiegelt wird (Geradenspiegelung).

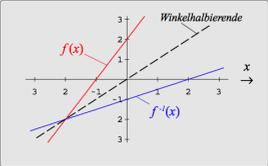


Abbildung 38: Grundkurs Mathematik, Beispiel Umkehrfunktion. In Anlehnung aus *Mathematik-Pool NRW – Mathematik-Grundkurs für Ingenieur- und Naturwissenschaften* von Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW, 2002. Zugriff am 05.04.2014 auf http://www.mathepool.de/mm_mathe_ing.php

Auf der linken Seite sind die Standardnavigationselemente zu finden. Nach Designvorgaben wurde ein 2/3- zu 1/3-Seitenaufbau gewählt, so dass 2/3 der Bildschirmseite (links) den Lerntext und 1/3 der Bildschirmseite (rechts) i.Allg. Beispiele oder Erläuterungen präsentiert. Diese standardmäßige Aufteilung ist in Abbildung 38 und 39 zu sehen.

● Funktionen ● Folgen und Reihen

Geometrische Reihe

Auch die geometrische Reihe kann aus der geometrischen Folge abgeleitet werden. Sie hat die Gestalt:

$$\sum_{k=1}^{\infty} q^{k-1} = 1 + q + q^2 + q^3 + \dots$$

Ist $|q| < 1$, so konvergiert die unendliche Reihe.

Als Grenzwert ergibt sich:

$$\sum_{k=1}^{\infty} q^{k-1} = \frac{1}{1 - q}$$

Beispiel

Gegeben sei ein Rechteck der Fläche 1. Es wird nun ein Rechteck mit halb so großer Fläche danebengelegt, und neben dieses wird wieder eins mit der halben Fläche gelegt.

Diese Prozedur wird unendlich oft wiederholt. Wie groß wird die entstehende Fläche werden ?

1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
---	---------------	---------------	---------------

Veranschaulichung der Rechnung

Als Gesamtfläche ergibt sich:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^{k-1} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots = \frac{1}{1 - \frac{1}{2}} = 2$$

1+1=

Abbildung 39: Grundkurs Mathematik, Beispiel geometrische Reihe, links: Lerntext, rechts: Beispiel. In Anlehnung aus *Mathematik-Pool NRW – Mathematik-Grundkurs für Ingenieur- und Naturwissenschaften* von Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW, 2002. Zugriff am 05.04.2014 auf http://www.mathepool.de/mm_mathe_ing.php

Die didaktische Grundüberlegung war, dass der Studierende den Lerntext direkt in Bezug zu einem Beispiel setzen kann, das ihm das Verständnis und den Transfer erleichtert. Auf der Seite in Abbildung 38 ist ein Lautsprecher-symbol zu erkennen. Dieses wurde immer an den Stellen integriert, an denen den Studierenden möglicherweise nicht klar ist, wie Formeln ausgesprochen werden. Die Audioaufnahmen wurden von dem Autor dieser Arbeit in einem schalltoten Raum des WDR mit dessen Ausrüstung durchgeführt, da zu dieser Zeit (1998) mit einer normalen Arbeitsplatzausstattung keine qualitativ hochwertigen Materialien erstellt werden konnten.

Neben den Lernmaterialien stellt jedes Teilkapitel drei Übungsaufgaben

mit Lösungen bereit. Ein Ausschnitt aus der CD-ROM mit der eingeblendeten Lösung zu einer der Aufgaben findet sich in Abbildung 40.

The screenshot shows a software interface with a blue header containing the text 'Funktionen' and 'Elementare reelle Funktionen und Kurven'. On the left is a navigation sidebar with icons for home, back, forward, left, right, and search, along with 'A-Z' and '1+1=' buttons. The main area is split into two columns:

Übungsaufgaben

- Geben Sie an, welche der folgenden Funktionen gerade und welche ungerade sind.
 $f(x) = \sin(x), \quad f(x) = -2 \cos(x),$
 $f(x) = 2x^3, \quad f(x) = e^x$
- Wie lautet die Funktion für eine Gerade mit folgenden Eigenschaften?
 Schnittpunkt mit der x -Achse bei 3
 Schnittpunkt mit der y -Achse bei 4
- Überprüfen Sie die folgende Gleichung auf ihre Richtigkeit:

$$\tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x} - 1$$

Lösung zu Aufgabe 2

Die allgemeine Gleichung für eine Gerade lautet:
 $f(x) = a x + b$

Die Gerade schneidet die y -Achse bei $x = 0$:
 $f(x = 0) = 0 \cdot x + b = 4 \Leftrightarrow b = 4$

Die Gerade schneidet die x -Achse bei $f(x) = 0$:
 $f(x = 3) = a \cdot 3 + 4 = 0$
 $\Leftrightarrow a \cdot 3 = -4$
 $\Leftrightarrow a = -\frac{4}{3}$

Die Geradengleichung lautet somit:
 $f(x) = -\frac{4}{3}x + 4.$

Abbildung 40: Grundkurs Mathematik, Beispiel von Übungsaufgaben mit einer Lösung. In Anlehnung aus *Mathematik-Pool NRW – Mathematik-Grundkurs für Ingenieur- und Naturwissenschaften* von Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW, 2002. Zugriff am 05.04.2014 auf http://www.mathepool.de/mm_mathe_ing.php

Diese Materialien wurden bei vom Institut für Verbundstudien für das LMS Moodle portiert. Dies bedeutet, dass Texte neu mit HTML umgesetzt, Formeln mit TeX (siehe nächstes Kapitel) neu geschrieben, Abbildungen einzeln gespeichert und Audio- bzw. Video-Dateien in webgerechte Formate konvertiert werden mussten.

Umsetzung des mathematischen Formelsatzes

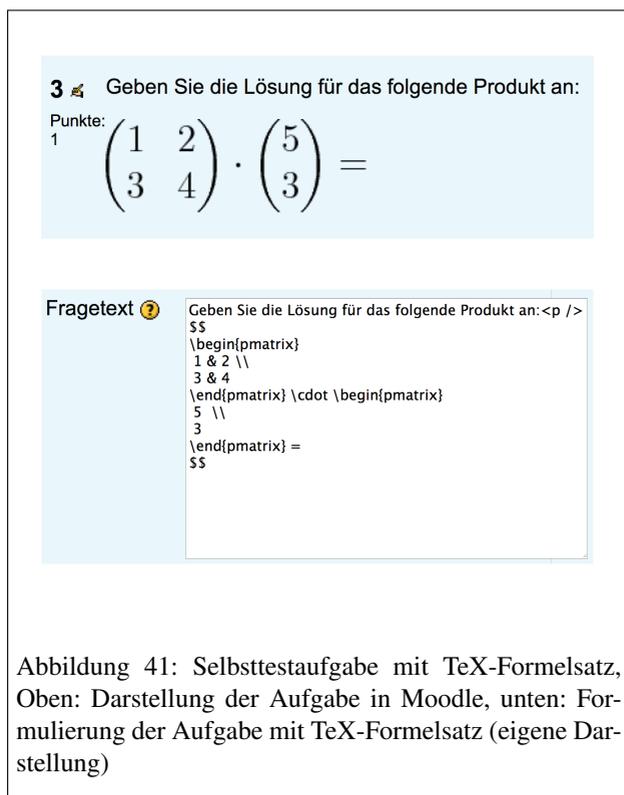
Die einfache und genügend Möglichkeiten umfassende Eingabe und zuver-

lässige Darstellung von mathematischen Formeln ist für mathematische Onlinekurse grundlegend. Auf der einen Seite standen hier die standardisierte Mathematical Markup Language (MathML) des W3C (World Wide Web Consortium, 2010), auf der anderen Seite die seit langer Zeit etablierte „Best Practice“-Lösung mit TeX zur Auswahl (TeX Users Group, 2013). Im Fokus der Entscheidung, die zugunsten der TeX-Umsetzung fiel, stand die funktionierende und einwandfreie Darstellung mathematischer Formeln für den Endnutzer. Dies bedeutete (im Jahr 2011), dass eine Vielzahl von Browsern (Firefox, Microsoft Internet Explorer, Apple Safari, Opera) und mobilen Endgeräten, wie das iPad, unterstützt werden sollten. Da die MathML zu diesem Zeitpunkt nur im Referenzbrowser (Amaya) des W3C genutzt werden konnte und die vorhandenen Plug-ins nicht auf allen Endgeräten funktionierten, wurde die Umsetzung mit TeX gewählt, die so funktioniert, dass zur Laufzeit eine Grafik aus dem Formelsatz generiert wird, die auf den jeweiligen Endgeräten angezeigt wird.

Aktuell (September 2013) ist die Version 3.0 von MathML veröffentlicht (World Wide Web Consortium, 2010). Der Firefox-Browser kann seit der Version 1.0 diese nativ darstellen, benötigt also keine zusätzliche Software, die installiert werden muss. Der Internet-Explorer kann die MathML mit einem zusätzlichen Plug-in nutzen. Andere Browser haben oft noch keine Unterstützung. Alternativ gibt es u.a. die Open Source JavaScript Bibliothek MathJax, die mithilfe von HTML und CSS sowohl den MathML-Formelsatz als auch den TeX-Formelsatz in nahezu allen Browsern inklusive der mobilen Varianten interpretieren und in hoher Qualität darstellen kann (MathJax Consortium, 2013). Für die Eingabe von Formeln kann es hilfreich sein, einen WYSIWYG-Editor einzusetzen. Zum Zeitpunkt der ersten Implementierung war kein frei verfügbarer Formeleditor in der Lage, browserübergreifend den TeX- oder MathML-Formelsatz zu erzeugen. Aktuell scheint der in Java geschriebene browserübergreifende Open Source Editor DragMath, der Formeln sowohl im MathML- als auch im TeX-Format speichern kann, ei-

ne sinnvolle Erweiterung zu sein. So wird dieser auch ab der Version 2.0 von Moodle mit ausgeliefert (Billingsley & Sangwin, 2013; Moodle Development Team, 2013a).

In der aktuellen Version des Online-Mathematikurses werden die Formeln, ohne WYSIWYG-Editor, direkt im TeX-Format eingegeben. Dies wird exemplarisch in Abbildung 41 veranschaulicht.



The image shows a Moodle quiz question interface. At the top, a question number '3' is followed by a small icon and the text 'Geben Sie die Lösung für das folgende Produkt an:'. Below this, the word 'Punkte:' is followed by a '1' and the mathematical expression $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \end{pmatrix} =$. Below the question, there is a 'Fragetext' section with a question mark icon. To the right of this icon is a text area containing the TeX source code for the question: `Geben Sie die Lösung für das folgende Produkt an:<p /> $$ \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \end{pmatrix} = $$`

Abbildung 41: Selbsttestaufgabe mit TeX-Formelsatz, Oben: Darstellung der Aufgabe in Moodle, unten: Formulierung der Aufgabe mit TeX-Formelsatz (eigene Darstellung)

In Abbildung 41 ist oben ein Teil einer Selbsttestaufgabe, wie sie dem Lernenden angezeigt wird, dargestellt. Darunter ist der Quelltext zu sehen,

der hierfür eingegeben wurde. Wenn TeX auf dem Server installiert und in Moodle aktiviert worden ist, wird in allen Bereichen, in denen Text eingegeben werden kann, das doppelte Dollar-Zeichen ($\$$) als Start- und Endmarke für den Bereich interpretiert, der als TeX-Format verstanden und umgewandelt werden soll. Nach kurzer Einarbeitungszeit ist die Eingabe von Formeln über diesen Weg oft schneller, als wenn ein WYSIWYG-Editor zum Einsatz käme. Dies gilt natürlich nicht für die Lernenden, wenn sie als Antwort eine mathematische Formel eingeben sollen.

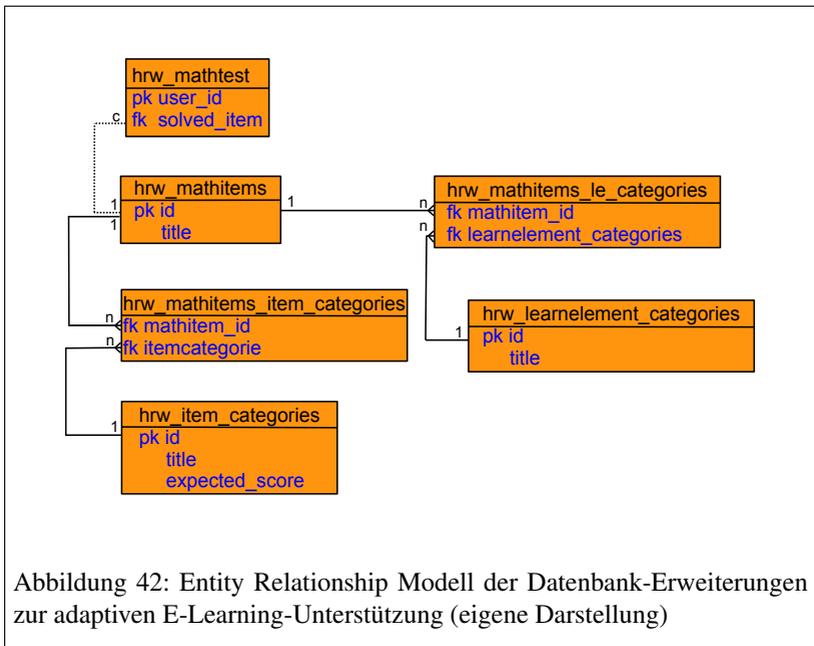
Zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Onlineangebotes wurden mit der gewählten Lösung die Anforderungen der Barrierefreiheit (WAI) am besten erfüllt. So hat die Lösung eine hohe Kompatibilität auf allen Endgeräten. Dadurch dass der Quelltext hinterlegt ist, können auch Blinde, die den TeX-Formelsatz beherrschen, via Braille-Zeile oder Screenreader die Formeln verstehen. Zusätzlich werden im Lehrtext viele Formeln durch eine Audioausgabe unterstützt (siehe Abb. 38, Kap. 5.5.3).

5.6 Technische Realisierung der adaptiven E-Learning-Unterstützung

5.6.1 Datenbankmodellierung

Um die personenbezogene Adaptierung der Online- und Offlineangebote zu ermöglichen, werden alle (anonymisierten) Testergebnisse des Mathematik-Eingangstests, inklusive der allgemeinen Angaben des Deckblattes, in einer Datenbank gespeichert. Da der Moodle-Kurs direkt adaptiert werden sollte, war es sinnvoll, diese Datenbank auf dem Server, der Moodle hostet, zu integrieren. In diesem Fall ist die Moodle-Datenbank selber um zusätzliche Tabellen erweitert worden. Als Open Source Datenbank Management System wurde hierbei PostgreSQL eingesetzt (The PostgreSQL Global Development Group, 2013b).

Die aktuelle Datenbank besteht aus zehn Tabellen, unter Berücksichtigung von zwei Jahrgängen aus zwölf Tabellen. Im Folgenden wird zur Verringerung der Komplexität nur ein Teilausschnitt der Datenbank Berücksichtigung finden, der der Steuerung der adaptiven Komponenten im Onlinekurs als Grundlage dient. Dieser Teilausschnitt der Datenbank ist in Abbildung 42 als Entity Relationship Modell (ERM) veranschaulicht. Für eine eingehendere Auseinandersetzung ist im Anhang D.1 ein Teil der SQL-Anweisungen zum Erstellen, Füllen und Abfragen der Datenbanktabellen aufgelistet.



In der Darstellung sind drei Grundtabellen (Entities) mit den Bezeichnungen *hrw_mathtest*, *hrw_item_categories* und *hrw_learnelement_categories* zu erkennen, die über drei weitere Tabellen (Relationen) miteinander verknüpft sind. Die Grundtabellen, die als Lookup-Tabellen zum eindeutigen Referen-

zieren genutzt werden, haben die folgenden Funktionen und Inhalte:

Die erste Grundtabelle *hrw_mathitems* beinhaltet, dem Primärschlüssel *id* mit den Werten von 1 bis 48 eindeutig zugeordnet, die 48 Items des Mathematik-Eingangstests mit deren Titel als Kurzbeschreibung. Die zweite Grundtabelle *hrw_item_categories* umfasst, dem Primärschlüssel *id* mit den Werten von 1 bis 10 eindeutig zugeordnet, eine thematische Gruppierung der Items des Eingangstests, um den Studierenden die Ergebnisse übersichtlicher zusammengefasst präsentieren zu können (siehe Kap. 5.6.5). Die dritte Grundtabelle *hrw_learnelement_categories* beinhaltet, dem Primärschlüssel *id* mit den Werten von 1 bis 13 eindeutig zugeordnet, eine thematische Gruppierung der Items entsprechend den 13 Lernkategorien des Onlinekurses.

Nachfolgend werden die Daten der drei Tabellen aufgeführt (siehe Tab. 4–6).

Tabelle 4: Auszug aus der Tabelle *hrw_mathitems* mit den Spalten (Attributen) *id* und *title*

id	title
1	Brüche addieren
2	Brüche subtrahieren
3	Brüche multiplizieren
4	Potenzen multiplizieren
5	Wurzeln multiplizieren
6	Wurzeln mit unterschiedlichen Exponenten multiplizieren
7	Logarithmengesetz der Multiplikation
8	Logarithmengesetz für Potenzen
9	Gleichung auflösen
10	Ungleichung auflösen
11	Klammern auflösen
12	Umkehrung des Exponierens
13	Grundpotenz
14	Grundpotenz
15	Grundlogarithmus
16	Grundlogarithmus
17	Grundlogarithmus
18	Grundlogarithmus

Tabelle 5: Inhalt der Tabelle *hrw_item_categories* mit den Spalten (Attribute) *id*, *title* und *expected_score*

id	title	expected_score
1	Bruchrechnung	1.0
2	Potenzen und Wurzeln	0.8
3	Logarithmen	0.8
4	Gleichungen / Ungleichungen	0.8
5	Berechnungen am Dreieck	0.8
6	Eigenschaften von Funktionen	0.5
7	Darstellung von Funktionen	0.6
8	Rechnen mit Einheiten	0.8
9	Differentialrechnung	0.5
10	Integralrechnung	0.5

Tabelle 6: Inhalt der Tabelle *hrw_learnelement_categories* mit den Spalten (Attributen) *id* und *title*

id	title
1	Elementares Rechnen
2	Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
3	Gleichungen
4	Mengen und Zahlen
5	Funktionen
6	Algebra
7	Folgen und Reihen
8	Geometrie
9	Differentialrechnung
10	Integralrechnung
11	Rechnen mit Einheiten
12	Komplexe Zahlen
13	Vektoren

Die drei zuletzt dargestellten Tabellen werden von den folgenden drei Tabellen als Referenztabellen genutzt:

1. Tabelle: *hrw_mathtest* mit den Spalten (Attributen) *user_id* und *solved_item*

In dieser Tabelle werden alle von den Studierenden richtig gelösten Aufgabennummern (*solved_item*) mittels der Bewerbernummer jeweils den anonymisierten Studierenden zugeordnet (*user_id*).

Ein Auszug der Datensätze dieser Datenbanktabelle findet sich in Tabelle 7.

Tabelle 7: Datenbankauszug der Tabelle *hrw_mathtest* mit exemplarischen Inhalten

user_id	solved_item
5692	1
5692	2
5692	4
6793	1
6793	2
6793	3

Aus diesen Datensätzen kann abgelesen werden, dass die Studentin bzw. der Student mit der Bewerbernummer (*user_id*) 5692 die Aufgaben mit den Nummern 1, 2 und 4 richtig gelöst hat. Da die Aufgaben entsprechend der Reihenfolge im mathematischen Test durchnummeriert worden sind, kann entnommen werden, dass diese Person die erste und zweite Bruchrechenaufgabe und die erste Potenzrechenaufgabe richtig gelöst hat. Die Studentin bzw. der Student mit der Bewerbernummer 6793 hingegen hat alle drei Bruchrechenaufgaben richtig gelöst.

Die Datensätze der Lookup-Tabelle *hrw_mathitems*, die auszugsweise in Tabelle 5.6.1 zusammengefasst sind, ermöglichen auch eine genauere Zuordnung zur Art der Aufgabe. Sie dienen dazu, den Nutzern des Onlinekurses eine detailliertere Übersicht über die richtig gelösten Aufgaben zu präsentieren (siehe Kap. 5.6.6).

Ebenfalls besteht eine Relation zur Tabelle *hrw_bewerber* (die hier nicht explizit dargestellt ist). In dieser sind die Grundinformationen aller Studierenden aufgrund des Deckblattes gespeichert, die für die differenzierte Evaluation benötigt werden.

2. Tabelle: *hrw_mathitems_learnelementcategories* mit den Spalten (Attributen) *mathitem_id* und *learnelementcategorie*.

Der Onlinekurs Mathematik weist 13 thematisch unterschiedliche Lernelemente auf. Diese entsprechen den Einträgen in der Tabelle *hrw_learnelement_categories* (siehe Tab. 6). Um den Studierenden ein Feedback zu ihren aufgrund des Eingangstests ermittelten Fähigkeiten geben zu können, müssen die einzelnen Items des Tests den unterschiedlichen Themenbereichen der Lernelemente zugeordnet werden. Dies wird mit der Tabelle *hrw_mathitems_learnelementcategories* umgesetzt, die auszugsweise in Tabelle 8 dargestellt ist.

Tabelle 8: Auszug aus *hrw_mathitems_learnelementcategories*

mathitem_id	learnelementcategorie
1	1
2	1
3	1
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2

Hieraus kann z.B. entnommen werden, dass die drei Bruchrechenaufga-

ben (*mathitem_id*=(1 or 2 or 3)) der ersten Lernelementkategorie (*lernelementcategorie*=1) zugeordnet ist. Laut Tabelle *hrw_lernelement_categories* entspricht dies dem Lernelement *Elementares Rechnen*. Diese Zuordnungen werden benötigt, um den Lernenden pro Lernelement ihr Vorwissen optisch zu veranschaulichen, wie dies in Kap. 5.6.3 genauer erörtert wird.

3. Tabelle: *hrw_mathitems_itemcategories* mit den Spalten (Attributen) *mathitem_id* und *lernelementcategorie*.

Um den Studierenden eine grafische Rückmeldung geben zu können, wie sie im Vergleich zu ihren Kommilitonen abgeschnitten haben, ist es notwendig, die Items auf eine überschaubare Anzahl von Elementen zu reduzieren.

Hierfür kommt die Tabelle *hrw_mathitems_itemcategories* zur Anwendung, die alle Items zu insgesamt zehn Themenbereichen clustert. Wie dem Datensatzauszug in Tabelle 9 zu entnehmen ist, werden z.B. der Itemcategorie 2, also dem Bereich *Potenzen, Wurzeln, Logarithmen*, die Items 4, 5, 6, 13, 14, wie diese in der Tabelle *hrw_lernelement_categories* definiert sind, zugeordnet.

Tabelle 9: Auszug aus *hrw_mathitems_itemcategories*

mathitem_id	itemcategorie
1	1
2	1
3	1
4	2
5	2
6	2
13	2
14	2
7	3
8	3
15	3
16	3
17	3
18	3
9	4
10	4
11	4
30	4

In Kombination mit dem Wissen über den aktuell angemeldeten Studierenden kann hiermit dynamisch eine grafische Rückmeldung generiert werden.

5.6.2 Programmierung eines Content-Filter-Plug-ins für Moodle

Mithilfe eines Content-Filter-Plug-ins kann die Funktionalität von Moodle ausgebaut werden (Moodle Development Team, 2013c). Ein typisches Plug-in dieser Art ist das TeX-Plug-in, das im Administrationsbereich von Moodle aktiviert werden kann, um den Content nach doppelten Dollarzeichen zu filtern und anschließend den Bereich zwischen den doppelten Dollarzeichen durch die entsprechende Grafik der Formel zu ersetzen. Das TeX-Plug-in wurde auch als Vorlage genutzt, um eigene Plug-ins zu schreiben. So wurden vom Autor dieser Arbeit ein Plug-in zur SAGE-Integration und eins zur Integration der verschiedenen adaptiven Methoden erstellt. Abbildung 43 gibt den Administrationsbereich von Moodle wieder, in den diese Plug-ins eingebunden sind und aktiviert bzw. deaktiviert werden können.

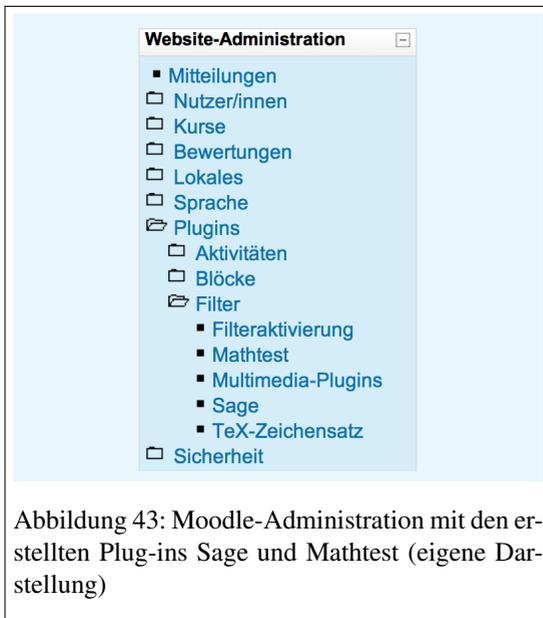


Abbildung 43: Moodle-Administration mit den erstellten Plug-ins Sage und Mathtest (eigene Darstellung)

Das Mathtest-Filter-Plug-in ist so konzipiert worden, dass nach den Begriffen [mathtest] als Start und [/mathtest] als Ende gesucht wird. Der Text zwischen diesen Begriffen wird ausgeschnitten und entsprechend einer Liste von Funktionalitäten interpretiert. So wird statt des Gesamttextes [mathtest]mathresulttab[/mathtest] eine Tabelle mit den farblich markierten richtig bzw. falsch beantworteten Items des Mathematik-Eingangstests eingebunden.

5.6.3 Lernelementbezogene Darstellung des Vorwissens

Das Vorwissen der Studierenden wurde durch den Mathematik-Eingangstest ermittelt. Die individuellen Ergebnisse werden nach der Erfassung durch das Optical Mark Recognition in einer Datenbank gespeichert. Durch eine serverseitige Abfrage wird ein JSON(JavaScript Object Notation)-Objekt erzeugt, das das persönliche Ergebnis repräsentiert. Auf dieses Objekt wird clientseitig mittels JavaScript zugegriffen, um pro Lernelement die Fähigkeiten mittels eines Daumens als Grafik anzuzeigen.

Die Einbindung dieser Grafiken jeweils vor den Lernmaterialien ist in Abbildung 44 zu sehen.

3



Potenzen, Wurzeln und Logarithmen

$$a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$$

Hier geht es zunächst um das **Rechnen mit Potenzen** und **Wurzeln**. Es handelt sich um eine Wiederholung bzw. Auffrischung von Schulstoff der Sekundarstufe I. Anschließend werden **Logarithmen** behandelt, die neben Wurzeln die zweite mögliche "Umkehrung" von Potenzen darstellen.

 Lernelement Potenzen, Wurzeln und Logarithmen

 1. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen



 2. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen



Abbildung 44: Beispiele für die Integration von Lernelementen in den Online-Mathematikkurs (eigene Darstellung)

Mit dieser „Symbolik des Lernens“ wird den Studierenden durch grafische Elemente angezeigt, wie groß ihr Vorwissen in einzelnen Bereichen ist. Zitat aus der Onlineplattform:

Um Ihnen, basierend auf den Ergebnissen Ihres Mathematiktests, Lernempfehlungen direkt anzuzeigen, haben wir vor jedem Themenbereich einen „farbigen Daumen“ plaziert.

...

Zeigt der Daumen nach oben, so können Sie diesen Bereich schon recht gut. Je mehr der Daumen nach unten zeigt, umso weniger gut konnten Sie Themen aus diesem Bereich im Test.

Ein Fragezeichen gibt es immer dann, wenn dieser Themenbereich nicht im Test vorkam, daher können wir keine Aussage zu Ihren Fähigkeiten machen.

Der Quellcode zur dynamischen Erzeugung dieser Daumen ist in Anhang D.3 dargestellt.

Abbildung 45 zeigt die Legende, wie sie innerhalb der Onlineplattform angezeigt wird.

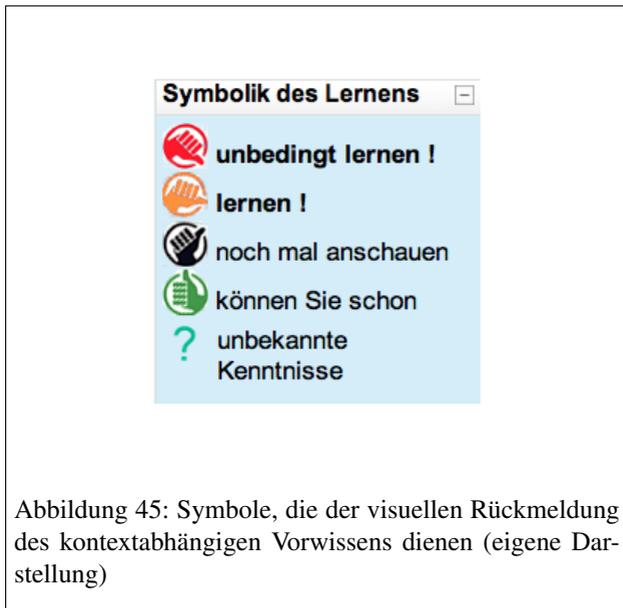


Abbildung 45: Symbole, die der visuellen Rückmeldung des kontextabhängigen Vorwissens dienen (eigene Darstellung)

5.6.4 Ergebnisabhängige Lernempfehlung

Um den Nutzerinnen und Nutzern des Onlinekurses eine realistische Einschätzung ihrer Ergebnisse im Eingangstest und eine motivierende und zielführende Lernempfehlung zu geben, wurde eine Schnittstelle zur Datenbank geschaffen, mit dem der Autor der Kursinhalte auf deren persönliche Ergebnisse zurückgreifen kann. Hierdurch kann den Studierenden u.a. die erreichte Punktzahl im Eingangstest angezeigt werden, des Weiteren können die Daten zur Ableitung einer persönlichen Lernempfehlung herangezogen werden.

Abbildung 46 veranschaulicht das Grundprinzip zum Erhalt und Einblenden der persönlichen Gesamtpunktzahl im Mathematik-Eingangstest.

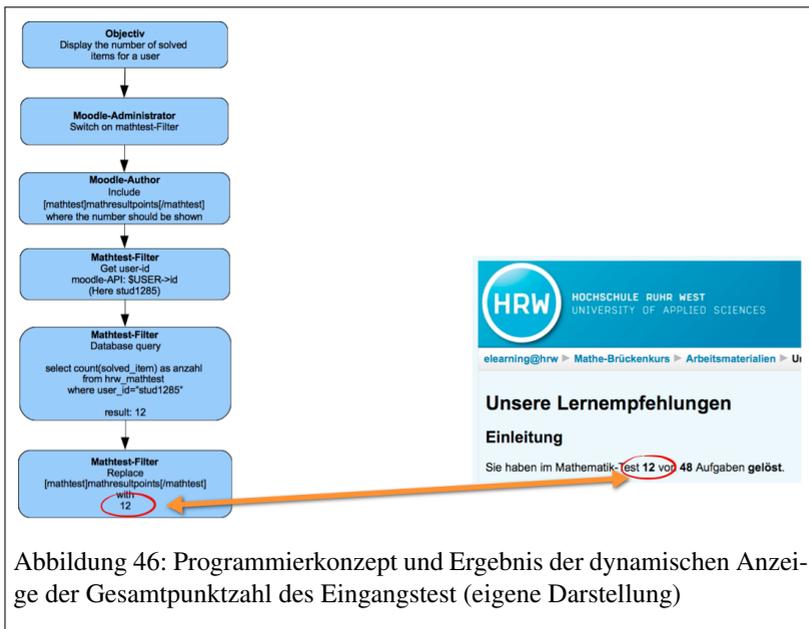


Abbildung 46: Programmierkonzept und Ergebnis der dynamischen Anzeige der Gesamtpunktzahl des Eingangstest (eigene Darstellung)

Auf der linken Seite sind die verschiedenen Schritte abgebildet, die notwendig sind, um das individuelle Ergebnis des angemeldeten Studierenden,

einzublenden. Die rechte Seite gibt das Ergebnis im E-Learning-Kurs wieder.

Diese Teilinformation dient, zusammen mit weiteren Informationen, dazu, dem angemeldeten Onlinekursteilnehmer eine persönliche Lernempfehlung zu präsentieren. Diese wird exemplarisch in Abbildung 47 veranschaulicht.

Unsere Lernempfehlungen

Einleitung

Sie haben im Mathematik-Test **12** von **48** Aufgaben **gelöst**.

Ihr Ergebnis war sicherlich nicht sehr gut, aber lassen Sie sich dadurch nicht verunsichern, sondern nutzen Sie die Chance unseres Mathematik-Coachings.
Im Vergleich zu Ihren Mitstudierenden liegen Sie mit Ihren Kenntnissen im Mittelfeld.

Die genauen Ergebnisse habe Sie sicherlich in der [graphischen Darstellung](#) und [tabellarischen Auflistung](#) gelesen.

Vorschlag zur Vorgehensweise

Neben dem Brückenkurs Mathematik an der Hochschule Ruhr West, haben Sie mit diesem E-Learning-Kurs die Möglichkeit verloren gegangenes Wissen eigenständig wieder aufzufrischen.

Hierbei unterstützt Sie die **Symbolik der Daumen**, die Ihnen je Themengebiet anzeigt, ob Sie dieses schon beherrschen, oder sich mit diesem auseinander setzen sollten.

Link: [Genauere Informationen zur Symbolik](#)

Arbeiten Sie die **Lerninhalte in Ruhe** durch. Nehmen Sie sich nicht zu viel auf einmal vor.
Versuchen Sie anschließend die **Übungsaufgaben** zum jeweiligen Thema **eigenständig zu lösen**.
Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der jeweiligen Lösung und korrigieren Sie Ihre Fehler.

Falls Sie nicht eigenständig weiter kommen, nutzen Sie **weitere Literatur**, wie sie am Ende der [Startseite empfohlen](#) wird.
Hierzu ist ein Gang in die HRW-Bibliothek sinnvoll.

Viel Erfolg!

Abbildung 47: Persönliche Lernempfehlung, abhängig von den Ergebnissen des Eingangstests (eigene Darstellung)

5.6.5 Grafische Darstellung der persönlichen Testergebnisse

Zur Visualisierung der persönlichen Ergebnisse im Mathematiktest kam Google Chart als Bibliothek zur Anwendung (Google, 2011). Diese wurde clientseitig mit Javascript programmiert. Die notwendigen Daten wurden auf Serverseite mit einer PHP-Erweiterung (PHP, 2013) der Moodle-Umgebung im JSON-Format (JSON-Group, 2011) erzeugt, clientseitig ausgewertet und mit

der Google-Chart-Bibliothek grafisch aufbereitet. In der grafischen Darstellung der persönlichen Testergebnisse (siehe Abb. 48) wurden die Einzelergebnisse der 46 Aufgaben zu Themenbereichen gruppiert (siehe Kap. 5.6.1), damit die Darstellung übersichtlich und verständlich bleibt.

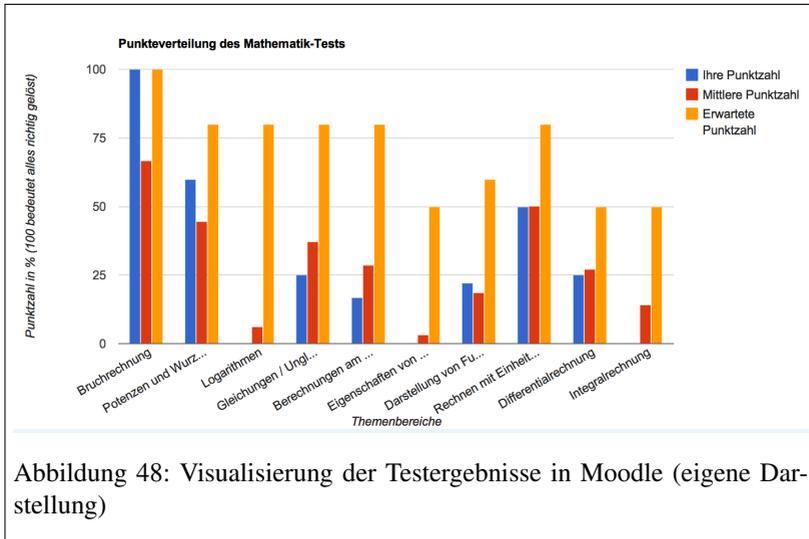


Abbildung 48: Visualisierung der Testergebnisse in Moodle (eigene Darstellung)

Farblich unterteilt und in der Legende referenziert wurde pro Themengebiet die eigene Punktzahl, die mittlere Punktzahl aller Studierenden und die von den Lehrenden erwartete bzw. erhoffte Punktzahl dargestellt.

5.6.6 Detaildarstellung der persönlichen Testergebnisse

Um den Studierenden eine itemgenaue Rückmeldung der persönlichen Ergebnisse des Mathematik-Eingangstests geben zu können, wurde eine Detailauswertung in die Moodle-Umgebung implementiert. Diese gibt allerdings nur den Aufgabentyp, nicht die Aufgabe selber wieder, da der identische Eingangstest auch im Folgejahr für die nächsten Studienanfängerinnen und -anfänger genutzt werden sollte und anderenfalls die Gefahr der öffentlichen

Verbreitung der Aufgaben bestünde und somit eine Vergleichbarkeit verschiedener Erhebungen verfälscht würde.

Technisch wurde diese Problematik als Teil des Content-Filter-Plug-ins umgesetzt. Nachdem die Bewerbernummer der aktuell angemeldeten Person ermittelt worden ist, wird mit der folgenden SQL-Anfrage eine Liste mit den Aufgabennummern, den Titeln der Aufgaben und jeweils einer 1, wenn die jeweilige Aufgabe richtig gelöst wurde, bzw. einer 0, wenn diese falsch gelöst wurde, erstellt.

```
select id, title, 1 as solved from hrw_mathitems i, hrw_mathtest t
where t.solved_item = i.id and t.user_id=$user_id
union
select distinct id, title, 0 as solved from hrw_mathitems i, hrw_mathtest t
where id not in (select id from hrw_mathitems i, hrw_mathtest t
where t.solved_item = i.id and t.user_id=$user_id)
order by id;
```

Abbildung 49: Quellcode der Datenbankabfrage zur Ermittlung der Ergebnisse des Mathematiktests für eine Person (eigene Darstellung)

Hierbei ist \$user_id im dargestellten Quellcode (Abb. 49) die Variable, die die aktuelle Bewerbernummer enthält. Zurückgeliefert wird eine Liste. Diese wird mit der Programmiersprache PHP, die innerhalb von Moodle zur Programmierung genutzt wird, ausgewertet. In einer For-Schleife werden alle Zeilen (von 1 bis 46, da es 46 Aufgaben gibt) durchlaufen, um mittels HTML eine Tabelle auszugeben, in deren erster Spalte immer der Titel der Aufgabe und in deren zweiter Spalte die Angabe, ob diese richtig oder falsch beantwortet wurde, steht. Zusätzlich wird über ein Modulo (Zeile 6) erreicht, dass die geraden Zeilen eine andere Hintergrundfarbe erhalten als die ungeraden Zeilen. Die Texte richtig bzw. falsch werden ebenfalls unterschiedlich hervorgehoben.

```

$returntext.="<table id=\"testresult_table\">";
$mathitem = get_records_sql($sqlstring);

for ($i=1;$i< count($mathitem);$i++){

    if($i % 2 == 1){$bgcolor='class=\"bg_strong\"';} else {
        $bgcolor='class=\"bg_light\"';};

    $returntext.="<tr " . $bgcolor . "><td>" . $mathitem[$i]->title . " :</td>";

    if($mathitem[$i]->solved == 1){
        $returntext.="<td class=\"result_green\">richtig</td></tr>";
    }
    if($mathitem[$i]->solved == 0){
        $returntext.="<td class=\"result_red\">falsch</td></tr>";
    }
}
$returntext.="</table>";

```

Abbildung 50: Quellcode zur Ermittlung und Anzeige der einzelnen Aufgaben des Mathematiktests für eine Person (eigene Darstellung)

Als Ergebnis (Abb. 51) ist in Moodle eine tabellarische Übersicht des individuellen Ergebnisses eines Studierenden einsehbar (zur besseren Darstellung wurde die Tabelle umgebrochen).

Persönliche Detailauswertung

Im folgenden sehen Sie, nach Aufgabentypen unterteilt, ob Sie die jeweilige Aufgabe des Mathematik-Tests richtig oder falsch beantwortet haben.

Brüche addieren:	richtig	Cosinus skizzieren:	falsch
Brüche subtrahieren:	richtig	Satz des Pythagoras für Winkelfunktionen:	falsch
Brüche multiplizieren:	richtig	Ungerade Funktion:	falsch
Potenzen multiplizieren:	richtig	Gerade Funktion:	falsch
Wurzeln multiplizieren:	falsch	Nullstellen einer quadratischen Funktion:	falsch
Wurzeln mit unterschiedlichen Exponenten multiplizieren:	falsch	Einheitenumrechnung:	richtig
Logarithmengesetz der Multiplikation:	falsch	Einheitenumrechnung:	falsch
Logarithmengesetz für Potenzen:	falsch	Darstellung von Funktionen (lineare):	richtig
Gleichung auflösen:	richtig	Darstellung von Funktionen (quadratische):	richtig
Ungleichung auflösen:	falsch	Darstellung von Funktionen (Hyperbel):	falsch
Klammern auflösen:	falsch	Darstellung von Funktionen (kubische):	falsch
Umkehrung des Exponierens:	falsch	Darstellung von Funktionen (Exponential):	falsch
Grundpotenz:	richtig	Darstellung von Funktionen (Logarithmus):	falsch
Grundpotenz:	richtig	Darstellung von Funktionen (Betrag):	falsch
Grundlogarithmus:	falsch	Umkehrfunktion bestimmen:	falsch
Grundlogarithmus:	falsch	Umkehrfunktion grafische bestimmen:	falsch
Grundlogarithmus:	falsch	Ableitung einer Funktion (Grundtabelle):	falsch
Grundlogarithmus:	falsch	Ableitung einer Funktion (Addition von Potenzfunktionen):	richtig
Seitenberechnung nach Pythagoras:	falsch	Ableitung einer Funktion (Exponentialfunktion):	falsch
Satz des Pythagoras nennen:	richtig	Ableitung einer Funktion (Produktregel):	falsch
Sinus am Dreieck zuordnen:	falsch	Integral (über Konstante):	falsch
Cosinus am Dreieck zuordnen:	falsch	Integral (über Potenzfunktion):	falsch
Tangens am Dreieck zuordnen:	falsch		
Cotangens am Dreieck zuordnen:	falsch		
Sinus skizzieren:	falsch		

Abbildung 51: Detailauswertung des Mathematik-Eingangstests in Moodle (eigene Darstellung)

5.7 Organisatorische Realisierung

Das Bildungscoaching durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung, für die Studierenden kurz Vorkurse bzw. Brückenkurse genannt, wurde zum ersten Mal im Wintersemester 2011/2012 durchgeführt. Die Hochschule Ruhr West, die 2009 gegründet worden ist, befand sich zu diesem Zeitpunkt noch im Aufbau. Dies bedeutete u.a., dass Räumlichkeiten an verschiedenen Übergangsstandorten mit Nutzung von Industriegebäuden, alten Schulen und Containerlösungen geschaffen wurden, die zu diesem Zeitpunkt nicht ausreichten, um alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger gleichzeitig in Präsenzkursen aufzunehmen, da durch die gleichzeitig stattfin-

denden Prüfungen die Raumkapazitäten überschritten waren.
Der grundsätzliche Ablauf des Mathematikcoachings im Wintersemester 2011/2012 an der Hochschule Ruhr West ist in Abbildung 52 skizziert.

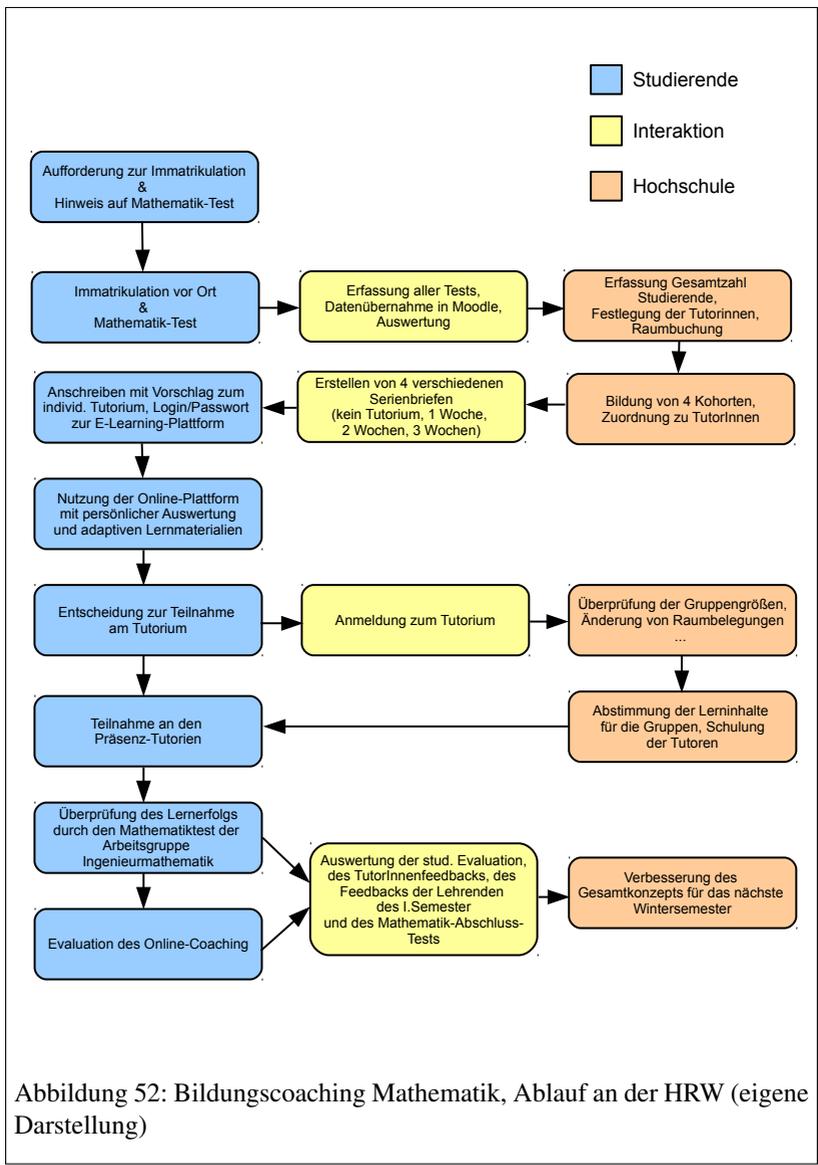


Abbildung 52: Bildungscoaching Mathematik, Ablauf an der HRW (eigene Darstellung)

Auf der linken Seite (blau) sind die Aktivitäten unter Einbindung der Studierenden aufgelistet, in der Mitte (gelb) die Interaktion zwischen der studentischen und der Hochschulebene und auf der rechten Seite (orange) die Aktivitäten aus Seiten der Hochschule. Von oben nach unten sind die einzelnen Schritte in chronologischer Reihenfolge von der Immatrikulation vor Ort bis zur Evaluation des Coachings aufgeführt.

5.7.1 Akquise und Qualifizierung der Tutorinnen und Tutoren

Die ursprüngliche Konzeption (Planung) sah vor, Studierende der höheren Semester als Tutorinnen und Tutoren einzusetzen. Aufgrund der Überschneidung der Vorkurse mit dem Prüfungszeitraum musste jedoch hierauf verzichtet werden. Somit wurde ein Plakat entworfen (Anhang C) und an verschiedenen Hochschulen ausgehängt. Die Bewerberinnen und Bewerber wurden anhand ihrer Unterlagen und im persönlichen Gespräch auf ihre Eignung „getestet“. Den Tutorinnen und Tutoren wurde zur Vorbereitung der Präsenzkurse zwei Fachbücher und ein Zugang zur Onlineplattform zur Verfügung gestellt und sie wurden in einer halbtägigen Schulung auf die Präsenzkurse vorbereitet. Diese Phase sollte ursprünglich länger sein, konnte aber aus finanziellen, personellen und organisatorischen Gründen nicht ausgeweitet werden.

Innerhalb der Vorbereitung wurden die folgenden grundsätzlichen Empfehlungen für die Durchführung der Präsenzkurse gegeben und präzisiert:

- Positive Grundatmosphäre herstellen
- Kurze „Vorlesungsstücke“ mit Übungsaufgaben abwechseln
- Interagieren (Studierende aktiv einbeziehen, ohne Druck aufzubauen)
- Motivation durch kurzfristige Erfolgserlebnisse
- Probleme beobachten, ernst nehmen und besprechen

- Mathematische Präzision zugunsten der Verständlichkeit weniger gewichten
- Lehrtexte, Übungsaufgaben der Onlineplattform einbinden

Ferner wurde für die Präsenzkurse ein grober inhaltlicher Rahmen vorgegeben, den die Lehrenden als Orientierung nutzen sollten, den sie aber individuell auf ihre persönliche Studierendengruppe anpassen konnten. In Klammern wurde jeweils das Lernelement des Onlinekurses benannt, das zum jeweiligen Thema Lernmaterial enthält, um den Lehrenden die Möglichkeit zu geben, auf diese Materialien zurückzugreifen.

Inhalte – Woche I

- Abhängig von Zielgruppe, individuell anpassen (Lerntempo, Studiengang etc.)
- Jeden Tag mit Wiederholungsaufgaben des Vortages einsteigen
- Zahlenmengen (natürliche Zahlen, ... komplexe Zahlen) (LE 5)
- Bruchrechnung (LE 2)
- Summen-, Produktzeichen (LE 2)
- Potenzen, Wurzeln (LE 3)
- Binomische Formeln
- Zahlensysteme (wenn für die Studierendengruppe wichtig) Dual / Hexadezimal (LE 5)
- Logarithmen/wenn sinnvoll Zinseszinsrechnung (LE 3)
- Boolesche Algebra (wenn für die Studierendengruppe wichtig) (LE 7)

Inhalte – Woche II

- Abhängig von Zielgruppe, individuell anpassen (Lerntempo, Studiengang ...)
- Jeden Tag mit Wiederholungsaufgaben des Vortages beginnen

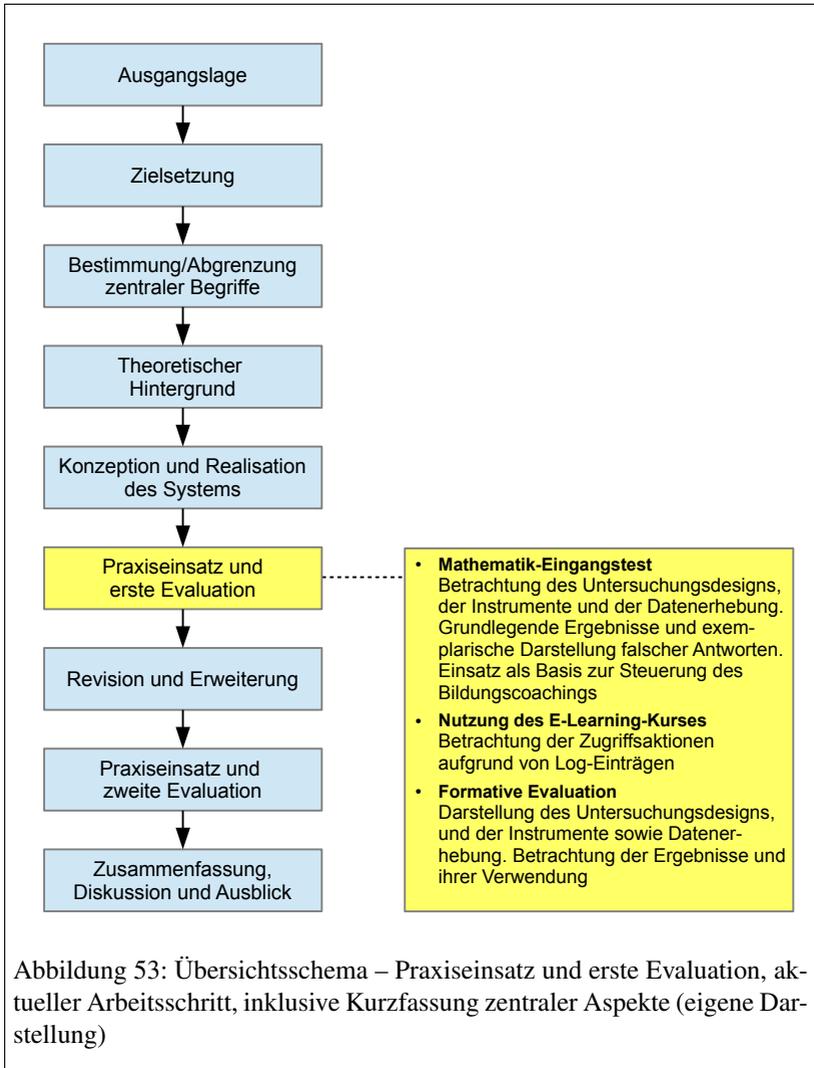
- Einstieg mit Aufgaben aus Woche I
- Lösen von Gleichungen, Äquivalenzumformungen, quadratische Gleichungen, PQ-Formel etc.(LE 4)
- Funktionen, ihre Eigenschaften und Darstellung (LE 6) (Lineare Funktion, Geradengleichung, quadratische Gleichung, kubische Funktionen, e-Funktion, Umkehrfunktion etc. wenn sinnvoll, inkl. Herleitung der trigonometrischen Funktionen)
- Grundlagen der Geometrie (Winkel, Rechnen im Dreieck etc.) (LE 9)

Inhalte – Woche III

- Abhängig von Zielgruppe, individuell anpassen (Lerntempo, Studiengang etc.)
- Jeden Tag mit Wiederholungsaufgaben des Vortages beginnen
- Einstieg mit Aufgaben aus Woche I + II (Potenz-, Wurzelrechnung, binomische Formeln, quadratische Gleichung, Logarithmen, Darstellung von Funktionen etc. (mindestens einen Tag))
- Inhalte abwägen (komplexe Zahlen, Vektoren, Gleichungssysteme) (LE 13, LE 14, LE 7)
- Einstieg in die Differentialrechnung (LE 10)

Hauptgrundsatz war, eher eine geringe Geschwindigkeit zu wahren und viele Wiederholungszyklen einzubauen, um bei den Studierenden die Grundlagen möglichst dauerhaft zu verankern, als viel Stoff mit zu wenig Übung zu präsentieren. Deshalb gab es innerhalb der Wochen tägliche Wiederholungen, am Ende des Kurses entsprechende Tests und zu Beginn jeder Woche wurde stets der gleiche Stoff, aber mit unterschiedlicher Geschwindigkeit durchgenommen (siehe auch Kap. 5.2.3).

6 Einsatz des Systems in der Praxis und erste Evaluationsphase



Die folgende Betrachtung konzentriert sich auf die Darstellung von Hauptaspekten des Praxiseinsatzes. Organisatorische, technische, personelle und finanzielle Hürden sollen hier außer Betracht bleiben.

Für das im Wintersemester 2011/2012 gestartete Bildungscoaching Mathematik waren drei Teilbereiche, in denen Daten erhoben wurden, maßgeblich: der Mathematik-Eingangstest zur Steuerung des Gesamtsystems, die Log-Dateien der E-Learning-Plattform und eine formative Evaluation, die eine Verbesserung des Gesamtsystems, inklusive Organisation und Präsenzphasen, einleiten sollte. Für die Hochschule Ruhr West stand die Vorqualifizierung der Studierenden im Fach Mathematik im Vordergrund, denen der Übergang in die jeweiligen Studiengänge effektiv und „barrierearm“ ermöglicht werden sollte. Hierzu wurde die praktische Verwirklichung des Konzepts dieser Arbeit erheblich unterstützt. So wurden für die Durchführung im Wintersemester 2011/2012 elf Lehrende akquiriert und für je drei Wochen Unterricht bezahlt. Vom Servicebereich wurde fast eine Stelle zur Verfügung gestellt und die Bibliothek stellte allen Lehrenden Materialien bereit. Im Zentrum dieser ersten Praxisphase stand die Beantwortung der zentralen Forschungsfrage (siehe Kap. 2.1):

F1: Wie muss ein Mathematik-Vorkurssystem beschaffen sein, um einen großen individuellen Lernzuwachs der Studierenden zu erzielen und deren Leistungsunterschiede zu homogenisieren?

Auf Basis der Erhebung der ermittelten Fähigkeiten und Defizite der Studienanfängerinnen und Studienanfänger (Mathematik-Eingangstests), einer qualitativen Einschätzung der Coachingmaßnahmen (formative Evaluation) und einer Analyse der Aktivitäten in der Onlineplattform (Log-Dateien) sollten die Forschungsfragen F1.1 – F1.5 (Kap. 2.1) beantwortet und Handlungsbedarfe für die Verbesserung des Bildungscoaching Mathematik gefunden werden.

Im Folgenden werden die drei Teilbereiche Mathematik-Eingangstest, Nutzung des E-Learning-Kurses und formative Evaluation nacheinander erörtert. Abschließend werden die Resultate in Bezug auf die Forschungsfragen zusammengefasst.

6.1 Mathematik-Eingangstest

6.1.1 Untersuchungsdesign und Erhebungsinstrumente

Ziel des Mathematik-Eingangstests war die Einschätzung der Mathematikfähigkeiten – genauer der grundlegenden Rechentechniken – der Studienanfängerinnen und -anfänger. Die Querschnittstudie wurde als Paper-and-Pencil-Test durchgeführt.

Das Paper-and-Pencil-Verfahren wurde ausgewählt, um Nachteile eines Online-Mathematik-Testverfahrens zu umgehen. In einem Online-Mathematik-Testverfahren werden i.Allg. entweder Multiple-Choice-Lösungen vorgegeben, die durch die Plausibilitätsüberlegungen der Probanden und durch die Beschränkung möglicher Lösungen zu Verfälschungen führen können, oder es wird ein Formeleditor eingesetzt, mit dem sich die mathematische Darstellung der Ergebnisse umsetzen lässt, wodurch zusätzlich die Hürde der Formeleingabe aufgebaut wird.

In dieser ersten Phase stand die Betrachtung der Nutzbarkeit der Ergebnisse als Steuerungsquelle für die weiteren Prozessschritte im Vordergrund. Erst in der zweiten Praxisphase (Kap. 8) wurde der Mathematik-Eingangstest zusätzlich als Basis für eine Längsschnittstudie herangezogen.

Die aktuelle Fassung des Eingangstests entstand auf der Grundlage eines Mathematiktests, der am Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW entwickelt und über mehrere Jahre eingesetzt worden ist (Pawusch, 2013). Es wurde vor allem auf Teilbereiche der Differential- und Integralrechnung zugunsten von Testaufgaben zur

Termumformung, zu quadratischen Gleichungen und Rechnen mit Einheiten verzichtet. Diese Veränderungen fanden sowohl aufgrund der Ergebnisse der Erhebungswellen in Verbundstudiengängen der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens als auch aufgrund der Erfahrungen der Professoren der Hochschule Ruhr West in den Anfangssemestern der MINT-Studiengänge statt.

Der Mathematik-Eingangstest (Anhang A) besteht aus 48 Teilaufgaben zu zentralen Themenbereichen der Mathematik. Eine Übersicht der Themenbereiche bietet Tabelle 10.

Tabelle 10: Übersicht der Inhalte des Mathematik-Eingangstests

Themenbereich	Anzahl der Aufgaben
Bruchrechnung	3 Aufgaben
Potenz- und Wurzelrechnung	3 Aufgaben
Logarithmengesetze	3 Aufgaben
Gleichungen umformen	3 Aufgaben
Lösen quadratischer Gleichungen	1 Aufgabe
Umkehrfunktion bilden	2 Aufgaben
Elementare Potenz- und Logarithmenwerte	6 Aufgaben
Satz des Pythagoras	2 Aufgaben
Def. der Winkelfunktionen am Dreieck	4 Aufgaben
Zeichnen von Funktionen	9 Aufgaben
Eigenschaften von Funktionen	3 Aufgaben
Einheitenumrechnungen	2 Aufgaben
Elementare Ableitungen	4 Aufgaben
Elementare Integrale	3 Aufgaben

Insgesamt gab es $N=48$ Aufgaben

Auf dem Deckblatt wurde die Bewerbernummer erhoben, die, entsprechend den Datenschutzrichtlinien der Hochschule Ruhr West, von den Lehrenden nicht mit einer bestimmten Person oder Matrikelnummer in Verbin-

dung gebracht werden kann. Dem Servicebereich ist dies unter Auflagen gestattet, so dass indirekt den Tests soziodemografische Daten zugeordnet werden können. (Diese Sichtweise ist aufgrund neuerer rechtlicher Betrachtungen nachträglich korrigiert worden, so dass diese Daten leider nicht wie geplant zur statistischen Auswertung zur Verfügung standen.)

Im Gegensatz zu anderen Tests wurde nicht die Problemlösungskompetenz, sondern die Anwendung grundlegender Rechentechniken untersucht, wie dies in Kap. 3.2.4 erörtert wurde. Die Themenbereiche decken elementare Fähigkeiten ab, die in der Sekundarstufe I und II vermittelt werden.

6.1.2 Datenerhebung

Das Bildungscoaching Mathematik startete im Wintersemester 2011/2012 mit der Durchführung des Mathematik-Eingangstests (siehe Anhang A), die sich über den Zeitraum von Mitte Juli, dem Einschreibungsbeginn, bis Ende August, kurz vor Beginn der Vorkurse, erstreckte. Die Immatrikulation an der Hochschule Ruhr West erfolgte als mehrstufiges Verfahren: Nach einer Onlinebewerbung wurden die angenommenen Studieninteressierten persönlich angeschrieben und zu unterschiedlichen Zeitpunkten zum Einschreibungstermin am Studienstandort Mülheim eingeladen. In der schriftlichen Einladung wurden sie bereits auf die Möglichkeit hingewiesen, vor Ort einen Mathematiktest zu schreiben. Nach der Immatrikulation im Studierendenservice teilte dieser den Test aus. Die Studierenden konnten den Test in einem eigens dafür vorgesehenen Raum bearbeiten und ihn anschließend abgeben. Es wurde auf die Notwendigkeit der Teilnahme hingewiesen, sofern die Studierenden an einer optimalen Mathematikunterstützung in der Eingangsphase interessiert wären. Dieser Punkt wurde auf dem Deckblatt, das zusammen mit dem Studierendenservice entwickelt worden war, zusätzlich erläutert (siehe Anhang A.1). Die Teilnahme war freiwillig, so dass die Stichprobe durch Selbstselektion entstanden ist.

Die Bereitschaft zur Teilnahme war sehr groß ($> 90 \%$). Allerdings konnten nur jene Studierenden berücksichtigt werden, die sich vor der Durchführung der Präsenzkurse eingeschrieben hatten, da sonst keine sinnvolle testabhängige Steuerung möglich gewesen wäre. Dies waren $n=335$ Testteilnehmerinnen und -teilnehmer. Die Einschreibung war bis in die Anfangszeit des ersten Semesters hinein möglich. Insgesamt hatten sich an der HRW $N=489$ Studierende eingeschrieben. In meist wöchentlicher Taktung wurden die Tests dann an den Verfasser dieser Arbeit verschickt und entsprechend einer Musterlösung mit studentischen Hilfskräften ausgewertet und in die Datenbank übertragen (siehe Kap. 5.6.1).

6.1.3 Stichprobe

In dem zeitbegrenzten Leistungstest (30 Minuten) konnte eine Gelegenheitsstichprobe von $N=335$ Studierenden gezogen werden. Hiervon konnten 14 Mathematiktests nicht genutzt werden, weil die Bewerbernummer falsch eingetragen wurde. Die finale Stichprobe setzte sich aus $n=321$ Mathematiktests zusammen.

Leider konnte keine Zuordnung zu Studiengängen, Vorbildung etc. erfolgen, da es, wie bereits erwähnt, aus rechtlichen Gründen nicht möglich war, die den erhobenen Bewerbernummern zugeordneten Informationen des Studierendenservices zu erhalten.

6.1.4 Auswertungsverfahren

Die einzelnen Aufgaben wurden anschließend nach Themenbereichen klassifiziert und die Ergebnisse pro Themenbereich aufsummiert, um den Studierenden eine übersichtliche Darstellung ihrer Ergebnisse zu präsentieren. Für die zielgerichtete Auswahl von Lernmaterialien aufgrund der Ergebnisse des Mathematiktests wurde eine zweite unabhängige Zuordnung benötigt, da

die einzelnen Lernelemente nach anderen Themengebieten zusammengefasst waren. Die Ergebnisse wurden in die entwickelte Datenbank (Kapitel 5.6.1) übertragen und nach dem beschriebenen Verfahren (Kapitel 5.6.5) dynamisch visualisiert.

6.1.5 Ergebnisse und Verwendung

Von 46 berücksichtigten Aufgaben (zwei Integralaufgaben wurden herausgenommen, da diese für die Vorkurse nicht relevant waren) wurden von den $n=321$ Studienanfängerinnen und Studienanfängern im Durchschnitt 19 Aufgaben richtig gelöst ($M=18,67$; $SD=8,01$). Die Schwierigkeiten beim Lösen der Aufgaben waren schon bei den einfachsten Grundlagen auffällig. So haben über 30 % der Studierenden die drei Bruchrechenaufgaben nicht richtig lösen können. Beispiele für falsche Antworten sind in Abbildung 54 aufgeführt.

$$\frac{2}{3} + \frac{3}{4} = \frac{5}{7}$$

$$\frac{3}{2} - \frac{4}{3} = -1$$

$$\frac{2}{3} + \frac{3}{4} = \frac{5}{7}$$

$$\frac{3}{2} - \frac{4}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{2}{3} + \frac{3}{4} = \frac{14}{12}$$

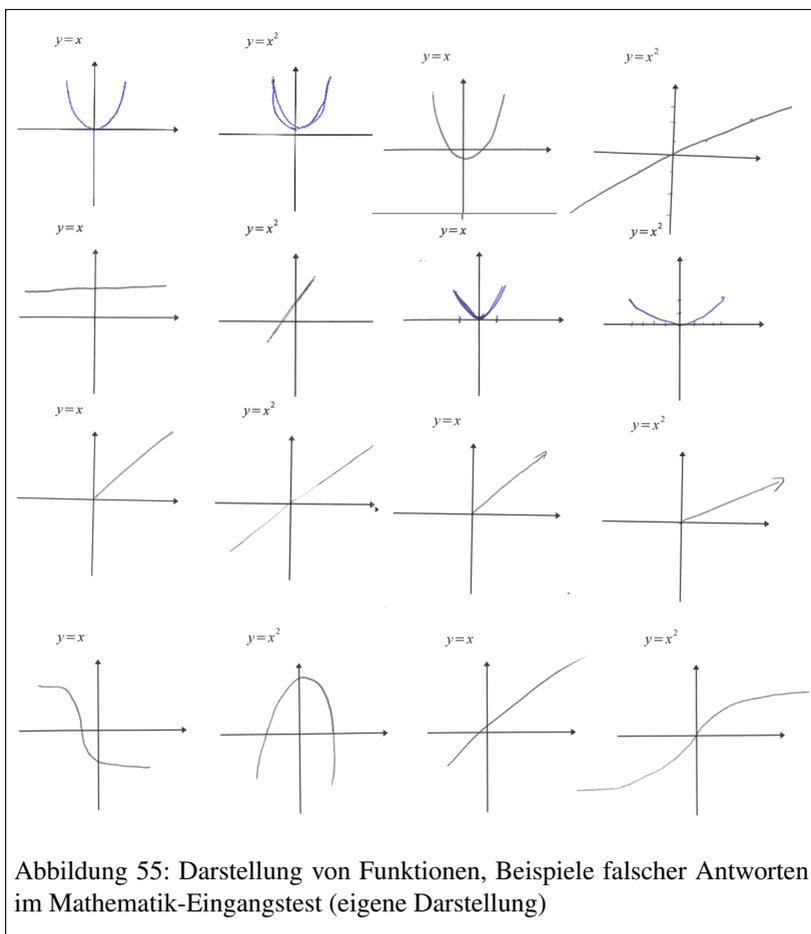
$$\frac{3}{2} - \frac{4}{3} = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{2}{3} + \frac{3}{4} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{3}{2} - \frac{4}{3} = -\frac{1}{6}$$

Abbildung 54: Bruchrechnung, Beispiele falscher Antworten im Mathematik-Eingangstest (eigene Darstellung)

Bei der Darstellung von Funktionen wurden nur etwa 20 % richtig skizziert. In Abbildung 55 sind beispielhaft Skizzen von Studierenden für die einfache lineare und quadratische Funktion aus dem Mathematik-Eingangstest zusammengetragen worden.



Auf Basis der errechneten Punktzahlen (pro Aufgabe konnte ein Punkt erreicht werden) wurde eine Unterteilung in vier Kohorten vorgenommen. Die Studierenden erhielten, entsprechend der Zuordnung zu einer Kohorte, unterschiedliche Empfehlungen. Diese variierten zwischen ein bis drei Wochen Präsenzunterricht bzw. bei sehr guten Testergebnissen auch der Empfehlung, dass eine Teilnahme am Präsenzunterricht nicht notwendig ist (siehe Tab. 11).

Tabelle 11: Kohortenbildung aufgrund der Ergebnisse des Mathematik-Eingangstests im Wintersemester 2011/2012

Erreichte Punktzahl	Anzahl Personen in dieser Gruppe	Umfang des Präsenzunterrichts
0 bis einschließlich 8 Punkte	<i>n=103</i>	drei Wochen
9 bis einschließlich 14 Punkte	<i>n=106</i>	zwei Wochen
15 bis einschließlich 23 Punkte	<i>n=72</i>	eine Woche
≥ 23 Punkte	<i>n=40</i>	keine Teilnahme nötig

Aus den erfassten Daten wurden für den Servicebereich entsprechend den Kohorten vier Listen (CSV-Dateien) erstellt, die neben der Bewerbernummer ein Login für die Onlineplattform (stud + Bewerbernummer) und ein automatisch generiertes Passwort für die Studierenden enthielten (automatisiert mit SQL-Anweisungen umgesetzt).

Diese Daten konnte der Service um den Studiengang und den Standort des Studiengangs erweitern, so dass eine Raumplanung durchgeführt und die Studierenden in einem (aufgrund der Datensätze) automatisch erstellten Brief über den empfohlenen Kurs, dessen Startdatum, Raum und Ort informiert werden konnten. Der Brief enthielt ferner die URL des Online-Vorkurses, inklusive der persönlichen Zugangsdaten, mit dem Hinweis, dass dort die persönliche Auswertung des Mathematik-Eingangstests zu finden sei und mit dieser Plattform die eigene Qualifizierung gestartet werden könne. Die Briefe wurden bereits Anfang September 2011 verschickt, um den Studierenden genügend Zeit zu lassen, sich auf die Präsenztermine einzustellen und online vorzuqualifizieren. Die Datensätze, die im Hintergrund in einer Datenbank der Moodle-Plattform gespeichert worden sind, dienen, wie bereits in Kapitel 5.6 ausführlich beschrieben, weiterhin als Grundlage für die adaptive E-Learning-Unterstützung.

Die Präsenzkurse fanden an zwei Standorten (Bottrop und Mülheim) statt. Da mit dem Konzept der aufwachsenden Gruppengrößen gearbeitet wurde,

startete die dreiwöchige Veranstaltung mit weniger als zehn Studierenden pro Kurs (elf Lehrende für max. 103 Teilnehmerinnen und Teilnehmer), um nach drei Wochen auf maximal 35 Personen anzuwachsen. Letzteres ergab sich aus der Gesamtzahl der Studierenden in den drei Kohorten (103 + 106 + 72). Zudem wurde mit Studierenden, die sich nach Beginn der Präsenzphasen angemeldet hatten, pragmatisch umgegangen. Sie durften den Mathematik-Eingangstest ebenfalls schreiben und sich selber einschätzen, um dann spontan an laufenden Kursen teilzunehmen. Die Ist-Kursgrößen wurden leider nicht erfasst, da aus datenschutzrechtlichen Gründen keine Teilnehmerlisten geführt werden durften. Neben dieser Anwendung der Daten zur adaptiven Anpassung der Präsenzkurse wurden die Ergebnisse auch genutzt, um Lehrende über den Kenntnisstand der Erstsemesterstudierenden zu informieren.

6.2 Nutzung des E-Learning-Kurses

Wie in Kapitel 6.1.5 dargelegt, wurden Anfang September 2011 die Briefe mit den Zugangsinformationen zur E-Learning-Plattform an die Studierenden verschickt. Kurz danach waren die studentischen Aktivitäten in der Moodle-Plattform sichtbar. Zur Auswertung der Aktivitäten wurden die Moodle-Log-Dateien verwendet. Diese wurden zuvor bereinigt, indem alle Einträge der Administratorinnen und Administratoren, Tutorinnen und Tutoren sowie von Testzugängen gelöscht wurden. Der Hauptanteil der Aktivitäten im Brückenkurs hat sich auf einen Zeitraum von weniger als zwei Monaten beschränkt, in denen mehr als 99 % der Zugriffe erfolgten. Genauer betrachtet, waren im Zeitraum vom 07.09.11 – 20.10.11 5735 Aktionen zu verzeichnen, außerhalb dieses Zeitraums lediglich 22 Aktionen. Nachstehende Grafik verdeutlicht den zeitlichen Verlauf der Aktionen in diesem Zeitraum (Abb. 56).

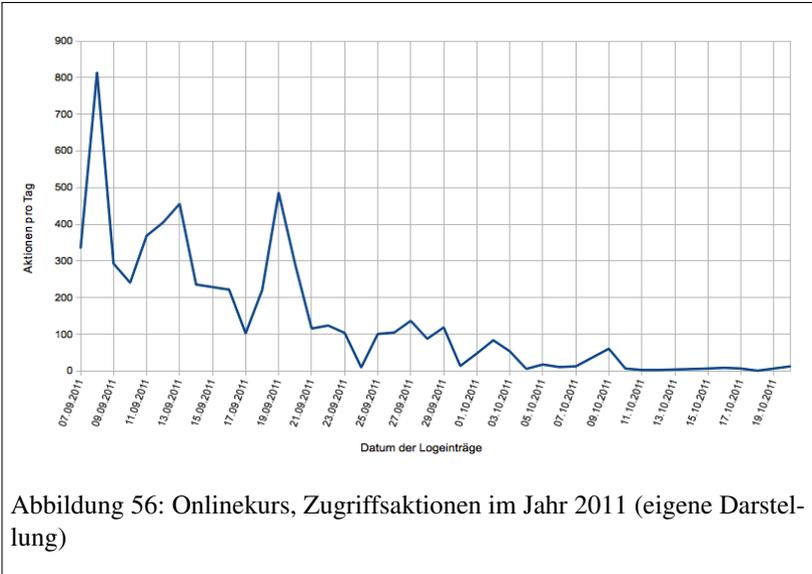


Abbildung 56: Onlinekurs, Zugriffsaktionen im Jahr 2011 (eigene Darstellung)

Den Log-Dateien konnten die einzelnen Aktionen auf Lernelemente, Selbsttests etc. entnommen werden, die dann eingehender analysiert wurden. Auf weitere Ausführungen zu dieser Thematik soll an dieser Stelle verzichtet werden, da eine differenzierte Betrachtung, der sich ein Vergleich zum Wintersemester 20012/2013 anschließt, in Kapitel 8.2 erfolgt.

6.3 Formative Evaluation

6.3.1 Untersuchungsdesign und Erhebungsinstrumente

Nach der erstmaligen Durchführung des Bildungscoachings Mathematik an der Hochschule Ruhr West sollten die Auswirkungen mithilfe eines Paper-and-Pencil-Tests evaluiert werden und „Stellschrauben“ zur weiteren Verbesserung des Konzeptes ermittelt werden. Aufgrund der Anforderungen, die in einer gemeinsamen Sitzung mit dem Studierendenservice und dem Vizepräsidenten für Forschung und Lehre definiert worden sind, wurden (durch

den Autor dieser Arbeit) sinnvolle Dimensionen selektiert und auf Basis bewährter Verfahren zugehörige Items entwickelt. Insbesondere wurde hierzu das „Heidelberger Inventar zur Lehrveranstaltungsevaluation“ (HILVE-II) als Grundlage genutzt (Rindermann, 2009). Darüber hinaus wurden hochschul-spezifische Items formuliert und aktuelle Untersuchungen zum Einfluss der Veranstaltungsgröße als Dimension berücksichtigt. Eine Übersicht der Dimensionen, Subdimensionen und Items bietet Tabelle 12.

Tabelle 12: Übersicht der Items, Dimensionen und Subdimensionen in der formativen Evaluation im Wintersemester 2011/2012

Dimension	Subdimension	Anzahl Items	theoretische Basis
Soziodemografisch	Vorbildung	1	In Anlehnung an den Eingangstest Mathematik des Arbeitskreises Ingenieurmathematik der Fachhochschulen in NRW
Hochschulspezifisch		1	Eigenes Item
Veranstaltungsspezifisch		4	Eigene Items
Fachkompetenz / Selbsteinschätzung		1	Eigenes Item
Struktur der Veranstaltung	Inhaltlicher Aufbau	1	In Anlehnung an HILVE II
Struktur der Veranstaltung	Organisation	1	In Anlehnung an HILVE II
Gruppengröße		1	Eigenes Item in Anlehnung an Brahm (geb. Arnhold)
Anforderungen	Stoffschwierigkeit	1	In Anlehnung HILVE II
Anforderungen	Stoffmenge	1	In Anlehnung an HILVE II
Anforderungen	Geschwindigkeit	1	In Anlehnung an HILVE II
Anforderungen	Anforderungshöhe	1	In Anlehnung an HILVE II
Lernen quantitativ		2	In Anlehnung an HILVE II
Lernen qualitativ		1	In Anlehnung an HILVE II
Allgemeineinschätzung		3	In Anlehnung an HILVE II
Allgemeineinschätzung	Blended Learning	1	Eigenes Item
Allgemeineinschätzung	Eingangstest	1	Eigenes Item
Offene Fragen zur Qualitätsverbesserung		3	In Anlehnung an HILVE II

Es wurden nur die Items berücksichtigt, die sich auf die Mathematik bezogen.

In dem Paper-and-Pencil-Test, der in Anhang B.1 einzusehen ist, wurde in der Regel eine siebenstufige Skala als Antwortskala verwendet. Der Test wurde zwei Pretestphasen mit Studierenden unterzogen und jeweils in der Art der Formulierung und Ansprache verbessert. Zuzüglich wurde er vom

Studierendenservice und dem für die Evaluation an der Hochschule zuständigen Qualitätsmanagement der HRW kontrolliert. Insbesondere der Text des Deckblattes wurde überarbeitet und einzelne Rechtschreib- und Grammatikfehler behoben. Für das Wintersemester 2012/2013 konnte der Fragebogen weiter verbessert werden (siehe Kap. 8.3).

6.3.2 Datenerhebung

Die formative Evaluation fand Anfang Dezember 2011 statt. Zu diesem Zeitpunkt waren die Vorkurse seit etwas über zwei Monaten beendet und ungefähr die Hälfte der Lehrveranstaltungszeit des ersten Semesters war absolviert. Dieser Zeitpunkt wurde gewählt, um auch den eingeschätzten Nutzen der Vorkurse für die Lehrveranstaltungen ermitteln zu können.

6.3.3 Stichprobe

Da an dieser Stelle nur eine kleine Stichprobe benötigt wurde, um Hinweise zur Einschätzung und Verbesserung des Onlinecoachings Mathematik zu erhalten, erfolgte die Umfrage lediglich an einem Standort (Bottrop). Insgesamt konnten so $n=49$ Datensätze erhoben werden.

6.3.4 Auswertungsverfahren

Die Auswertung beschränkte sich an dieser Stelle auf die Bestimmung von zentralen Tendenzen und Standardabweichungen. Eine ausführlichere Analyse wurde mit der zweiten Erhebung, die auf einem verbesserten Fragebogen basiert und der eine größere Stichprobe zugrunde liegt, umgesetzt (siehe Kap. 8.3).

6.3.5 Ergebnisse und Verwendung

Insgesamt sind die Mathematik-Präsenzkurse, inklusive der adaptiven Komponenten, und der Mathematik-Eingangstest positiv, der E-Learning-Kurs da-

gegen nur mittelmäßig mit einer negativen Tendenz beurteilt worden.

Der Aufbau und die Organisation der Vorkurse wurde positiv beurteilt. So gaben Studierende im Mittel mit $M=5,78$ ($SD=1,93$) auf einer siebenstufigen Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu) an, dass der inhaltliche Aufbau logisch und nachvollziehbar war. Die Qualität der Organisation des Mathematik-Präsenzkurses wurde mit $M=5,53$ ($SD=1,93$) auf einer siebenstufigen Skala von von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu) bewertet. Insbesondere war auch aus Lob, Kritik und Verbesserungsvorschlägen innerhalb der Freitextantworten die positive Einschätzung des praktizierten Konzepts herauszulesen.

Im Folgenden wird die Erhebung in Bezug auf die Forschungsfragen F1.1 – F1.5 betrachtet, die zum einen die Gesamteinschätzung der Wirksamkeit des Bildungscoaching Mathematik betrifft, zum anderen die Einschätzung der Auswirkungen zentraler Aspekte der adaptiven Anpassung auf Grund des Kompetenzmonitoring.

Die Forschungsfrage F1.1: „Lohnt sich die Nutzung des Bildungscoachings Mathematik?“ kann anhand der Auswertung in Tabelle 13 beantwortet werden.

Tabelle 13: Gesamtbeurteilung der Vorkurse im Wintersemester 2011/2012 durch Studierende

Aussage	M	SD	n
Die Durchführung eines Mathematik-Eingangstests war sinnvoll	4.68	1.76	31
Der Besuch des Mathematik-Vorkurses hat sich gelohnt	5.43	1.82	40
Die Nutzung der E-Learning-Plattform hat sich gelohnt	3.20	2.10	25
Das Angebot eines Mathematik-Vorkurses zusammen mit der E-Learning-Plattform hat sich gelohnt	3.50	1.50	28

Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu).

Wird der Mathematik-Vorkurs, also die Präsenzphase, betrachtet, so fällt die durchschnittliche Einschätzung auf einer siebenstufigen Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu) positiv aus ($M=5,43$; $SD=1,82$). Wird allerdings hinterfragt, ob sich die Nutzung der E-Learning-Plattform gelohnt hat, so ist eine durchschnittlich neutrale Einschätzung mit der Tendenz zur negativen Bewertung zu verzeichnen ($M=3,20$; $SD=2,1$).

Antworten auf die Forschungsfrage F1.2: „Unterstützt das Bildungscoaching Mathematik den persönlichen Lernerfolg?“ können anhand der Auswertung in Tabelle 14 gegeben werden.

Tabelle 14: Lernerfolg in den Vorkursen

Aussage	M	SD	n
Ich habe in der Veranstaltung viel gelernt	5.05	1.75	39
Mein Wissensstand ist nach der Veranstaltung wesentlich höher als vorher	4.54	1.63	37
Ich habe etwas Sinnvolles und Wichtiges gelernt	4.82	1.67	39
Durch den Vorkurs konnte ich den Vorlesungen des 1. Semesters besser folgen	4.18	2.00	39

Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu).

Hiernach bewerten die Studierenden die Aussage, dass sie in der Veranstaltung viel gelernt haben, mit ($M=5,05$; $SD=1,75$) auf einer siebenstufigen Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu) positiv. Gleiches gilt für die Zunahme des Wissensstandes nach der Veranstaltung ($M=4,54$; $SD=1,63$) und auch die Frage, ob etwas Sinnvolles und Wichtiges gelernt wurde, erhielt eine positive Bewertung ($M=4,82$; $SD=1,67$). Kritisch ist allerdings die Einschätzung zu beurteilen, dass die Aussage „Durch den Vorkurs konnte ich den Vorlesungen des 1. Semesters besser folgen“ eine lediglich leicht positive Zustimmung erzielte ($M=4,18$; $SD=2,00$).

Gefragt nach Schwere, Umfang, Tempo und Anforderungen des Mathematik-Präsenzkurses lagen die zentralen Tendenzen jeweils nahezu ideal in der Mitte der Skala, so dass es weder zu einer Unterforderung noch zu einer Überforderung gekommen ist (Tab. 15).

Tabelle 15: Anforderungen an die Studierenden im Mathematikvorkurs, Wintersemester 2011/2012

Aussage	M	SD	n
Schwere des Stoffes als solche Skala von 1 (viel zu leicht) bis 7 (viel zu schwer)	3.90	0.74	31
Umfang des Stoffes Skala von 1 (viel zu wenig) bis 7 (viel zu viel)	3.83	0.64	31
Tempo des Kurses Skala von 1 (viel zu langsam) bis 7 (viel zu schnell)	3.85	0.66	31
Anforderungen des Kurses Skala von 1 (viel zu niedrig) bis 7 (viel zu hoch)	3.90	0.71	31
Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu)			

Auch wenn die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar sind, sollen sie an dieser Stelle für die gleiche Personengruppe, die am naturwissenschaftlichen Vorkurs teilgenommen hat, der „klassisch“ ohne Adaption des Kursinhaltes bzw. der Gruppengrößen stattgefunden hat, kurz aufgezeigt werden. Wie aus Tabelle 16 zu ersehen ist, haben die identischen Items für den naturwissenschaftlichen Kursus sowohl einen von der Mitte nach rechts verschobenen Durchschnitt als auch eine wesentlich höhere Standardabweichung ergeben.

Tabelle 16: Anforderungen an die Studierenden im naturwissenschaftlichen Vorkurs, Wintersemester 2011/2012

Aussage	M	SD	n
Schwere des Stoffes als solche Skala von 1 (viel zu leicht) bis 7 (viel zu schwer)	4.84	0.94	31
Umfang des Stoffes Skala von 1 (viel zu wenig) bis 7 (viel zu viel)	5.16	1.11	31
Tempo des Kurses Skala von 1 (viel zu langsam) bis 7 (viel zu schnell)	5.12	1.05	31
Anforderungen des Kurses Skala von 1 (viel zu niedrig) bis 7 (viel zu hoch)	4.80	1.12	31
Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu).			

Zum einen wird ersichtlich, dass die Gruppe im naturwissenschaftlichen Kurs ein wenig überfordert war, zum anderen dass die Anforderungen (im Vergleich zum Mathematikkurs) für einzelne Studierende weit auseinanderlagen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die kompetenzabhängige Adaption die Passgenauigkeit des Vorkurses für Studierende, im Vergleich zu „klassischen“, nicht adaptierten Konzepten, erhöht.

Die Forschungsfrage F1.3: „Kann durch das Kompetenzmonitoring und die individuelle Adaption der E-Learning- und Präsenzlehre für Studierende eine hohe Passgenauigkeit der Anforderungen der Lehr-/Lernangebote erreicht werden?“ konnte somit positiv beantwortet werden.

Die Studierenden wurden nach dem Einfluss der adaptierten Gruppengröße und Kurslänge im Präsenzkurs Mathematik gefragt. Der Einfluss des Unterrichts in Kleingruppen auf den persönlichen Lernerfolg wurde auf einer fünfstufigen Skala von 1 (sehr positiv) bis 5 (sehr negativ) als positiv bis sehr positiv eingestuft ($M=1,75$; $SD=0,81$). Dass Studierende mit geringeren Fähigkeiten länger unterrichtet wurden als Studierende mit größeren Fähig-

keiten, wurde auf einer fünfstufigen Skala von 1 (sehr positiv) bis 5 (sehr negativ) ebenfalls positiv bewertet ($M=2,18$; $SD=0,94$).

Die Forschungsfragen F1.4: „Wirkt sich die kompetenzabhängige Anpassung der Kurslänge positiv auf den persönlichen Lernerfolg der Studierenden aus?“ und F1.5: „Wirkt sich die kompetenzabhängige Anpassung der Gruppengröße positiv auf den persönlichen Lernerfolg aus?“ können aufgrund dieser Selbsteinschätzung der Studierenden ebenfalls positiv beantwortet werden.

Neben diesen formalisierten Erhebungen sind auch die Lehrenden der Vorkurse um konstruktive Kritik gebeten worden. Hauptkritikpunkt, der in den Kursen geäußert wurde, war die späte Tageszeit, zu der die Kurse stattfanden.

Zusammenfassung

Die Befunde der formativen Evaluation belegen, dass die Grundkonzeption des „Bildungscoaching[s] durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung am Beispiel der Mathematik-Grundqualifikation an Hochschulen“ in die richtige Richtung weisen. Insgesamt konnten die Forschungsfragen F1.3 – F1.5, die nach einem individuellen Lerneffekt durch die adaptive Unterstützung fragen, positiv beantwortet werden. Auch die Forschungsfragen F1.1 und F1.2, die hinterfragen, ob sich insgesamt die Nutzung des Bildungscoachings lohnt und der persönliche Lernerfolg unterstützt wird, wurden, teilweise mit Abstrichen, positiv eingeschätzt. Allerdings fiel die Bewertung der E-Learning-Plattform ernüchternd aus. Die daraus zu ziehende Schlussfolgerung war, dass diese wesentlich differenzierter analysiert und verbessert werden mussten. Vielen Studierendenkommentaren war zu entnehmen, dass die Präsenzkurse so gut waren, dass die E-Learning-Plattform nicht gebraucht wurde. Daher scheint es plausibel, dass die E-Learning-Plattform, die mit dem Präsenzunterricht in direkter Konkurrenz steht, nur schwer gute Beurteilungen erhalten kann, wenn ein guter Präsenzunterricht geboten wird.

Somit fallen vor allem Aussagen von Studierenden ins Gewicht, die nicht an der Präsenz teilnehmen konnten und daher nur die E-Learning-Plattform genutzt haben. Eine solche differenzierte Betrachtung erfolgte im Wintersemester 2012/2013 nach der Optimierung des E-Learning-Kurses (siehe Kap. 8).

7 Revision und Erweiterung des Systems

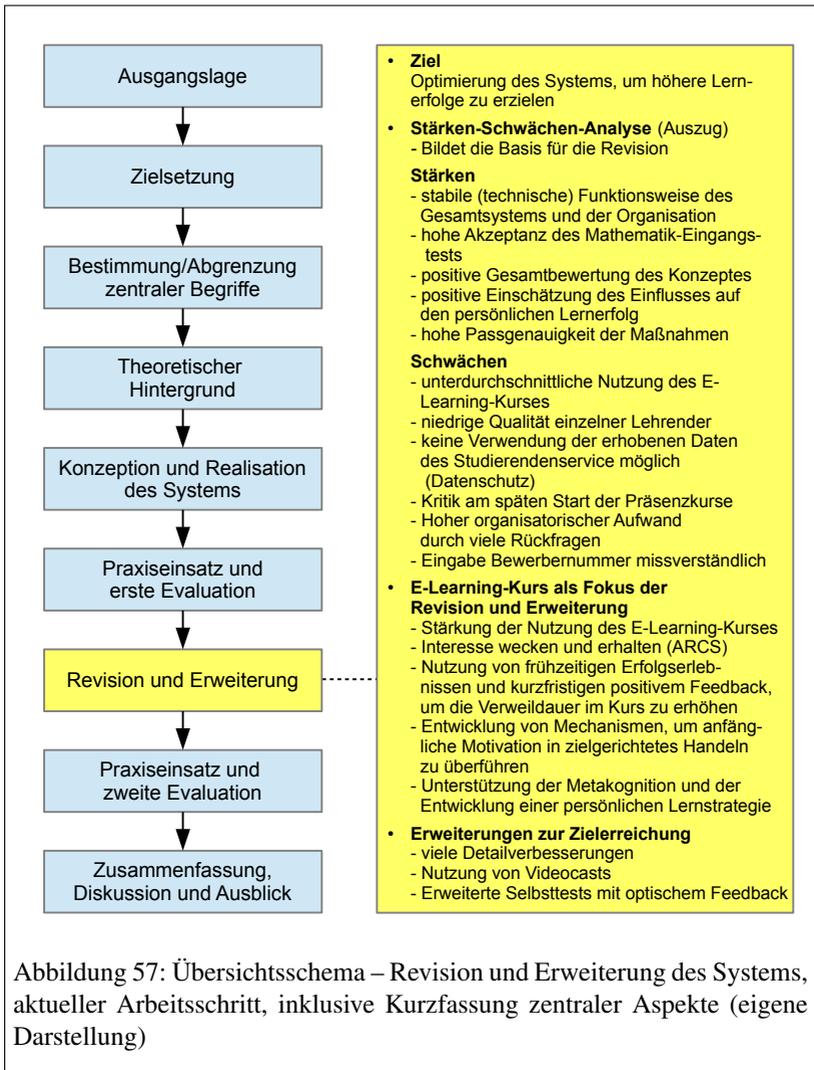


Abbildung 57: Übersichtsschema – Revision und Erweiterung des Systems, aktueller Arbeitsschritt, inklusive Kurzfassung zentraler Aspekte (eigene Darstellung)

Obwohl für die Realisierung des Onlinecoaching Mathematik nur vier Monate Zeit bis zum Beginn des Wintersemester 2011/2012 zur Verfügung standen, hat sich das Gesamtcoachingsystem, inklusive der adaptiven Steuerung, grundsätzlich bewährt und technisch nahezu reibungslos funktioniert. Allerdings war die Beurteilung des E-Learning-Kurses durch die Studierenden nicht zufriedenstellend, so dass eine Rückbesinnung auf die theoretischen Grundlagen, insbesondere in Richtung Motivationsdesign und ARCS-Theorie, stattfand. Der Schwerpunkt wurde nun darauf gelegt, die Onlineumgebung zu verbessern, die Konzeption der formativen Evaluation zu überprüfen, die Organisation schlanker zu gestalten und letztlich die quantitativen Effekte zu messen.

Wie in Abbildung 57 dargestellt ist, ging der Revision eine Stärken-Schwächen-Analyse voraus, die Klarheit darüber schaffen sollte, was gut funktioniert hat und was verbesserungswürdig war. Die Analyse wurde mit verschiedenen beteiligten Gruppen, dem Studierendenservice sowie Lehrenden und Studierenden, durchgeführt. An dieser Stelle werden nur die Teilaspekte erläutert, die direkt auf eine Verbesserung des Lernerfolgs der Studierenden abzielen.

Anscheinend war es, wie aus Gesprächen mit Studierenden und den Freitextantworten der formativen Evaluation gefolgert werden konnte, nicht ausreichend gelungen, das Interesse und die Aufmerksamkeit der Studierenden auf die Onlineplattform zu lenken und sie zu deren Nutzung zu animieren. Da die Einschreibung bis ins Semester hinein möglich war, wurde ein sehr später Zeitpunkt gewählt, um die Einladungen zum Onlinekurs und zu den Präsenzphasen zu verschicken. Somit standen die beiden Veranstaltungstypen (online/offline) in naher zeitlicher Konkurrenz zueinander. Nur so ist die häufig genannte Freitextantwort, dass der Onlinekurs nicht notwendig war, da der Präsenzkurs ausreichte, zu verstehen.

Neben der organisatorischen Grundfrage, wie den Studienanfängern die Nutzung des Online-Mathematikurses zu einem früheren Zeitpunkt ermög-

licht werden kann, stellte sich die entscheidende Frage, welche Veränderungen im Online-Mathematikkurs vorgenommen werden müssten, um die Beurteilung durch die Studierenden und deren Lernerfolg durch den Onlinekurs zu erhöhen. Zentralaspekt der zweiten Realisierungsphase war es daher, das Interesse und die Aufmerksamkeit der Studierenden zu wecken und aufrechtzuerhalten. Die Grundlage hierzu bildete die ARCS-Theorie von Keller (Kap. 4.3.1) und die Überlegungen zur „Kognitive(n) Theorie des multimedialen Lernens“ von Meyer (Kap. 4.2.5). Zudem sollten weniger strukturiert arbeitende Studierende dahingehend gelenkt werden, dass sich frühzeitig Erfolgserlebnisse einstellen und sich deren Verweildauer im Kurs erhöht. Hauptstabilisierungsfaktor sollte ein kurzfristiges positives Feedback auf die persönlichen Lernanstrengungen sein, das, verbunden mit einer optischen Rückmeldung anhand einer Ratingskala, den „Spieltrieb“ bzw. Ehrgeiz der Studienanfängerinnen und Studienanfänger aktivieren sollte. Hierdurch sollte erreicht werden, dass das grundsätzliche Wecken der Aufmerksamkeit bzw. eines Anfangsinteresses oder einer anfänglichen Motivation zielgerichtetes Handeln nach sich zieht (Rubikonmodell, siehe Kap. 4.3.5). Ferner sollten Strategien vermittelt werden, die diesen Prozess unterstützen. Diese orientieren sich an der Handlungskontrolltheorie (Kap. 4.3.2) und Überlegungen zu metakognitiven Fähigkeiten. So sollte die Entwicklung einer strukturierten Vorgehensweise und einer eigenen Lernstrategie vorangetrieben werden. Damit sollte sich insgesamt die Chance erhöhen, die Studierenden zu den nächsten Elementen zu führen, die wiederum durch kurzfristiges Feedback ihre Motivation, den Kurs zu nutzen, unterstützen sollten.

Um die Aufmerksamkeit der Nutzer des Onlinekurses zu erhalten, wurde neben einem ansprechenden Design, einem Feedback zur eigenen Leistung und weiteren Elementen, die bereits in der Realisierungsphase I (Kap. 5.2.2) umgesetzt wurden, auf Videocasts als Einstiegsinstrument und die Erweiterung um viele kurzweilige Selbsttests mit optischen Feedbacks gesetzt. Diese Elemente sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

7.1 Technische Realisierung des erweiterten Systems

7.1.1 Motivierende Videocasts als Kurseinstieg

Die Einbindung von Videoaufnahmen kann sich auf die Qualität von E-Learning-Kursen auswirken. Allerdings konkurrieren die Autorinnen und Autoren solcher Videocasts mit professionell erstellten Materialien, wie sie den Studienanfängerinnen und Studienanfängern aus anderen Medien bekannt sind. Diese Qualität kann jedoch aufgrund des mangelnden Etats (der Hochschulen) nicht erreicht werden. Deshalb bewegen sich die Autorinnen und Autoren solcher Videoaufnahmen auf einem schmalen Pfad, der leicht zu „nicht vertretbaren Ergebnissen“ führen kann.

If done correctly, a short video clip greatly enhances an e-Learning production. There are a lot of pitfalls in the video approach, however. Video production is expensive, difficult, and time-consuming. Today's audience has very high standards – they tend to expect everything to have the same production value as the Martin Scorsese film they just watched. One approach that doesn't work very well from an instructional perspective is the talking-head approach; simply putting someone onscreen to speak the lines your audience could just as well have read for themselves doesn't enhance learner motivation much. The lesson here is to make sure the visuals support the message of the content. Don't just add video for video's sake.

(McCleskey, 2009)

Zielsetzung

Die Analyse der Nutzung des E-Learning-Kurses ergab, dass der Versuch, die leistungsschwächeren Studierenden (gemessen an der Punktzahl im Mathematik-Eingangstest) in den Onlineunterricht einzubinden und ihnen dadurch Vorteile zu verschaffen, nicht ganz gelungen ist. So konnten für Studie-

rende mit höheren Punktzahlen im Mathematik-Eingangstest (aufgrund der Moodle-Log-Files) mehr Aktivitäten in der Onlineplattform festgestellt werden als für Studierende mit geringen Punktzahlen.

Wie im theoretischen Teil dargelegt, geht diese Minderleistung oft mit mangelnder Metakognition der Studierenden, im Kontext einer E-Learning-Plattform mit ihrem mangelnden Vermögen der Selbstorganisation und strukturierten Vorgehensweise, einher. Gerade diese Zielgruppe sollte vor allem durch das Mathematikcoaching gefördert (Homogenisierung), durch motivierende und führende Videocasts geleitet und frühzeitig zu Erfolgserlebnissen geführt werden. Daher wurde besonderer Wert darauf gelegt, die Studierenden frühzeitig zum Aufruf der Videocasts zu ermuntern, um hiermit ihre Aufmerksamkeit zu wecken und sie zu ersten Schritten in der Plattform anzu-spornen. Ein frühes positives Feedback sollte ihr Interesse an zielgerichtetem Handeln verstärken (Videocast 1), weitere motivierende Screencasts sollten ihre Aufmerksamkeit aufrechterhalten und ihre Verweildauer im Kurs erhöhen (Videocast 2). Durch die geführte exemplarische Einzelfallnutzung und durch die Anregung zur Entwicklung der eigenen Lernstrategie (Videocast 3) sollte ihre Selbstlernfähigkeit verbessert werden.

Technische Umsetzung

- Spiegelreflexkamera Olympus E3 mit integriertem Mikrofon
- Studiobeleuchtung
- Umgebautes Arbeitszimmer
- Schnittsoftware: Adobe Premiere CS 5
- Konvertierung: MP4-Video, Codec H264, Ein Kanal Audio (32 KHz Abtastrate)
- Musik-Intro / Musik-Abspann mit GarageBand erstellt

Abbildung 58 verdeutlicht die Darstellung der Videocasts mit ihren Titelbildern innerhalb der Moodle-Plattform.

Brückenkurs Mathematik
(Wintersemester 2012/13)



Einleitung
Herzlich Willkommen zum Brückenkurs Mathematik. Der Brückenkurs ist Teil des **Mathematik-Coachings** der Hochschule Ruhr West.
Sie finden hier **Lehr- und Übungsmaterialien**, die Ihnen den **Einstieg in das Studium erleichtern** können.
Abhängig von **Ihrem** Ergebnis im **Mathematik-Test** können Sie sehen **weiche Lernelemente** wir Ihnen **empfehlen** würden.

Viel Erfolg !
Ihr Michael Schäfer

Videocasts, gewinnen Sie den ersten Überblick!



- Videocast 1
- Videocast 2
- Videocast 3
- Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Abbildung 58: Motivierende Videocasts als Einstieg in den Onlinekurs (eigene Darstellung)

Grundsätzlich wurden in den Videocasts gemeinsame Motive mit wiederkehrenden Elementen verflochten. Neben der Startseite im Corporate Design der Hochschule Ruhr West wurde ein wiederkehrendes „Jingle“ für das Intro und den Abspann eingesetzt. Ferner gab es immer einen Bezug zu Einstein (inkl. Portrait durch einen Künstler, das sich im Besitz des Autors dieser Arbeit befindet), der in jedem Videocast hergestellt wurde. Die Sequenzen wurden kurz gehalten und der Spannungsbogen durch unterschiedliche Teilsequenzen und Einblendungen aufrechterhalten. Es wurde auf eine direkte Ansprache mit kurzen persönlichen Botschaften geachtet, um die Studierenden zu Aktivitäten anzuregen. Übergeordnete Zielsetzung war es, ohne Etat und mit mäßig guter (privater) Ausstattung eine authentische, ansprechende und motivierende Umsetzung zu realisieren. Dies geschah oft mit einem „Augen-

zwinkern“ unter Einbindung witziger Elemente und interessanter Gegebenheiten. Zielsetzung und Vorgehensweise der einzelnen Videocasts sollen im Weiteren ausführlich Berücksichtigung finden. Alle zugehörigen Sprechtexte sind im Anhang D.8 zu finden.

1. Intro-Videocast

Länge: 02:28 Minuten

Zielsetzungen

Die übergeordnete Zielsetzung bestand darin, eine intensivere und strukturiertere Nutzung des E-Learning-Kurses durch die Studierenden zu erreichen. Diese sollte im ersten Videocast durch folgende Teilzielsetzungen unterstützt werden:

- Aufmerksamkeit und Interesse wecken
- Wertschätzung und Respekt gegenüber den Studierenden bekunden
- Hohes Interesse an dem persönlichen Erfolg der Studierenden aussprechen
- Schwierigkeiten der Studierenden ernst nehmen und Zuversicht in deren persönlichen Erfolg äußern
- Zum ersten Kurselement führen und zum Einstieg in den Videocast II anspornen.

Konkret hieß dies, dass folgende Botschaften vermittelt werden sollten, die einzelnen Elementen der ARCS-Theorie entsprechen:

- Wir nehmen dich ernst
- Du bist uns wichtig

- Es lohnt sich
- Du kannst es schaffen
- Lernen macht Spaß

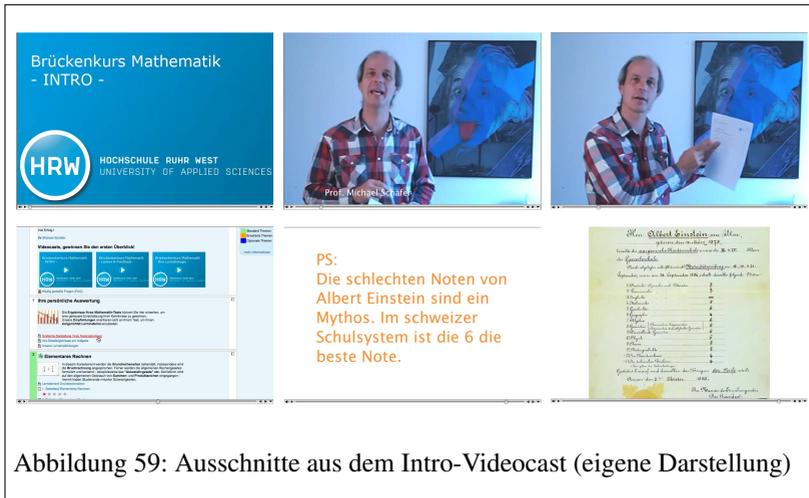


Abbildung 59: Ausschnitte aus dem Intro-Videocast (eigene Darstellung)

Abbildung 59 fasst einzelne Ausschnitte des ersten Videocasts zusammen. Von links oben nach rechts unten sind sechs Szenen aus dem Videocast zu sehen. Im ersten Bild ist der Startbildschirm des Videocasts abgebildet, der wenige Sekunden mit der entsprechenden wiederkehrenden Einstiegsmusik untermalt ist. Es folgt der persönliche Willkommensgruß (Bild zwei) mit der Betonung, wie wichtig der HRW die Unterstützung ihrer Studierenden ist. In Bild drei wird auf den persönlichen Eingangstest verwiesen und mit einem Augenzwinkern betont, dass Einstein auch schlecht in Mathematik war. Hierüber soll die Aufmerksamkeit und das Interesse der Studierenden geweckt werden. Es folgt die Einführung in den Onlinekurs (Bild vier) und die Aufforderung zum aktiven Handeln und Wiederkehren zum Videocast II. Die

letzten zwei Bilder gehören zum Abspann, der als „witziges“ Element darauf hinweist, dass nur durch einen Übertragungsfehler der Mythos entstanden ist, dass Einstein in der Schule schlecht gewesen sei. Deshalb wird auch im letzten Bild das Zeugnis von Einstein eingeblendet.

2. Videocast „Lernen& Feedback“

Länge: 03:12 Minuten

Zielsetzungen

Die Teilzielsetzung dieses Videocasts war es, auf witzige Weise die Relevanz der Mathematik hervorzuheben und zur Nutzung des zweiten Lernelements und des zugehörigen Selbsttests anzuregen, um die Studierenden exemplarisch zu einer zielführenden Herangehensweise zu stimulieren. Hierdurch sollten durch positives Feedback erste Erfolgserlebnisse herbeigeführt werden. Die Einstiegsaufgaben sind deshalb auch absichtlich einfach gestaltet.

Zu den Teilaufgaben des Videocasts gehörten:

- Bedeutung der Mathematik exemplarisch hervorheben, um hiermit die Relevanz des Themas zu verdeutlichen
- Konkreten Lernweg vorschlagen und Vorgehensweise demonstrieren
- Zur aktiven Arbeit entlang des vorgeschlagenen Lernwegs anregen und zum Einstieg in den Videocast III animieren

In Abbildung 60 sind einzelne Ausschnitte des zweiten Videocasts zu sehen.

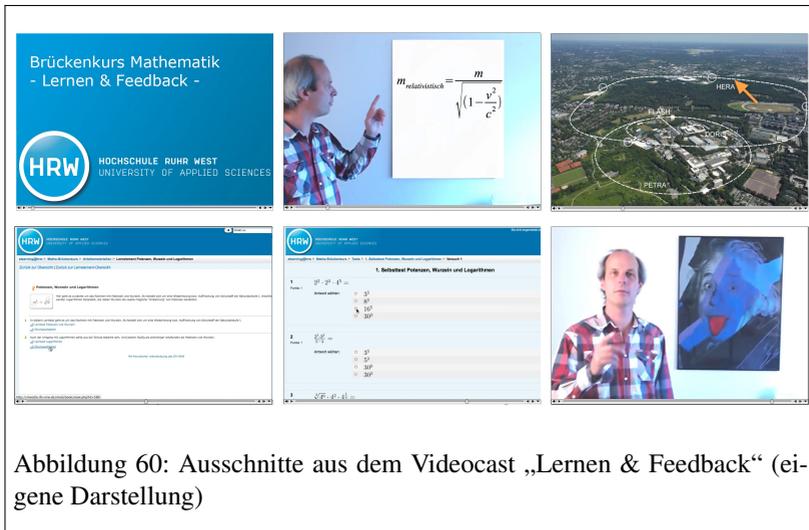


Abbildung 60: Ausschnitte aus dem Videocast „Lernen & Feedback“ (eigene Darstellung)

Von links oben nach rechts unten sind sechs Szenen aus dem Videocast veranschaulicht. Im ersten Bild ist der Startbildschirm abgebildet, der mit der gleichen Eingangsmusik den Videocast einleitet. In Bild zwei ist ein Exkurs zu Einsteins Relativitätstheorie eingeblendet, der dazu dienen soll, exemplarisch die Bedeutung der Mathematik zu unterstreichen. Die Auswirkungen der Theorie werden am Beispiel eines Teilchenbeschleunigers demonstriert (Bild drei). Nach diesem motivierenden Einstieg folgt die exemplarische Erläuterung der Nutzung eines Lernelements (Bild vier) mit der anschließenden Selbstkontrolle (Bild fünf), zu der auch das optische Feedback mittels Ratingskala gezeigt wird. Bild sechs gibt einen Teilausschnitt der Szene zur Aufforderung wieder, den nächsten Abschnitt aktiv zu bearbeiten, den Selbsttest durchzuführen und zum dritten Videocast zurückzukehren.

3. Videocast „Ihre Lernstrategie“

Länge: 02:29 Minuten

Zielsetzungen

Der dritte Videocast legt den Fokus darauf, die Studierenden zur Entwicklung ihrer eigenen Lernstrategie zu animieren.

Folgende Teilaspekte waren in diesem Videocast ausschlaggebend:

- Erklärung, dass Lernen sehr individuell ist und es nicht „die eine“ Strategie gibt
- Individuelle Unterschiede verschiedener „Lerntypen“ aufzeigen
- Anregungen geben und Einstein zitieren, um Rahmenbedingungen für erfolgreiches Lernen aufzuzeigen
- Bewährte Methoden aus dem studentischen Alltag aufzeigen
- Zum aktiven Entwickeln der eigenen Lernstrategie auffordern

Abbildung 61 veranschaulicht einzelne Ausschnitte des entsprechenden Videocasts.



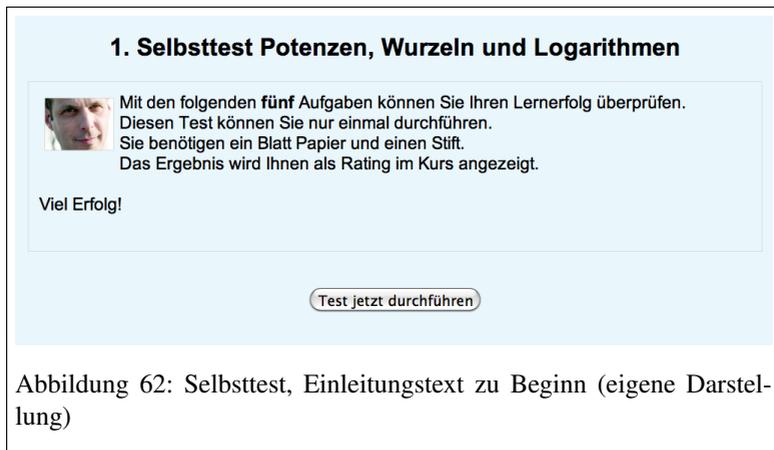
Abbildung 61: Ausschnitte aus dem Videocast „Ihre Lernstrategie“ (eigene Darstellung)

Von links oben nach rechts unten sind sechs Szenen aus dem Videocast abgebildet. Den Anfang bildet wieder das Titelbild mit der Einstiegsmusik (Bild eins). Der Begrüßung und einer Einleitung zu den unterschiedlichen Lerntypen schließt sich ein Verweis auf Aussagen von Einstein zu diesem Thema an (Bild zwei). In Bild drei ist eins seiner Zitate zu sehen. Insgesamt werden vier Zitate eingeblendet und vorgelesen. In Bild vier ist erneut der Sprecher zu sehen, der in Bild fünf bildschirmfüllend eine Zusammenfassung der Anregungen gibt und die Studierenden dazu aufzufordert, sich ihre eigene Lernstrategie zu erarbeiten. Hierzu werden anschließend bewährte Methoden aus dem Studierendenalltag aufgezählt. Bild sechs betont die Schlusssaufforderung: „Wie wär’s, wenn Sie sich jetzt Ihre eigene Strategie zum Lernen mit diesem Kurs ausdenken?“

7.1.2 Integration von Selbsttestverfahren

Um den Studierenden nach jeder Lerneinheit die Möglichkeit zu bieten, ihre eigenen Lernfortschritte zu überprüfen und dies als Feedback und Anreizinstrument zu nutzen, wurde der Online-Mathematikkurs um insgesamt 65 Selbsttestaufgaben erweitert. Diese sind in 13 Selbsttests mit je fünf Aufgaben aufgeteilt.

I. Allg. werden nach jeder Lerneinheit eines Standard-Themenbereichs (elementares Rechnen; Potenzen, Wurzeln und Logarithmen; Gleichungen; Mengen und Zahlen; Funktionen) je zwei Selbsttests angeboten. Jeder Einzeltest kann nur einmal absolviert werden. Dies wird durch eine persönliche Ansprache (siehe Abb. 63) im Einleitungstext zu Beginn des Tests unterstrichen.



The image shows a screenshot of a self-test introduction page. At the top, the title "1. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen" is displayed in bold. Below the title, there is a small portrait of a man. To the right of the portrait, the text reads: "Mit den folgenden fünf Aufgaben können Sie Ihren Lernerfolg überprüfen. Diesen Test können Sie nur einmal durchführen. Sie benötigen ein Blatt Papier und einen Stift. Das Ergebnis wird Ihnen als Rating im Kurs angezeigt." Below this text, the phrase "Viel Erfolg!" is written. At the bottom center of the page, there is a button labeled "Test jetzt durchführen".

Abbildung 62: Selbsttest, Einleitungstext zu Beginn (eigene Darstellung)

Ebenfalls wird in diesem Einleitungstext auf die empfohlenen Hilfsmittel und auf die Anzeige des Ergebnisses als Rating im Kurs hingewiesen. In Abbildung 63 ist der erste Selbsttest zum Lernelement „Potenzen, Wurzeln und Logarithmen“ dargestellt. Pro Teilaufgabe sind vier mögliche Lösungen vorgegeben, von denen nur eine richtig ist.

1. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen

1 $2^2 \cdot 2^3 \cdot 4^5 =$

Punkte: 1

- Antwort wählen: 3^5
 8^5
 16^5
 30^3

2 $\frac{2^3 \cdot 3^3}{5^{-3}} =$

Punkte: 1

- Antwort wählen: 3^5
 5^3
 30^9
 30^3

3 $\sqrt[3]{4^6} \cdot 4^2 \cdot 4^{\frac{1}{4}} =$

Punkte: 1

- Antwort wählen: 3^5
 5^3
 30^9
 $4^{\frac{17}{4}}$

4 $\sqrt[2]{\sqrt{2/25}} =$

Punkte: 1

- Antwort wählen: 5^2
 5
 $5^{\frac{1}{2}}$
 2.5

5 $\log_3 27 =$

Punkte: 1

- Antwort wählen: 3^2
 4
 3
 2.5

Zwischenspeichern Abgabe

Abbildung 63: Selbsttestbeispiel mit fünf Teilaufgaben (eigene Darstellung)

Somit kann ein Studierender null bis fünf Aufgaben richtig lösen. Entsprechend erhält er in seiner optischen Rückmeldung innerhalb seines Ratings null bis fünf „Sternchen“, wie in Abbildung 64 dargestellt wird.

The screenshot shows a learning element titled "3 Potenzen, Wurzeln und Logarithmen". It includes a mathematical formula $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$ and a text description: "Hier geht es zunächst um das **Rechnen mit Potenzen** und **Wurzeln**. Es handelt sich um eine Wiederholung bzw. Auffrischung von Schulstoff der Sekundarstufe I. Anschließend werden **Logarithmen** behandelt, die neben Wurzeln die zweite mögliche "Umkehrung" von Potenzen darstellen." Below the text, there are two self-test tasks listed: "1. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen" with a star rating of 4/5, and "2. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen" with a star rating of 2/5.

Abbildung 64: Lernelement mit zwei bearbeiteten Selbsttestaufgaben und deren optischen Feedback (eigene Darstellung)

Jeder Einzeltest wurde auf einen Versuch beschränkt, um ein Ausprobieren und Überarbeiten der Ergebnisse zu verhindern. Wird ein Test, ob aus Nichtwissen, Oberflächlichkeit oder etwa, um es mal auszuprobieren, nicht so gut gelöst wurde, ist dies immer auf der Einstiegsseite in Form des optischen Feedbacks zu erkennen. Um den Studierenden als Anreiz- und Selbsttestinstrument die Möglichkeit zu geben, sich ein weiteres Mal zu testen, wurde ein zweiter Test direkt unter dem ersten angeboten, der ebenfalls nur einmal durchgeführt werden kann.

7.1.3 Gesamtergebnis

Die Revision und Erweiterung des E-Learning-Systems, für die mehrere Monate Entwicklungszeit zur Verfügung standen, beinhaltet im Ergebnis die motivierenden, führenden und adaptiven Elemente, die bereits in der ersten Realisierungsphase angedacht waren, mangels ausreichender Entwicklungszeit jedoch nicht implementiert werden konnten.

Es stand genügend Zeit zur Verfügung, um mehrere Iterationen einzelner Entwicklungen durchzuführen und diese hierdurch zu verbessern. So wurde exemplarisch als Feedbackskala erst eine Balkenanzeige, danach als Grafiken rote Sterne und zum Schluss, aufgrund der falschen Signalwirkung der roten Farbe, grüne Sterne genutzt. Außerdem wurde in der Endfassung die Rating-skala durch graue Sterne auf fünf aufgefüllt, um eine optisch ansprechendere, gleichbleibende Breite zu erhalten.

Der optische Gesamteindruck der Startseite des Onlinekurses, der um die Elemente der Videocasts und der Selbsttestaufgaben mit Feedback (nachdem diese bearbeitet wurden) ergänzt worden ist, ist dem Teilausschnitt in Abbildung 65 zu entnehmen.

Sie sind angemeldet als Michael Schäfer (Student (Zu meiner Ausgangsrolle zurückkehren))



HOCHSCHULE RUHR WEST
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

elearning@hrw **Mathe-Brückenkurs** (Zu meiner Ausgangsrolle zurückkehren)

Hochschule Ruhr West

Wichtige Links

- zur HRW-Startseite
- zur Studierendenservice
- zum eCampus

Hilfe

- FAQ
- Ansprechpartner

Impressum

- Impressum

Themen dieses Kurses

Brückenkurs Mathematik
(Wintersemester 2012/13)



Einleitung
Herzlich Willkommen zum Brückenkurs Mathematik. Der Brückenkurs ist Teil des **Mathematik-Coachings** der Hochschule Ruhr West. Sie finden hier Lehr- und Übungsmaterialien, die Ihnen den Einstieg in das **Studium** erleichtern können. **Abhängig** von Ihrem Ergebnis im **Mathematik-Test** können Sie sehen **welche Lerninhalte** wir Ihnen empfehlen würden.

Viel Erfolg!
Ihr Michael Schäfer

Videocasts, gewinnen Sie den ersten Überblick!



Videocast 1



Videocast 2



Videocast 3

Symbolik des Lernens

- 🔴 unbedingt lernen!
- 🟡 noch mal anschauen
- 🟢 können Sie schon
- 🔍 unbekannte Kenntnisse
- ... mehr Informationen

Farbbereiche

- 🟢 Standard Themen
- 🟡 Erweiterte Themen
- 🔴 Optionale Themen
- ... mehr Informationen

1 Ihre persönliche Auswertung



Die **Ergebnisse** Ihres **Mathematik-Tests** können Sie hier einsehen, um eine genauere Einschätzung Ihrer Kenntnisse zu gewinnen. Unsere **Empfehlungen** orientieren sich an Ihrem Test, um Ihnen **zielgerichtet Lernmaterial** anzubieten.

- Grafische Darstellung Ihres Testergebnisses
- Ihre Detailergebnisse pro Aufgabe
- Unsere Lernempfehlungen

2 Elementares Rechnen



In diesem Kurselement werden die **Grundrechenarten** behandelt, insbesondere wird die **Bruchrechnung** angesprochen. Ferner werden die **allgemeinen Rechengesetze** formuliert und benannt - beispielsweise das **"Assoziativgesetz"** etc. Schließlich wird auf den allgemeinen Gebrauch von **Summen-** und **Produktzeichen** eingegangen - Hiermit haben Studierende mitunter Schwierigkeiten.

- Lernelement Grundrechenarten
- 1. Selbsttest Elementares Rechnen ★★★★☆
- 2. Selbsttest Elementares Rechnen ★★★★☆

3 Potenzen, Wurzeln und Logarithmen



Hier geht es zunächst um das **Rechnen mit Potenzen** und **Wurzeln**. Es handelt sich um eine **Wiederholung bzw. Auffrischung** von Schulstoff der Sekundarstufe I. Anschließend werden **Logarithmen** behandelt, die neben Wurzeln die zweite wichtige "Umkehrung" von Potenzen darstellen.

- Lernelement Potenzen, Wurzeln und Logarithmen
- 1. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen ★★★★★
- 2. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen ★★★★★

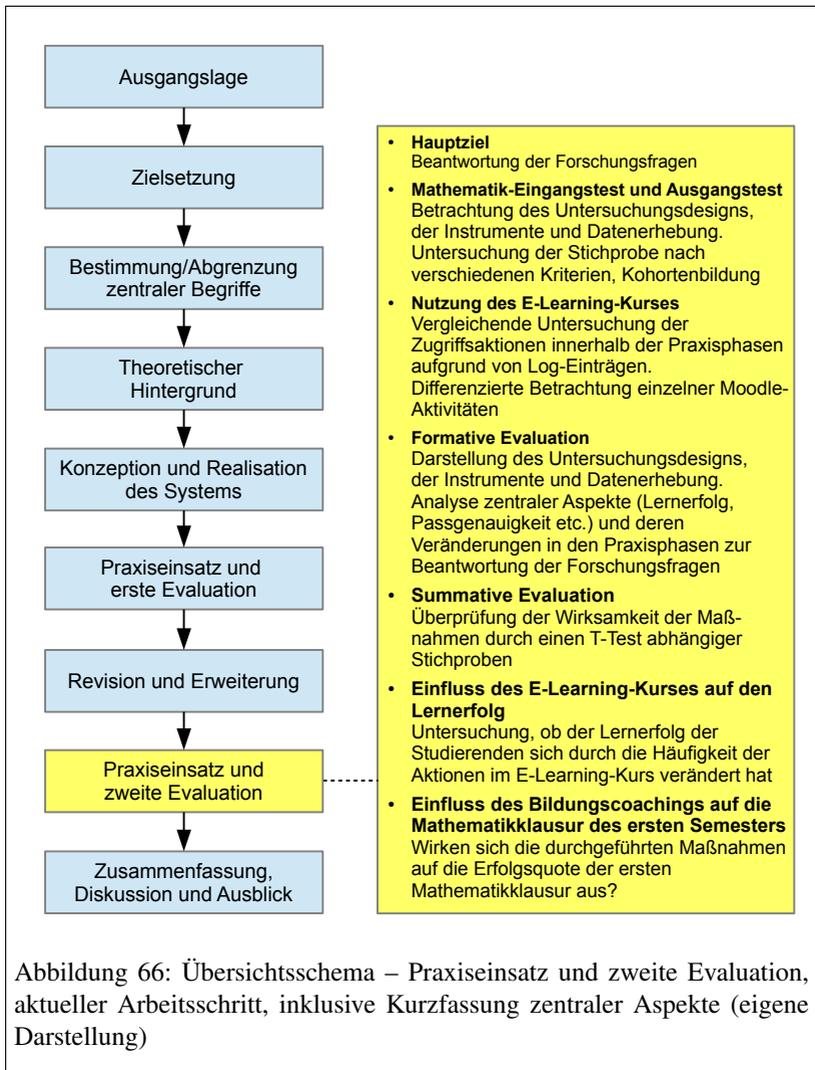
Abbildung 65: Teilausschnitt des erweiterten E-Learning-Kurses (eigene Darstellung)

Die E-Learning-Plattform wurde mit verschiedenen Browsern und verschiedenen Internetbandbreiten getestet. Aufgrund der Ergebnisse wurde u.a. die Videokomprimierung optimiert.

Auch wenn es wünschenswert gewesen wäre, einige Dinge professionel-

ler umzusetzen (so hätte der Autor dieser Arbeit gerne auf Grafikdesigner zur Optimierung des Screendesigns und ein Filmteam für die Erstellung der Videocasts zurückgegriffen, statt alles eigenständig zu realisieren), entspricht das Endergebnis den Anforderungen, die innerhalb der Konzeptionsphase angestrebt wurden.

8 Einsatz des Systems in der Praxis und zweite Evaluationsphase



Im Wintersemester 2012/2013 wurde das Bildungscoaching Mathematik ein zweites Mal realisiert. Hierzu wurden die Aktivitäten der Hochschule zur Vorqualifizierung der Studierenden weiter verstärkt: Für die Durchführung der Präsenzveranstaltungen wurden 21 Lehrende akquiriert und für je drei Wochen Unterricht bezahlt. Die Organisation konnte verschlankt werden, so dass der personelle Aufwand im Servicebereich weniger hoch ausfiel als im Vorjahr. Aufgrund der Überschneidung der Prüfungsphasen und des Problems, dass mit den provisorisch errichteten Gebäuden keine ausreichenden Kapazitäten bereitgestellt werden konnten, kam es auch in diesem Jahr zu räumlichen Engpässen. So mussten die Präsenzveranstaltungen am späten Nachmittag (Mo.–Fr. 17:30–20:30 Uhr) an drei unterschiedlichen Übergangsständen (zwei in Mülheim und einer in Bottrop) abgehalten werden. Die Einladungsmails mit den Zugangsinformationen zum E-Learning-Kurs, den individuellen Terminen und Orten der Präsenzkurse wurden am 31.08.2012 verschickt. Die ersten Präsenzveranstaltungen starteten am Montag, dem 10.09.2012. Am Freitag, dem 28.09.2012, fand der letzte Präsenztermin statt. An diesem Tag wurde der Mathematik-Ausgangstest geschrieben. Der Unterricht im Wintersemester 2012/2013 begann am darauffolgenden Montag (01.10.2012).

Für die Evaluation des Bildungscoachings Mathematik im Wintersemester 2012/2013 konnten Daten in fünf Teilbereichen erhoben werden. Diese waren, wie ein Jahr zuvor, der Mathematik-Eingangstest zur Steuerung des Gesamtsystems, die Log-Dateien der E-Learning-Plattform und eine formative Evaluation, die auf eine Optimierung des Gesamtsystems, inklusive Organisation und Präsenzphasen, abzielt. Zusätzlich wurde ein Mathematik-Ausgangstest geschrieben, um anhand des Vergleichs abhängiger Stichproben eine Aussage über die Wirksamkeit der Maßnahmen treffen zu können. Zudem wurde, nach langen Diskussionen, die Herausgabe der personenbezogenen Noten der Mathematik-I-Klausuren, also der Mathematikklausuren des ersten Semesters, an der HRW genehmigt. Letzteres sollte eine Unter-

suchung ermöglichen, die die Frage beantworten sollte, ob die eingeleiteten Maßnahmen einen realen Einfluss auf den Erfolg der Studierenden im ersten Studiensemester haben.

Zielsetzung der zweiten Durchführung und Evaluation war es, die Hauptforschungsfrage F1 mit den acht zugehörigen Teilfragestellungen zu beantworten (Kap. 2). Hierzu erwies sich insbesondere eine quantitative Untersuchung der Wirksamkeit der Maßnahmen durch den Vergleich der Ergebnisse des Eingangstests mit dem Ausgangstest als sinnvoll.

Insgesamt stellt diese zweite Durchführung und Evaluation eine weitere Iteration im Qualitätsverbesserungszyklus dar, mit der Intention, das Bildungscoaching Mathematik in Zukunft als bewährtes Best-Practice-Verfahren zu etablieren (siehe Kap. 5.2.1).

Aus den unterschiedlichen Erhebungen ergaben sich die folgenden Stichprobengrößen (Tab. 17):

Tabelle 17: Übersicht der Stichproben im Wintersemester 2012/2013

Gruppe	Anzahl	%
Alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger im Wintersemester 2012/2013	893	100
Studierende, die den Mathematik-Eingangstest absolviert haben	613	69
Studierende, die im Online-Mathematik-Kurs aktiv waren	459	51
Studierende, die den Mathematik-Ausgangstest absolviert haben	153	17
Studierende, die am Eingangs- und Ausgangstest teilgenommen haben (eindeutig zuordbar)	132	15
Studierende, die am Eingangstest, Ausgangstest und am Onlinekurs teilgenommen haben (eindeutig zuordbar)	103	11
Studierende, die an der formativen Evaluation teilgenommen haben	94	10
Studierende, die eindeutig zuordbar an der Mathematik-I-Klausur teilgenommen haben	65	7

Im Folgenden werden diese Stichproben für die einzelnen Untersuchungen näher betrachtet.

8.1 Mathematik-Eingangs- und Ausgangstest

8.1.1 Design und Erhebungsinstrument

Der Mathematik-Eingangstest ist im Vergleich zu der Version im Wintersemester 2011/ 2012 (siehe Kap. 6.1) bis auf das Deckblatt (Anhang A.1) nicht verändert worden. Dieses wurde aufgrund der Erfahrungen der vorherigen Durchführung insofern optimiert, als dass die automatisch via OMR erkennbare Bewerbernummer, die durch Ankreuzen ausgefüllt werden konnte (siehe Abb. 30), durch die direkte schriftliche Eingabe ersetzt wurde, um ein fehler-

haftes Ausfüllen, wie es im Vorjahr geschehen war, zu vermeiden. Außerdem wurden die E-Mail-Adressen erhoben, da mit dem Service der Hochschule (aus rechtlichen Gründen) keine Absprache getroffen werden konnte, diese aus den Bewerbernummern automatisch abzuleiten. Ebenfalls aufgrund rechtlicher Vorbehalte mussten der Studiengang und die Studienvoraussetzungen, die der Service bereits erfasst hatte, abgefragt werden. Der Mathematik-Ausgangstest beinhaltete neben der Bewerbernummer, die viele Studierende wieder vergessen hatten, auch deren E-Mail-Adresse, so dass hiermit ein gemeinsames Merkmal genutzt werden konnte, um jeweils die von einer Person ausgefüllten Tests miteinander zu vergleichen.

8.1.2 Datenerhebung

Wie im Wintersemester 2011/2012 (siehe Kap. 6) wurde bei der Immatrikulation vor Ort der Eingangstest absolviert. Die Immatrikulation der Studierenden erfolgte ab dem 26.06.2012 abwechselnd an den Studienstandorten Mülheim und Bottrop. Da die Durchführung des Mathematik-Eingangstests in diesem Jahr nicht durch den Studierendenservice geleistet werden konnte, wurden fünf Personen, entsprechend den via Doodle wöchentlich neu festgelegten Orten und Zeiten (Doodle AG, 2013), mit der Betreuung der Studienanfängerinnen und -anfänger betraut. Für den Mathematik-Eingangstest und die Steuerung der Coachingmaßnahmen konnten nur die Studierenden berücksichtigt werden, die sich bis zum 30.08.2012 eingeschrieben hatten. Der Mathematik-Ausgangstest wurde am letzten Tag der Präsenzveranstaltungen, dem 28.09.2012, in 21 Räumen in Mülheim und Bottrop auf freiwilliger Basis durchgeführt. Der Umfang und die Aufgabentypen waren mit denen des Eingangstests identisch, lediglich die einzelnen Aufgaben unterschieden sich voneinander (Anhang A.3).

8.1.3 Stichprobe

Insgesamt haben sich im Wintersemester 2012/2013 $N=893$ Studierende an der Hochschule Ruhr West eingeschrieben. Am Mathematik-Eingangstest haben $n=612$ Studierende teilgenommen. Diese Zahl ist geringer, da die Studierenden sich bis zu Beginn des Semesters einschreiben konnten, das Bildungscoaching Mathematik aber schon fünf Wochen vorher angefangen hatte. Am Ausgangstest haben $n=153$ Studierende teilgenommen. Von diesen waren $n=132$ Ausgangstests eindeutig je einem Eingangstest der gleichen Person zuordbar.

8.1.4 Auswertungsverfahren

Der Paper-and-Pencil-Test wurde wie im Jahr zuvor in regelmäßigen Abständen zusammen mit studentischen Hilfskräften ausgewertet und anschließend mit der Bewerbernummer als eindeutigem Kennzeichen in die Datenbank übertragen. Hier konnte auf die gleiche Datenbankstruktur wie im Vorjahr zurückgegriffen werden, um den erweiterten E-Learning-Kurs aufgrund der Vorkenntnisse zu adaptieren (siehe Kap. 5.6.1). Der Ausgangstest wurde nach dem gleichen Verfahren erhoben, mit studentischen Hilfskräften ausgewertet und ebenfalls in die Datenbank übertragen. Hierdurch konnten die Daten gemeinsam abgefragt werden, die für eine summative Evaluation notwendig waren. Auf letztere wird in Kapitel 8.4 eingegangen.

8.1.5 Ergebnisse und deren Verwendung

Werden alle $n=612$ Studierende, die den Eingangstest absolviert haben, berücksichtigt, so haben diese im Mittel 12 der 46 Aufgaben richtig gelöst ($M=12,24$; $SD=7,88$). Im Vergleich zum Vorjahr ($M=18,67$; $SD=8,01$) liegt die Ausgangspunktzahl sogar niedriger.

Die Analyse der Fehlerverteilung innerhalb des Eingangstests zeigt hingegen ein ähnliches Bild wie im Wintersemester 2011/2012.

So haben über 30 % der Studierenden die drei Bruchrechenaufgaben nicht richtig lösen können und weniger als 20 % der Funktionen wurden richtig skizziert. Zur vorkenntnisabhängigen Einordnung der Studierenden zu den unterschiedlich langen Präsenzphasen wurden in diesem Jahr ebenfalls drei Kohorten gebildet. Das Grundkonzept ist somit gleich geblieben, nur dass dank der ausreichenden Anzahl der Räumlichkeiten dieses Mal alle Studierenden in die Vorkurse aufgenommen werden konnten. Die Zuordnung und die sich daraus ergebenden Gruppengrößen verdeutlicht Tabelle 18.

Tabelle 18: Kohortenbildung aufgrund der Ergebnisse des Mathematik-Eingangstests im Wintersemester 2012/2013

Erreichte Punktzahl	Anzahl Personen in dieser Gruppe	Umfang des Präsenzunterrichts
0 bis einschließlich 10 Punkte	$n=277$	drei Wochen
11 bis einschließlich 20 Punkte	$n=251$	zwei Wochen
≥ 20 Punkte	$n=84$	eine Woche

Da dieses Mal dank der zusätzlichen Erhebung auf dem Deckblatt auch die Studiengänge und Standorte bekannt waren, wurde versucht, möglichst homogene Gruppen zu bilden. Dies hatte zum einen den Vorteil, dass die Studierenden anhand ihres Studiengangs und der Maximalkapazität der einzelnen Räume auf die drei Standorte mit insgesamt 21 Räumen aufgeteilt werden konnten, zum anderen dass, nach einer Befragung der Lehrenden, diese aufgrund ihrer Schwerpunkte zielgerichtet den Studierendengruppen bzw. Räumen zugeordnet werden konnten. So hatten anschließend z.B. die Angehenden Informatiker am Studienstandort Bottrop zusammen in Kleingruppen Unterricht und wurden von einem Lehrenden mit Informatikhintergrund in die Mathematik eingeführt, genauso wie die Studierenden der Betriebswirtschaftslehre am Standort Mülheim von einem Lehrenden mit betriebswirtschaftlichem Hintergrund unterrichtet wurden.

Bei der Einordnung der Studienanfängerinnen und Studienanfänger nach

ihrer Vorbildung wird deutlich, dass der größte Teil als höchsten Schulabschluss das Abitur vorweist und hiervon die meisten einen Mathematik-Leistungskurs besucht haben. Die zweitgrößte Gruppe sind die Studierenden mit Fachhochschulreife. Nur wenige haben andere Vorbildungsformen, wie einen Meistertitel als berufliche Qualifikation, der zur Aufnahme eines Hochschulstudiums berechtigt. Die Verteilung der Eingangstests nach Vorbildung ist in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Verteilung der Stichprobe des Mathematik-Eingangstests nach Vorbildung, Wintersemester 2012/2013

Vorbildung	Anzahl	%
Alle	603	100
Abitur mit LK Mathe	183	30
Abitur mit GK Mathe	134	22
Fachhochschulreife	275	46
Andere	11	2

Bemerkung: Neun Studienanfängerinnen bzw. Studienanfänger haben dieses Feld nicht ausgefüllt

Im Wintersemester 2012/2013 konnten sich die Studienanfängerinnen und Studienanfänger an der HRW in 14 verschiedene Bachelorstudiengänge einschreiben. Die Anzahl der Mathematik-Eingangstests pro Studiengang gibt Tabelle 20 wieder.

Tabelle 20: Verteilung der Stichprobe des Mathematik-Eingangstests nach Studiengängen, Wintersemester 2012/2013

Studiengang	Anzahl	%
Angewandte Informatik	30	4,9
Bauingenieurwesen	66	10,8
Betriebswirtschaftslehre - Industrielles Dienstleistungsmanagement	29	4,7
Betriebswirtschaftslehre - Internationales Handelsmanagement & Logistik	12	2,0
Elektrotechnik	41	6,7
Energie- und Wassermanagement	36	5,9
Energieinformatik	26	4,2
Internationale Wirtschaft - Emerging Markets	34	5,6
Maschinenbau	64	10,4
Mechatronik	38	6,2
Mensch-Technik-Interaktion	41	6,7
Wirtschaftsinformatik	65	10,6
Wirtschaftsingenieurwesen – Energiesysteme	56	9,2
Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau	72	11,8

Bemerkung: Zwei Studienanfängerinnen bzw. Studienanfänger haben dieses Feld nicht ausgefüllt

Die Erfassung dieser Verteilung hat zum einen die Akquise der Lehrenden und deren Zuordnung zu Gruppen mit Studierenden der einzelnen Studiengänge unterstützt. Zum anderen konnten auch studiengangsspezifische Unterschiede in der mittleren Eingangspunktzahl ermittelt und weitergeleitet werden. Mithilfe der erhobenen und verarbeiteten Daten konnten die Studierenden am 31.08.2012 durch eine bei der Immatrikulation angekündigte Einladungsmail über den individuellen Starttermin, inklusive Ort, Uhrzeit und Raumnummer, informiert werden. Außerdem erhielten sie mit dieser Mail die Zugangsdaten zum E-Learning-Kurs, konnten somit ihre persönlichen Testergebnisse erfahren und mit der eigenständigen Qualifizierung starten. Hierzu wurde über eine Datenbankabfrage ein Datensatz generiert, der alle notwendigen Informationen beinhaltet, um eine Serienmail zu erstellen. Die Vorlage zu dieser Einladungsmail, ein Ausschnitt aus den genutzten Daten und eine

daraus generierte E-Mail sind in Anhang D.6 abgedruckt.

Damit die verschickten Zugangsdaten auch zur Anmeldung für das Moodle-LMS genutzt werden konnten, wurde ebenfalls automatisch aus den Datenbankeinträgen zu den Mathematik-Eingangstests eine CSV-Datei zum Erstellen von Moodle-Zugängen generiert und im Administrationsbereich von Moodle eingelesen. So konnten 612 Zugänge mit den entsprechenden Passwörtern generiert werden. Ein Teil dieser CSV-Datei ist in Anhang D.7 dargestellt.

8.2 Nutzung des E-Learning-Kurses

Um den Studienanfängerinnen und Studienanfängern die Nutzung des E-Learning-Kurses zu ermöglichen, wurden ihnen die Zugangsdaten via Mail zugeschickt. Hierzu mussten aufgrund der Datenschutzrichtlinien an der Hochschule die Bewerbernummern und E-Mail-Adressen neu erhoben werden, und es gab keine Möglichkeit, die Datensätze aufgrund von Exmatrikulationen (Mehrfachbewerbungen an verschiedenen Hochschulen) wieder zu bereinigen.

Am 31.08.2012 um 13:24 Uhr sind auf Basis der erhobenen Daten 612 personalisierte E-Mails an die Studierenden verschickt worden. Von diesen waren 32 E-Mails nicht zustellbar (Rücklauf mit der Fehlermeldung „E-Mail-Empfänger unbekannt“), ca. 50 wurden bei einem großen Provider in den spam-folder der Nutzer verschoben, wie sich nach und nach durch die Rückmeldungen der Studierenden herausstellte. Es gab auch einige Personen, die sich verwundert zurückmeldeten, da sie sich bereits exmatrikuliert hatten. Am Tag der Zusendung der Mails sind die Aktivitäten in der Moodle-Plattform spontan angestiegen, wie aus Abbildung 67 zu ersehen ist.

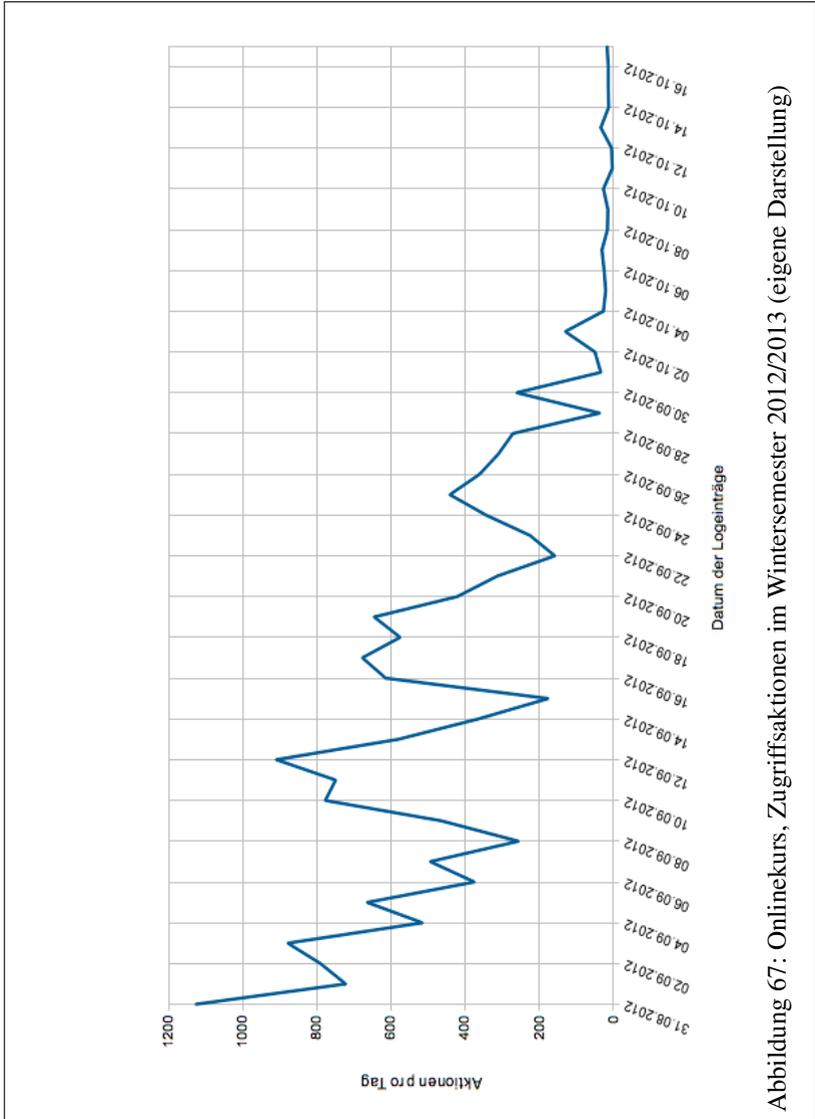


Abbildung 67: Onlinekurs, Zugriffsaktionen im Wintersemester 2012/2013 (eigene Darstellung)

Bei der Auswertung sind nur bereinigte Daten genutzt worden. Ursprünglich gab es 37447 Moodle-Aktionen im Mathematik-Brückenkurs, die seit 2011 mitprotokolliert wurden. Alle Einträge der Administratoren, Tutoren und anderer Personen, die unabhängig vom Bildungskoaching Zugriff auf den Onlinekurs hatten, wurden gelöscht, so dass ein bereinigter Datensatz von $n=21908$ verwendet werden konnte. Die Aktivitäten im Brückenkurs haben sich dabei wesentlich auf einen Zeitraum von weniger als zwei Monaten beschränkt, in denen mehr als 99 % der Zugriffe erfolgt sind. Im Wintersemester 2012/2013 kam es im Zeitraum vom 31.08.2012 – 17.10.2012 zu 15970 Aktionen, außerhalb dieses Zeitraumes zu lediglich 125. Im Wintersemester 2011/2012 kamen im Zeitraum vom 07.09.2011 – 20.10.2011 5735 Aktionen zustande, außerhalb dieses Zeitraumes nur 22. Zum Vergleich sind in Abbildung 68 noch einmal die Zugriffe auf den Onlinekurs im Wintersemester 2011/2012 dargestellt.

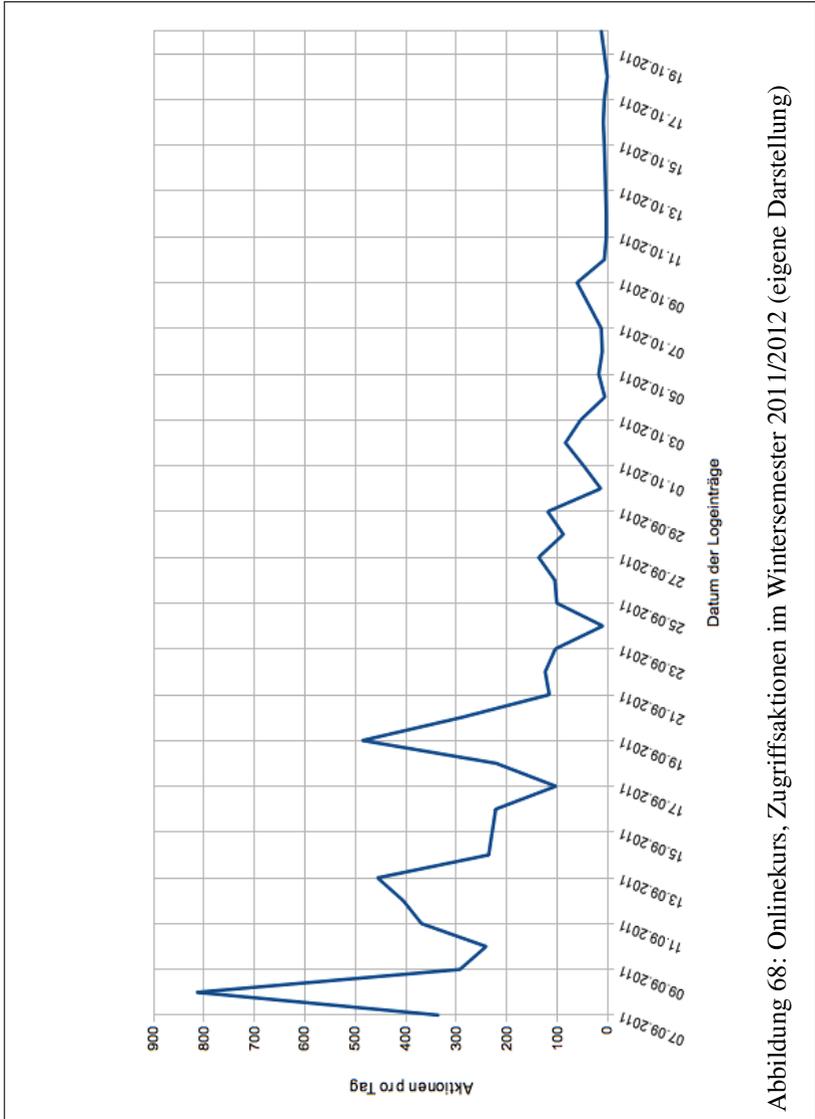


Abbildung 68: Onlinekurs, Zugriffsaktionen im Wintersemester 2011/2012 (eigene Darstellung)

Auffallend bei beiden Aktivitätskurven sind die Minima an Wochenenden. So sind in Abbildung 67 die geringeren Aktivitäten eindeutig am 08.09.2012, 15.09.2012, 22.09.2012 und 29.09.2012 zu erkennen. Dies waren jeweils Samstage.

Differenzierte Betrachtung der Moodle-Aktivitäten

Die Moodle-Log-Dateien sind in eine Datenbank eingepflegt worden und konnten somit sehr komfortabel mit SQL-Abfragen differenziert ausgewertet werden. Insgesamt waren im Wintersemester 2012/2013 als Nutzer des E-Learning-Kurses $n=493$ Studierende aktiv. Die Aktivitäten auf Videocasts, die als Einstieg und motivierendes Element des Onlinekurses gedacht waren, sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

Tabelle 21: Nutzung der Videocasts im Wintersemester 2012/2013 (eigene Darstellung)

Medium	Anzahl Studierende, die das Medium genutzt haben	Anzahl Studierende, die das Medium mehr als einmal genutzt haben	Maximale Anzahl der Mehrfachnutzung
Videocast I	192	66	11
Videocast II	123	19	5
Videocast III	85	19	9

Die Nutzung der persönlichen Auswertungen, also das erste Feedback für die Studierenden, wie sie im Eingangstest, im Vergleich zu ihren Kommilitonen abgeschlossen haben, ist in Tabelle 22 veranschaulicht. Hier wird differenziert zwischen der grafischen Darstellung der eigenen Testergebnisse (siehe Kap. 5.6.5), der Detaildarstellung pro Aufgabe (Kap. 5.6.6) und der persönlichen Lernempfehlung (siehe Kap. 5.6.4).

Tabelle 22: Nutzung der persönlichen Feedbacks des Eingangstests im Wintersemester 2012/2013

Auswertung	Anzahl Studierende, die die Auswertung genutzt haben	Anzahl Studierende, die die Auswertung mehr als einmal genutzt haben	Maximale Anzahl der Mehrfachnutzung
Grafische Auswertung	371	158	10
Detailergebnisse	267	96	7
Lernempfehlung	273	100	10

Einen Überblick über die Gesamtnutzung des E-Learning-Kurses, inklusive der Nutzung der einzelnen Lernelemente, bietet Tabelle 23. Hier ist die Gesamtnutzung der beiden Praxisphasen im Wintersemester 2011/2012 und im Wintersemester 2012/2013 nebeneinander dargestellt.

Tabelle 23: Charakterisierung der Moodle-Nutzung auf Basis der Log-Daten

Charakteristikum	WS 2011/2012		WS 2012/2013	
	n	%	n	%
Gesamtnutzung				
Moodle-Aktionen	5785	100	16123	100
Unterschiedliche Nutzer	182	100	459	100
Aktionen auf Lernelemente				
Gesamtktionen auf Lernelemente	1436	100	3674	100
Lernelement Grundrechenarten	305	21	770	21
Lernelement Potenzen, Wurzeln und Logarithmen	272	19	902	25
Lernelement Gleichungen	216	15	602	16
Lernelement Funktionen	148	10	458	12
Lernelement Mengen und Zahlen	111	8	296	8
Lernelement Algebra und Lineare Gleichungssysteme	106	7	275	7
Lernelement Vektoren	60	4	88	3
Lernelement Folgen und Reihen	38	3	77	2
Lernelement Differentialrechnung	90	6	86	2
Lernelement Integralrechnung	48	3	71	2
Lernelement Komplexe Zahlen	42	3	49	1

Da hier nur der Einstieg in die Lernelemente und nicht die Aktivitäten in den Lernelementen selber geloggt werden, wäre ein zusätzlicher Vergleich der Aktivitäten in den Lernelementen auf dem Server des Instituts für Verbundstudien, das die entsprechenden Daten zur Verfügung gestellt hat, interessant gewesen. Ein solcher Vergleich war jedoch nicht möglich, da die Daten den jeweiligen Nutzern nicht zugeordnet werden konnten.

Auf die Lernelemente, die auf dem Server des Instituts für Verbundstu-

dien gehostet werden, gab es $n=29518$ relevante Aktionen. Nichtrelevante Aktionen, wie der zuerst ablaufende Anmeldeprozess, der mehr als 5000 Mal stattfand, wurden hierbei herausgerechnet. Innerhalb der Lernelemente wurde $n=874$ Mal der „Book-Print“-Vorgang ausgelöst, also das Ausdrucken einzelner Lernelemente gewählt.

Im Wintersemester 2012/2013 wurden zusätzliche Selbsttests durchgeführt (Tab. 24), deren Nutzung einen Einblick in die Aktivitäten und das „Durchhaltevermögen“ der Studierenden verschaffen konnten.

Tabelle 24: Aktionen auf Selbsttests im Wintersemester 2012/2013

Anzahl	Lernelement
614	1. Selbsttest Elementares Rechnen
412	2. Selbsttest Elementares Rechnen
466	1. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen
321	2. Selbsttest Potenzen, Wurzeln und Logarithmen
355	1. Selbsttest Gleichungen
223	2. Selbsttest Gleichungen
223	1. Selbsttest Funktionen
98	2. Selbsttest Funktionen
211	1. Selbsttest Mengen und Zahlen
205	2. Selbsttest Mengen und Zahlen
117	1. Selbsttest Algebra, Lineare Gleichungssysteme

Zur Beurteilung des genaueren Verlaufs dieser Selbsttests können die Moodle-eigenen Auswertungsmechanismen herangezogen werden. So können, wie aus Tabelle 25 ersichtlich, pro Person der zeitliche Verlauf und die Ergebnisse eingesehen werden.

Tabelle 25: Beispieleinträge aus Moodle zu den Aktivitäten verschiedener Personen im ersten Selbsttest

Name	Begonnen	Beendet	Verbrauchte Zeit	Bewertung	Feedback
stud4263	31.08.2012, 22:17	31.08.2012, 22:23	6 Minuten, 29 Sek.	10	Sehr gut!
stud1837	01.08.2012, 15:35	01.08.2012, 15:38	2 Minuten, 57 Sek.	10	Sehr gut!
stud1690,	01.08.2012, 14:03	01.08.2012, 14:21	17 Minuten, 46 Sek.	10	Sehr gut!
stud9736	02.08.2013, 10:21	02.08.2013, 10:23	2 Minuten, 11 Sek.	0	Unbefriedigend, bitte üben Sie dringend noch einmal!

Zur besseren Darstellung wurden einzelne Einträge etwas gekürzt. Die Bewertung reicht von 0 bis 10, da es pro gelöster Aufgabe zwei Punkte gab.

Diese Daten wurden zusätzlich aus Moodle heraus exportiert und bei deren Auswertung berücksichtigt. In Kapitel 8.5 wird untersucht, ob die Nutzung des Onlinekurses eine nachweisbare Auswirkung auf die Verbesserung der Fähigkeiten der Studierenden im Ausgangstest hat.

Zusammenfassung

Viele Details dieser Auswertungen waren überraschend und sollten bei der Weiterentwicklung berücksichtigt werden. So kamen die Motivationsvideos zwar häufig zum Einsatz, wurden im Vergleich zu den Abfragen des eigenen Lernerfolgs jedoch erstaunlich häufig ignoriert. So haben $n=371$ Studierende sich ihre eigene grafische Auswertung des Mathematiktests angesehen, aber nur $n=192$ Studierende den ersten Videocast. D.h., obwohl diese Videos auffällig, eindeutig erkennbar und vor den Selbsttests angeordnet waren, wurde ein großer Teil der Studierenden offensichtlich nicht dazu animiert, sich diese anzusehen. Auf der anderen Seite haben sich $n=192$ Studierende den ersten Videocast mehrfach angesehen, teilweise bis zu elfmal. Somit gab es auf der

einen Seite die Studierenden, die die Videocasts ignoriert haben, und auf der anderen einen Teil der Nutzerinnen und Nutzer des Onlinecoachings, die ein sehr hohes Interesse daran gezeigt haben. Auch die Selbsttests wurden häufig aufgerufen, scheinen daher sehr gut angenommen worden zu sein. Interessant bei der Verwendung der Lernelemente ist, dass eine große Anzahl der Studierenden die Aktion zum Ausdrucken aufgerufen hat, also offensichtlich dieses Material auch in gedruckter Form anwenden wollte. Insgesamt erscheint die Nutzung des E-Learning-Kurses im Wintersemester 2012/2013 vielversprechend, zumal auch dieses Mal den Kursteilnehmerinnen und -teilnehmern wegen der langen Einschreibefristen nur wenig Zeit blieb, davon ohne die Konkurrenz durch den Präsenzkurs Gebrauch zu machen.

8.3 Formative Evaluation

8.3.1 Design und Erhebungsinstrument

Das Grundkonzept ist mit dem des Wintersemester 2011/2012 entwickelten identisch (siehe Kap. 6.3). Allerdings wurde der Paper-and-Pencil-Fragebogen im Detail deutlich verändert bzw. verbessert. Die einzelnen Veränderungen sind in Tabelle 26 zusammengefasst.

Tabelle 26: Veränderungen des Paper-and-Pencil-Fragebogens zur formativen Evaluation im Wintersemester 2012/2013

Stelle der Änderung	Änderungen
Deckblatt	Bezug auf nächste Generation von Studierenden gestrichen. Hinweis zur Notwendigkeit des vollständigen Ausfüllens aufgenommen. Hinweis auf wiss. Begleitung hinzugefügt
Allgemeine Angaben	Mit Studiengang begonnen, neue Studiengänge eingefügt. Schlüsselwörter in Fragen hervorgehoben (Fett). Nutzung der E-Learning-Plattform genauer erfasst (Häufigkeit durch Länge (h) ersetzt). Durchgängig eine 7er-Skala genutzt
Item 1.6	Fragen zum naturwissenschaftlichen Kurs gestrichen. gestrichen - wird durch Art des Vorkurses ersetzt, da hierdurch auch das Vorwissen aufgrund der Eingabe im Eingangstest ableitbar ist (Vorher: Wenn Sie Ihre Fähigkeiten in der Mathematik selbst einschätzen, wie beurteilen Sie Ihre Fähigkeit im Vergleich zu den übrigen Studierenden?)
Item 2.2	eindeutiger formuliert
Item 3.1	Frage zur Gruppengröße exakter formuliert, aber nicht differenziert nach Ursachen (z.B. emotionalen Hemmnissen)

Die endgültige Fassung des Wintersemesters 2012/2013 ist in Anhang B.2 dargestellt.

8.3.2 Datenerhebung

Konzeptionell identisch wie im Wintersemester 2011/2012 wurde die formative Evaluation Anfang Dezember 2012 durchgeführt. Hierzu wurde allen Lehrenden, die im ersten Semester Mathematik unterrichtet haben, die ausgedruckten Erhebungsbögen zugeschickt, mit der Bitte, die Fragebögen während des Unterrichts auszuteilen und sie, von den Studierenden ausgefüllt, zurückzusenden.

8.3.3 Stichprobe

Von den 600 verschickten Fragebögen wurden nur weniger als die Hälfte zurückgesandt (inkl. leerer Fragebögen). Der Anteil der ausgefüllten Fragebögen im Verhältnis zu den verschickten Fragebögen lag bei 16 %. Auch auf Nachfrage bei den Lehrenden konnte die Rücklaufquote nicht gesteigert werden. Insgesamt wurden $n=94$ Datensätze erhoben.

8.3.4 Auswertungsverfahren

Als Erstes wurden die Datensätze geprüft und zum Teil bereinigt. So hatten einige Studierende ($n=3$) die Präsenzkurse beurteilt, obwohl sie sie, laut eigener Aussage, nicht besucht hatten. Die Items 3.1 und 3.2 wurden umgepolt. Die Daten wurden anschließend in SPSS, Version 21 (IBM Corporation, 2013), zur weiteren Auswertung aufgenommen. Innerhalb von SPSS kamen unterschiedliche Analysemethoden zur Anwendung, auf die an den entsprechenden Stellen der Ergebnispräsentation eingegangen wird.

8.3.5 Ergebnisse

Im Folgenden werden, ausgehend von der eher zusammenfassenden Beurteilung durch die Studierenden, die Ergebnisse präsentiert und anschließend

weiter aufgeschlüsselt, um den Fokus auf einzelne Aspekte zu legen und die hiermit verbundenen Forschungsfragen zu beantworten.

Generelle Beurteilung

Zielsetzung der zweiten Realisierungsphase war es, insbesondere die Nutzung des E-Learning-Kurses durch motivierende, leitende und Feedbackelemente zu steigern, um den Beitrag zur Gesamtwirkung zu erhöhen. Ein Vergleich der Erhebungen der Wintersemester 2011/2012 und 2012/2013 zielte darauf ab zu überprüfen, ob die Verbesserungsmaßnahmen die gewünschte Wirkung erzielt haben.

Dieser Vergleich der Gesamtbeurteilungen durch Studierende ist in Tabelle 8.3.5 dargestellt.

Tabelle 27: Gesamtbeurteilung durch Studierende

Aussage	WS 2011/2012		WS 2012/2013	
	M	SD	n	n
Die Durchführung eines Mathematik-Einstufungstests war sinnvoll	4.68	1.76	31	77
Der Besuch des Mathematik-Vorkurses hat sich gelohnt	5.43	1.82	40	72
Die Nutzung der E-Learning-Plattform hat sich gelohnt	3.20	2.10	25	55
Das Angebot eines Mathematik-Vorkurses zusammen mit der E-Learning-Plattform hat sich gelohnt	3.50	1.50	28	55
Ich würde die Teilnahme an den Vorkursen und der E-Learning-Plattform weiter empfehlen	4.95	2.09	39	68

Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu)

1) Werden nur Personen betrachtet, die ausschließlich am Onlinekurs teilgenommen haben, so ist $M=5.60$, $SD=1.67$, $n=5$

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf eine siebenstufige Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu). Die Evaluation belegt, dass die Aussage, dass die Durchführung des Mathematik-Eingangstests eine sinnvolle Maßnahme war, eine noch höhere Zustimmung ($M=5,1$; $SD=1,68$) als im Vorjahr ($M=4,68$; $SD=1,76$) erhalten hat. Die Beurteilung des Vorkursbesuches (Präsenz) ist dagegen im Wintersemester 2012/2013 nahezu identisch geblieben ($M=5,40$; $SD=1,45$). Zum anderen sind aber die Aussagen, die auf die Beurteilung des Mathematik-E-Learning-Kurses abzielten, wesentlich positiver eingeschätzt worden. So wurde die Aussage, dass sich die Nutzung der E-Learning-Plattform gelohnt hat, im Wintersemester 2011/2012 mit $M=3,20$ ($SD=2,10$), im Wintersemester 2012/2013 hingegen mit $M=4,09$ ($SD=1,61$) bewertet. Außerdem gab es fünf Studierende, die nicht am Präsenzkurs teilnehmen konnten, diese beurteilten den E-Learning-Kurs mit $M=5,6$ positiv bewertet haben ($SD=1,67$) wesentlich besser.

Durchgängig ist die Gesamtbeurteilung und die Frage der Weiterempfehlung der Teilnahme an den Vorkursen und der E-Learning-Umgebung positiver ausgefallen als im Vorjahr. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Forschungsfrage F1.1: „Lohnt sich die Nutzung des Bildungscoachings Mathematik?“ positiv beantwortet werden kann.

Wird die Einschätzung des Lernerfolgs in den Präsenzkursen im Einzelnen betrachtet (Tab. 27), fällt auf, dass die Aussage „Ich habe in der Veranstaltung viel gelernt“ im Mittel weniger gut beurteilt wurde. So stimmten die Kursteilnehmerinnen und -teilnehmer im Wintersemester 2011/2012 dieser Aussage mit $M=5,05$ ($SD=1,75$) zu, im Wintersemester 2012/2013 lediglich mit $M=4,71$ ($SD=1,27$).

Tabelle 27: Lernerfolg in den Vorkursen

Aussage	WS 2011/2012		WS 2012/2013	
	M	SD	n	n
Ich habe in der Veranstaltung viel gelernt	5.05	1.75	39	73
Mein Wissensstand ist nach der Veranstaltung wesentlich höher als vorher	4.54	1.63	37	73
Ich habe etwas Sinnvolles und Wichtiges gelernt	4.82	1.67	39	73
Durch den Vorkurs konnte ich den Vorlesungen des 1. Semesters besser folgen	4.18	2.00	39	71

Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu)

Allerdings wurde die Aussage „Durch den Vorkurs konnte ich den Vorlesungen des 1. Semesters besser folgen“ im Wintersemester 2012/2013 stärker befürwortet ($M=4,65$; $SD=1,68$) als im Wintersemester 2011/2012 ($M=4,18$; $SD=2,00$).

Dass der Präsenzkurs im Mittel schlechter eingestuft wurde als im Vorjahr, ließ sich durch die Freitextantworten erklären. Hier haben einzelne Lehrende, die sehr negativ beurteilt wurden, wesentlich zur Verschlechterung des Gesamtergebnisses beigetragen. Deshalb wurden sie aus dem Pool der zu akquirierenden Personen für zukünftige Vorkurse herausgenommen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Forschungsfrage F1.2: „Unterstützt das Bildungscoaching Mathematik den persönlichen Lernerfolg?“ von den Studierenden zustimmend bewertet worden ist.

Im Folgenden werden die Ergebnisse analysiert, die zur Überprüfung der Forschungsfragen F1.3 – F1.5 erfasst wurden.

In Bezug auf die Forschungsfragen F1.4 und F1.5 wurde die Frage gestellt, ob die kleine Gruppengröße (adaptiv angepasst an das Ausgangsniveau der Studienanfängerinnen und -anfänger) und die Kurslängen Anpassung einen wesentlichen Einfluss auf den persönlichen Lernerfolg haben. Um dies zu evaluieren, wurden die Items 3.1 und 3.2 herangezogen. Diese sind, nach verschiedenen Kriterien gefiltert, in den Tabellen 28 und 29 zusammengefasst.

Tabelle 28: Einschätzung des Einflusses der kleinen Gruppengrößen auf den persönlichen Lernerfolg im Wintersemester 2012/2013

Studierende	M	SD	n
Alle	6.34	.82	87
Nach Studienvoraussetzungen			
Abitur mit Mathe-LK	6.32	.82	19
Abitur mit Mathe-GK	6.44	.75	34
Fachhochschulreife	6.24	.90	33
Andere	7.00		1
Nach Vortestergebnis/Länge des Vorkurses			
Sehr geringe Fähigkeiten, 3 Wochen Präsenzkurs	6.30	.77	23
Geringe Fähigkeiten, 2 Wochen Präsenzkurs	6.43	.78	40
Bessere Fähigkeiten, 1 Woche Präsenzkurs	6.45	.93	11
Andere, nicht am Vorkurs teilgenommen	6.08	.95	13
Nach Geschlecht			
Frauen	6.35	.79	17
Männer	6.33	.84	64

Skala von 1 (sehr negativ) bis 7 (sehr positiv)

Die kleinen Gruppengrößen, die durch den Eingangstest gesteuert worden sind, wurden durchweg mit $M=6,34$ ($SD=,82$) positiv beurteilt. Hierbei ist die positive Bewertung nahezu unabhängig von der persönlichen Länge der Präsenzkurse, die die jeweiligen Studierenden besucht haben. Auch die Studienvoraussetzungen, die oft mit der Länge des Kurses korrelieren, scheinen keine Rolle gespielt zu haben. Zuvor gab es die Annahme, dass Studierende, die nur eine statt drei Wochen an einem Vorkurs teilnehmen konnten und somit in der etwas größeren Gruppe (maximal 35 Studierende) saßen, sich benachteiligt fühlen könnten. Allerdings wurde mehrfach betont, dass die Kursinhalte für alle Studierenden die gleichen seien und sich bei kürze-

rer Präsenzzeit lediglich die Geschwindigkeit erhöhe. Wie das Konzept der Kurslängen Anpassung wahrgenommen wurde, erschließt sich aus Tabelle 29.

Tabelle 29: Beurteilung des Konzepts der Kurslängen Anpassung nach Vorkenntnissen auf den persönlichen Lernerfolg im Wintersemester 2012/2013

Studierende	M	SD	n
Alle	5.53	1.20	83
Nach Studienvoraussetzungen			
Abitur mit Mathe-LK	5.61	1.15	18
Abitur mit Mathe-GK	5.78	.98	32
Fachhochschulreife	5.25	1.41	32
Nach Vortestergebnis/Länge des Vorkurses			
Sehr geringe Fähigkeiten, 3 Wochen Präsenzkurs	5.35	1.47	23
Geringe Fähigkeiten, 2 Wochen Präsenzkurs	5.65	1.08	40
Bessere Fähigkeiten, 1 Woche Präsenzkurs	5.45	1.21	11
Andere, nicht am Vorkurs teilgenommen	5.56	1.13	9
Nach Geschlecht			
Frauen	5.69	1.20	16
Männer	5.46	1.21	61

Skala von 1 (sehr negativ) bis 7 (sehr positiv).

Mit einer zentralen Tendenz von $M=5,53$ ($SD=1,20$) ist die Kurslängen Anpassung positiv bewertet worden. Im Vorfeld wurde angenommen, dass gerade die Studienanfängerinnen und Studienanfänger mit geringen Kenntnissen dieses Konzept besonders positiv aufnehmen würden. Daher überrascht es, dass diejenigen mit „sehr geringen Fähigkeiten“, beurteilt nach der erreichten Punktzahl im Eingangstest, dieses Konzept unterdurchschnittlich positiv bewertet haben ($M=5,35$; $SD=1,47$), ebenso wie die Gruppe der Studierenden mit Fachhochschulreife als Studienvoraussetzung ($M=5,25$; $SD=1,41$). Dagegen haben die Studierenden mit besseren Vorkenntnissen die

kurze Kurslänge für sich selber als sehr positiv aufgenommen. Die Vermutung liegt nahe, dass dies an der Passgenauigkeit der Anforderungen liegt. Diese Studierenden wären in einem längeren Kurs sicherlich unterfordert gewesen. Über diese Vermutungen geben im Folgenden die Items zur Passgenauigkeit detailliert Aufschluss.

Entscheidend für die Bewertung, ob die kompetenzabhängige Adaptierung der Vorkurse sinnvoll war, ist die Beurteilung der Passgenauigkeit dieser Kurse (Forschungsfrage F1.3) für die einzelnen Studierenden. Während bei „üblichen“ Veranstaltungen ohne Adaption ein Teil der Kursteilnehmerinnen und -teilnehmer überfordert, ein anderer Teil hingegen unterfordert ist, ist bei den adaptiven Veranstaltungen mit einer höheren Passgenauigkeit zu rechnen. Um dies zu beurteilen, kamen im Fragebogen vier Items zur Anwendung, die dem Heidelberger Inventar zur Lehrveranstaltungsevaluation (HILVE II) entnommen worden sind. Diese getesteten Items sind, nach der Überprüfung der Faktorladungen mittels Hauptkomponentenanalyse, auf die Komponente *Anforderungen Präsenzkurs* reduziert worden.

Bevor darauf aufbauend die Ergebnisse zur Passgenauigkeit der Anforderungen prä-sentiert werden, soll im Folgenden der Reduktion der Items Rechnung getragen werden.

Auf Basis der $n=94$ erhaltenen Datensätze wurde zuerst eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt, um noch einmal zu verifizieren, dass die Items, wie zuvor durch die Arbeiten in HILVE II belegt, auf einen gemeinsamen Faktor laden und reduziert werden können. Für diese Analyse konnten nicht alle Datensätze berücksichtigt werden, da von den Studierenden nicht immer alle Items beantwortet wurden bzw. einige Nutzer an bestimmten Teilen des Bildungscoaching Mathematik nicht partizipiert hatten. So ergab sich für diesen Test eine reduzierte Stichprobengröße von $n=78$.

In Tabelle 30 sind die Items aufgelistet, die überprüft wurden und sich nach HILVE II auf vier Faktoren reduzieren lassen sollten.

Tabelle 30: Übersicht der Faktorladungen für ausgewählte Items der formativen Evaluation im Wintersemester 2012/2013

Item	Faktorladungen			
	1	2	3	4
Mathematik-Vorkurs, Schwere des Stoffes (4.1.1a)		.79	-.31	-.10
Mathematik-Vorkurs, Umfang des Stoffes (4.1.1b)		.73	-.19	-.10
Mathematik-Vorkurs, Tempo des Kurses (4.1.1c)		.87		
Mathematik-Vorkurs, Anforderungen des Kurses (4.1.1d)	.22	.82	-.15	
E-Learning-Plattform, Schwere des Stoffes (4.1.2a)			.84	-.27
E-Learning-Plattform, Umfang des Stoffes (4.1.2b)			.71	.45
E-Learning-Plattform, Anforderungen des Kurses (4.1.2c)			.87	
Mathematik-Vorkurs, viel gelernt (5.1a)	.84	.20	.17	
Mathematik-Vorkurs, Wissensstand höher (5.1b)	.81	.13		
Mathematik-Vorkurs, sinnvoll und wichtig (5.1c)	.79	.13		
Mathematik-Vorkurs, konnte 1. Semester besser folgen (5.1d)	.88	-.22		
Gesamtbeurteilung, Besuch Vorkurs hat sich gelohnt (6a)	.81			.18
Gesamtbeurteilung, Nutzung E-Learning hat sich gelohnt (6b)				.91
Gesamtbeurteilung, Vorkurs, E-Learning hat sich gelohnt (6c)	.13		-.11	.86
Gesamtbeurteilung, Vorkurs, E-Learning weiter empfehlen (6e)	.55			.41

Faktorladungen mit einem Absolutwert < .1 werden nicht dargestellt. Faktor 1 = Lernerfolg

($\alpha = .89$); Faktor 2 = Anforderungen Präsenzkurs ($\alpha = .83$);

Faktor 3 = Anforderungen E-Learning ($\alpha = .74$); Faktor 4 = Gesamtbeurteilung

($\alpha = .68$) (6e alleine hat ein ($\alpha = .80$))

Die Auswertung erfolgte mithilfe von SPSS Version 21. Es wurden die Voraussetzungen geprüft. Während nach Kaiser-Meyer-Olkin mit einem Wert von $KMO=0,665$ die Stichprobe nur mäßig gut geeignet ist, ergibt der Bartlett-Test auf Sphärizität einen Wert von 341 ($df=105$, Signifikanz nach Barlett=0,000), der signifikant ist. Es ist also von einer Korrelation zwischen den Variablen auszugehen.

Die Faktorenanalyse wurde mit allen in Tabelle 30 aufgeführten Items unter der festen Vorgabe von vier zu extrahierenden Faktoren umgesetzt. Hierbei wurde als Rotationsmethode Varimax gewählt und Faktorladungen unter 0,1 unterdrückt.

Werden die ersten vier Items zum Mathematik-Vorkurs betrachtet, so ist zu erkennen, dass sie alle auf den Faktor 2 laden und es nur vernachlässigbare Querladungen von anderen Items gibt ($n=78$).

Diese vier Items, die im Folgenden auf den Faktor *Anforderungen Präsenzkurs* reduziert werden sollen, sind in Tabelle 31 noch einmal einzeln mit den erhobenen Mittelwerten und Standardabweichungen dargestellt.

Tabelle 31: Anforderungen an die Studierenden im Mathematik-Vorkurs, Wintersemester 2012/2013

Aussage	M	SD	n
Schwere des Stoffes als solches	3.91	0.96	78
Skala von 1 (viel zu leicht) bis 7 (viel zu schwer)			
Umfang des Stoffes	4.17	1,02	78
Skala von 1 (viel zu wenig) bis 7 (viel zu viel)			
Tempo des Kurses	3.95	1.16	78
Skala von 1 (viel zu langsam) bis 7 (viel zu schnell)			
Anforderungen des Kurses	3.81	0.95	78
Skala von 1 (viel zu niedrig) bis 7 (viel zu hoch)			
Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu)			

Die erklärte Gesamtvarianz bei einer Reduktion auf vier Faktoren liegt bei 71,47 %.

In Bezug auf den Faktor 2 *Anforderungen Präsenzkurs* wurde, aufgrund der nahezu gleichartigen Ladungen der vier genutzten Items auf diesen Faktor, die Reduktion auf einen Faktor durch die gleichgewichtete Mittelwertbildung der einzelnen Items vorgenommen. Die interne Konsistenz ist mit Cronbachs $\alpha = ,83$ gut.

Bei den anderen drei Faktoren wurde ebenso vorgegangen.

Basierend auf diesem Faktor (*Anforderungen Präsenzkurs*) soll nachfolgend die Passgenauigkeit der Präsenzveranstaltung analysiert werden. Hierzu wurden verschiedene deskriptive Statistiken ermittelt, die nach Studienvoraussetzungen, Eingangstestergebnissen bzw. der sich hieraus ergebenden Dauer des Vorkurses, den Studiengängen und dem Geschlecht differenziert wurden.

Wie aus Tabelle 32 zu entnehmen, weicht die Passgenauigkeit der Anforderungen des Präsenzkurses nur wenig vom optimalen Wert 4 ab, der besagt, dass die Anforderungen an die Studierenden in Bezug auf die zugrundeliegenden Items weder zu hoch noch zu gering waren. Dies kann als Erfolg der kompetenzabhängigen Adaption gewertet werden.

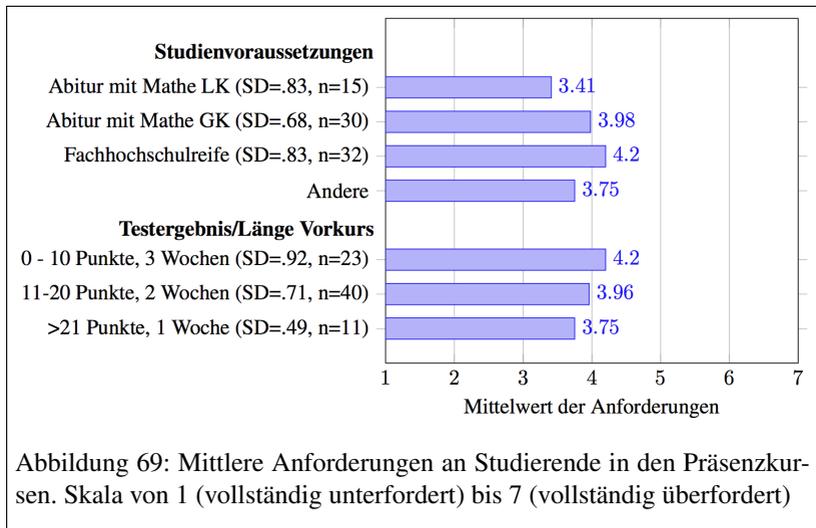
Tabelle 32: Passgenauigkeit der Anforderungen des Präsenzkurses auf die Studierenden im Wintersemester 2012/2013

Charakteristikum	M	SD	n
Alle	3.96	.81	78
Nach Studienvoraussetzungen			
Abitur mit Mathe-LK	3.41	.83	15
Abitur mit Mathe-GK	3.98	.68	30
Fachhochschulreife	4.20	.83	32
Andere	3.75		1
Nach Eingangstestergebnis/Länge des Vorkurses			
Sehr geringe Fähigkeiten, 3 Wochen Präsenzkurs	4.20	.92	23
Geringe Fähigkeiten, 2 Wochen Präsenzkurs	3.96	.71	40
Bessere Fähigkeiten, 1 Woche Präsenzkurs	3.75	.49	11
Nach Studiengang			
Angewandte Informatik	4.00	.76	6
Elektrotechnik	4.02	.75	14
Energieinformatik	3.61	.49	9
Internationale Wirtschaft	4.25		1
Mechatronik	4.28	.78	8
Mensch-Technik-Interaktion	4.23	.83	12
Wirtschaftsinformatik	3.89	.61	19
Wirtschaftsingenieurwesen – Energiesysteme	3.75		1
Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau	3.63	1.53	8
Nach Geschlecht			
Frauen	4.11	.92	14
Männer	3.94	.81	59

Der Faktor *Anforderungen* wurde (nach einer Überprüfung durch eine Hauptkomponentenanalyse) aus 4 Itemwerten reduziert. Für jedes Item wurde eine 7-stufige Skala genutzt. $M > 4$ stellt eine Überforderung, $M < 4$ eine Unterforderung dar.

Interessant ist, dass, obwohl es die Differenzierung in drei unterschiedliche Kurslängen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten gibt, die Personen, die nur eine Woche Präsenzkurs hatten immer noch leicht unterfordert waren ($M=3,75$; $SD=0,49$), während die Studienanfängerinnen und -anfänger im drei-wöchigen Kurs immer noch leicht überfordert waren ($M=4,20$; $SD=0,92$). Dies deckt sich mit den Studienvoraussetzungen. Die an den Vorkursen Beteiligten mit Mathematik-Leistungskurs (die in der Regel nur den einwöchigen Kurs belegt hatten), waren leicht unterfordert ($M=3,41$; $SD=0,83$), während Studierende mit Fachhochschulreife eine leichte Überforderung angaben ($M=4,20$; $SD=0,83$). Auch zwischen den Studiengängen gab es Unterschiede, wohingegen das Geschlecht keinen relevanten Einfluss ergab.

Zur Veranschaulichung sind diese Unterschiede in Abbildung 69 grafisch dargestellt.



Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die kompetenzabhängige Adaption des Präsenzkurses das wesentliche Ziel der hohen Pass-

genauigkeit der Anforderungen erreicht wurde.

Es ist nun die Frage zu klären, ob die leistungsabhängige Adaption des E-Learning-Kurses ebenfalls zu einer hohen Passgenauigkeit der Anforderungen geführt hat. Hierzu wurden drei Items (Schwere des Stoffes als solche von viel zu leicht bis viel zu schwer; Umfang des Stoffes von viel zu wenig bis viel zu viel; Anforderungen des Kurses von viel zu niedrig bis viel zu hoch) auf den Faktor *Anforderungen E-Learning-Kurs* nach dem zuvor beschriebenen Verfahren reduziert. Mittels deskriptiver Statistik, differenziert nach Studienvoraussetzungen, Eingangstestergebnis bzw. Länge des Vorkurses und Geschlecht wurde diese Passgenauigkeit untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 zusammengefasst.

Tabelle 33: Passgenauigkeit der Anforderungen des E-Learning-Kurses auf die Studierenden im Wintersemester 2012/2013

Charakteristikum	M	SD	n
Alle	4,00	.11	52
Nach Studienvoraussetzungen			
Abitur mit Mathe-LK	4.00	.00	7
Abitur mit Mathe-GK	3.96	.10	20
Fachhochschulreife	4.08	.22	24
Andere	3.00		1
Nach Eingangstestergebnis/Länge des Vorkurses			
Bessere Fähigkeiten, 1 Woche Präsenzkurs	3.96	.27	18
Geringe Fähigkeiten, 2 Wochen Präsenzkurs	4.08	.14	21
Sehr geringe Fähigkeiten, 3 Wochen Präsenzkurs	4.00	0	8
Nach Geschlecht			
Frauen	4.45	.19	11
Männer	3.91	.13	38

Der Faktor Anforderungen wurde (nach einer Überprüfung durch eine Hauptkomponentenanalyse) aus drei Itemwerten reduziert. Für jedes Item wurde eine 7-stufige Skala genutzt. $M > 4$ stellt eine Überforderung, $M < 4$ eine Unterforderung dar.

Die Passgenauigkeit der Anforderungen liegt hier i.Allg. sehr nah an dem Ideal von 4. Die größten Unterschiede sind bei der Beurteilung durch Männer und Frauen zu verzeichnen. Während Männer die Passgenauigkeit mit einem Durchschnitt von $M=3,91$ ($SD=,13$) angaben, bewerten Frauen diese mit $M=4,45$ ($SD=,19$), empfanden also die Anforderungen als etwas zu hoch. Trotz dieser geschlechtsspezifischen Abweichung kann der Schluss gezogen werden, dass angesichts der vorliegenden Evaluationsergebnisse auch die Adaption des E-Learning-Kurses gut gelungen ist.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Forschungsfragen F1.1 – F1.5

für das „Bildungscoaching durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung“ alle positiv beantwortet wurden.

Die Nutzung des Bildungscoachings Mathematik lohnt sich für die Studierenden (F1.1) und unterstützt deren persönlichen Lernerfolg (F1.2). Durch das Kompetenzmonitoring und die individuelle Adaption der E-Learning- und Präsenzlehre wird eine hohe Passgenauigkeit der Anforderungen der Lehr-/Lernangebote für Studierende erreicht (F1.3). Die kompetenzabhängige Anpassung der Kurslänge wirkt sich positiv auf den persönlichen Lernerfolg der Studierenden aus (F1.4). Die kompetenzabhängige Anpassung der Gruppengröße hat ebenfalls positive Effekte auf deren persönlichen Lernerfolg (F1.5).

Die formative Evaluation bestätigt, dass ein Gesamtsystem geschaffen wurde, das gute Voraussetzungen schafft, allen Teilnehmenden einen großen Lernzuwachs zu ermöglichen.

8.4 Summative Evaluation

Auch wenn die qualitativen Untersuchungen bestätigen, dass gute Voraussetzungen geschaffen wurden und die persönlichen Einschätzungen auf einen guten Lernerfolg hindeuten, soll im Folgenden durch eine summative Evaluation untersucht werden, ob diese qualitativen Einschätzungen zu den erwarteten positiven Effekten im Lernzuwachs geführt haben. Hierzu wurde der Mathematik-Eingangstest um einen Mathematik-Ausgangstest erweitert. Anhand eines t-Tests für abhängige Stichproben werden der Leistungszuwachs und die Effektstärke untersucht.

8.4.1 Design und Erhebungsinstrument

Wie in Kapitel 8.1 detaillierter ausgeführt, handelt es sich bei beiden Tests um Paper-and-Pencil-Tests. Bewerbernummern und E-Mail-Adressen auf den Deckblättern der Tests erlaubten die Zuordnung der Studierenden zu den entsprechenden Eingangs- und Ausgangstests, so dass ein t-Test für abhängige Stichproben durchgeführt werden konnte.

8.4.2 Durchführung

Um den Erfolg des Mathematikcoachings zu messen, wurde am letzten Tag der Präsenzveranstaltungen auf freiwilliger Basis ein zweiter Mathematiktest geschrieben, der dieselben Aufgabentypen mit gleichem Schwierigkeitsgrad enthält. Da für die meisten Studierenden der erste Test weit zurücklag (>5 Wochen) und dieser nicht nachträglich eingesehen werden konnte, sollten Wiederholungseffekte (im Sinne einer verfälschenden Erinnerungsleistung) eine untergeordnete Rolle spielen.

8.4.3 Stichprobe

Wie in Kapitel 8 erörtert, konnten von den $n=153$ Ausgangstests $n=132$ eindeutig einem Eingangstest zugeordnet werden. Tabelle 34 verdeutlicht die Verteilung der Stichprobe auf unterschiedliche Vorbildungen.

Tabelle 34: Verteilung der Stichprobe nach Vorbildung

Vorbildung	Anzahl	%
Alle	132	100
Abitur mit LK-Mathe	41	31
Abitur mit GK-Mathe	37	28
Fachhochschulreife	50	38
Andere	4	3

Diese Verteilung weist Ähnlichkeiten zur Ausgangsverteilung der Gesamtstichprobe auf (Tab. 19). Der Anteil der Studierenden mit Abitur ist nahezu identisch mit dem der Studierenden mit Mathematik-Leistungskurs, wohingegen Studierende mit Abitur und Mathematik-Grundkurs etwas häufiger (+6 Prozentpunkte) und Studierende mit Fachhochschulreife etwas seltener (-8 Prozentpunkte) vertreten sind.

8.4.4 Auswertungsverfahren

Als Maß für die Leistungen der einzelnen Studierenden dienten die erreichten Punktzahlen in den beiden Tests. Hierbei gab es pro richtiger Teilaufgabe einen Punkt, jede falsch beantwortete Aufgabe ergab null Punkte. Der Vergleich der durchschnittlichen Leistungen erfolgte mithilfe des „t-Test(s) bei gepaarten Stichproben“ mittels SPSS in der Version 21. Die Effektstärke d wurde nach Cohen (1988) ermittelt.

8.4.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Ergebnisse der Mathematiktests vor und nach dem Mathematik-coaching im Wintersemester 2012/2013

Vorbildung	Punktzahl Eingangstest		Punktzahl Abschlusstest		df	t	p	d
	M	SD	M	SD				
Alle	13.70	8.82	28.48	7.31	131	24.93	<.01	1.83
Abitur, LK-Mathe	18.27	7.65	31.90	8.71	40	13.28	<.01	1.66
Abitur, GK-Mathe	12.84	6.42	28.51	8.07	36	12.16	<.01	2.22
Fachhochschulreife	10.94	5.97	26.20	8.69	49	16.99	<.01	2.05
Andere	9.25	4.99	21.75	7.81	3	5.95	.01	1.91

Mit $n=132$

Die Tabelle gibt Auskunft darüber, dass die Fähigkeiten der Studierenden wesentlich angestiegen sind. Hierbei handelt es sich um einen starken Effekt, wie die Werte von Cohans d belegen, die weit oberhalb von $d=0,8$ liegen. Mit $\beta < 0,001$ für die Teil-Stichproben der Vorbildungen Abitur mit Leistungskurs Mathematik, Abitur mit Grundkurs Mathematik und Fachhochschulreife fällt der β - Fehler sehr gering aus.

Während im Eingangstest eine mittlere Punktzahl von $M=13,70$ ($SD=8,82$) erreicht wurde, haben die Studierenden im Ausgangstest ihre mittlere Punktzahl mehr als verdoppelt ($M=28,48$; $SD=7,31$). Wird nach Vorbildung differenziert, so erreichen die Studienanfängerinnen und Studienanfänger mit Abitur und Mathematik-Leistungskurs im Abschlusstest die höchste Punktzahl ($M=31,90$; $SD=8,71$). Allerdings ist der relative Punktezuwachs bei den Studierenden mit Abitur und Mathematik-Grundkurs bzw. Fachhochschulreife oder anderen Vorbildungen wesentlich höher, so dass von einer Homogenisierung der Leistungen gesprochen werden kann. Während bspw. die Studierenden mit Mathematik-Leistungskurs im Eingangstest fast 67 %

mehr Punkte erreichten als solche Studierende mit Fachhochschulreife, war im Ausgangstest ein Plus von lediglich 22 % zu verzeichnen. Mithin konnte erreicht werden, die Fähigkeiten der Studierenden wesentlich zu verbessern und gleichzeitig deren Fähigkeiten aneinander anzugleichen. Kritisch ist hierbei der Einfluss der Selbstselektion zu betrachten. Der festgestellte Effekt ist eindeutig, aber es kann nicht ausgeschlossen werden, dass genau die Studierenden durch diese Maßnahmen erreicht wurden, die auch in anderer Form aktiv geworden wären, um ihre Fähigkeiten zu verbessern. Dies müsste in Folgeuntersuchungen weiter evaluiert werden.

Mit den bisherigen Untersuchungen konnten auch die Forschungsfragen F1.6 und F1.7 positiv beantwortet werden: Das Bildungskoaching Mathematik führt zu einer wesentlichen Verbesserung der Mathematikfähigkeiten aller Studienanfängerinnen und Studienanfänger (F1.6) und bewirkt bei Studienanfängerinnen und Studienanfänger mit geringen Mathematik-Eingangsfähigkeiten eine deutliche Leistungsverbesserung (F1.7), so dass die Varianz der Leistungen verringert wird (leistungshomogenere Studienanfängerinnen und -anfänger). Somit konnte ein System erarbeitet werden, das der Forschungsfrage (F1) genügt und demonstriert, wie ein Mathematik-Vorkurs-system realisiert werden kann, das mit einem großen individuellen Lernzuwachs der Studierenden einhergeht und deren Leistungsunterschiede homogenisiert. Auch wenn es sicherlich genügend Verbesserungsmöglichkeiten gibt, wird hierdurch eine Best-Practice-Lösung präsentiert, die als Ausgangsbasis zur Implementation eigener Systeme an anderen Hochschulen einen wertvollen Beitrag leisten kann.

8.5 Einfluss der Nutzung des E-Learning-Kurses auf den Lernerfolg

Die im letzten Kapitel aufgeführten Ergebnisse belegen eine große Zunahme der Leistungen der Studierenden mit einer hohen Effektstärke. Dies veranlasst

zur Annahme, dass auch der Teileinfluss der Nutzung des E-Learning-Kurses auf den Lernerfolg nachweisbar sein könnte. Da der Lernzuwachs sowohl durch den Präsenzanteil als auch durch die Nutzung des Online-Kurses erzielt wird, war davon auszugehen, dass nur eine geringe Korrelation zwischen der E-Learning-Nutzung und der Leistungszunahme von Studierenden gefunden werden kann.

Leider wurde aus Datenschutzgründen die Teilnahme der Studierenden am Präsenzkurs nicht erfasst, so dass nicht ermittelt werden konnte, welche Personen nur an einem der Kurse (online/offline) teilgenommen haben, um hierdurch eine genauere Aussage über den Teileffekt des Onlinekurses zu ermitteln.

8.5.1 Design und Erhebungsinstrument

Um den Einfluss der E-Learning-Nutzung auf den Lernerfolg der Studienanfängerinnen und -anfänger zu ermitteln, wurden deren Aktivitäten im E-Learning-Kurs durch die Analyse der Logfiles untersucht, zu denen gleichzeitig Informationen zum Lernzuwachs, also zu den Ergebnissen im Mathematik-Eingangs- und -Ausgangstest, vorlagen.

8.5.2 Durchführung und Stichprobe

Da die Bewerbernummer als eindeutiges (anonymisiertes) Merkmal auch Bestandteil der Moodle-Benutzerkennung war, konnten die Studierenden ermittelt werden, die sowohl am Eingangs- und Ausgangstest teilgenommen hatten als auch in der E-Learning-Plattform aktiv waren. Dies waren $n=103$ Studierende. Diese Stichprobe wurde anschließend genauer untersucht und bereinigt. So waren bei drei Studierenden keine relevanten Aktivitäten zu verzeichnen, sondern lediglich „resource views“, d.h. sie hatten einzelne Teile des Online-Kurses eingesehen, ohne sich hier jedoch länger aufzuhalten

oder Aktivitäten zu beginnen. Ein Studierender hatte sehr viele Aktivitäten im Logfile, alle Selbsttests aufgerufen, allerdings keine einzige Frage beantwortet. Diese Datensätze wurden nicht berücksichtigt, so dass sich eine verwendete Stichprobe von $n=99$ Studierenden ergab.

8.5.3 Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Um herauszufinden, ob der Lernerfolg der Studierenden mit der Aktivität im Onlinekurs zusammenhängt, wurde die Anzahl der relevanten Aktionen in Moodle mit der erreichten Punktzahl im Ausgangstest, summiert um den Punktezuwachs zwischen Eingangs- und Ausgangstest, korreliert. Als relevant wurden Aktionen angesehen, die als Lernaktivitäten interpretiert werden konnten (z.B. Nutzung der einzelnen Lernmodule, Durchführung der zahlreichen Selbsttests etc.). Die Summe aus Ausgangstestpunktzahl und Punktezuwachs wurde genutzt, um das Ergebnis lernstarker Studierender, die am oberen Ende der Maximalpunktzahl lagen (Sättigung), zu berücksichtigen. Auf dieser Basis konnte eine signifikante bivariate Korrelation nach Pearson von $r(99)=,185$ auf einem Signifikanzniveau von $p<,05$ gefunden werden. Diese Korrelation ist als schwach einzustufen. Für eine weitere Differenzierung sind Folgeuntersuchungen notwendig. Hierzu müssten insbesondere die Aktivitäten im Online- und Offlinekurs eindeutig dem Lernzuwachs (Ein-/Ausgangstest) zuordbar erfasst werden. Dies hat zur Voraussetzung, dass es für Erhebungen innerhalb der Präsenzveranstaltungen mit der Hochschule weitere Absprachen zur datenschutzrechtlichen Basis geben muss.

8.6 Einfluss des Bildungscoachings auf die Mathematik-klausuren des ersten Semesters

Ein eindeutiger Beleg der Wirksamkeit der Maßnahmen könnte erbracht werden, wenn ein positiver Einfluss des Bildungscoachings Mathematik auf die Ergebnisse der ersten Mathematik Klausur nachgewiesen wird (Forschungs-

frage F1.8). Problematisch ist, dass für diese Untersuchung keine Vergleichsgruppe herangezogen werden konnte und die Auswirkungen kausal auch durch andere Faktoren bestimmt sein könnten. So könnte die Selbstselektion, die die aktive Teilnahme an den Kursen und den Ausgangstests bewirkt hat, mit einer aktiven Beteiligung an der Mathematikveranstaltung des ersten Semesters korrelieren, so dass nicht die Maßnahmen selbst, sondern die Persönlichkeitsmerkmale der Studierenden zu einer besseren Leistung im Vergleich zu der Gesamtgruppe geführt haben könnten. Daher ließen sich zu diesem Zeitpunkt nur Hinweise finden, die durch weitere und genauere Untersuchungen überprüft werden müssen.

8.6.1 Design und Erhebungsinstrument

Es wurden alle Ergebnisse der Mathematik-I-Klausuren berücksichtigt, die im Wintersemester 2012/2013 an der Hochschule Ruhr West geschrieben wurden. Aus dieser Stichprobe wurden die Ergebnisse der Studierenden selektiert, die am Bildungscoaching Mathematik teilgenommen haben, um zu untersuchen, ob diese im Mittel besser abgeschnitten haben als ihre Kommilitoninnen und Kommilitonen. Aufgrund der Durchführung der Veranstaltungen als Serviceleistung des naturwissenschaftlich-mathematischen Fachbereichs wurden die Mathematikurse von den gleichen Lehrenden mit einem gemeinsamen Konzept für alle Studiengänge angeboten und geprüft.

8.6.2 Durchführung und Stichprobe

Die Mathematik-I-Klausuren der verschiedenen Studiengänge wurden am Ende des Wintersemesters 2012/2013 geschrieben. In vielen Studiengängen wurden hierfür zwei Prüfungszeiträume angeboten, so dass einige Studierende, nachdem sie die Klausur beim ersten Mal nicht bestanden hatten, diese zu einem späteren Zeitpunkt nachholen konnten. Eine Übersicht über die verbindlichen Anmeldungen zu diesen Klausuren liefert Tabelle 36.

Tabelle 36: Anmeldungen zu den Mathematikklausuren im Wintersemester 2012/2013

Studiengang	Modul	Termin	Anmeldungen
Maschinenbau	Ingenieurmathematik I	1. Termin	23
		2. Termin	33
ET und MTR	Ingenieurmathematik I	1. Termin	50
BWL-IHL und EWM	Mathematik	1. Termin	45
WING-Maschinenbau	Ingenieurmathematik I	1. Termin	13
		2. Termin	38
Bauingenieurwesen	Ingenieurmathematik I	1. Termin	24
		2. Termin	40
WING-Energiesysteme	Ingenieurmathematik I	1. Termin	6
		2. Termin	29
AI, EI, MTI, WI	Mathematik I	1. Termin	12
		2. Termin	90

Insgesamt gab es $n=403$ Anmeldungen; teilweise wurden beide Termine mitgeschrieben; ET = Elektrotechnik; MTR = Mechatronik; BWL = Betriebswirtschaftslehre; IHL = Internationales Handelsmanagement & Logistik; EWM = Energie- und Wassermanagement; WING = Wirtschaftsingenieurwesen; AI = Angewandte Informatik; EI = Energieinformatik; MTI = Mensch-Technik-Interaktion; WI = Wirtschaftsinformatik

An den Klausuren haben $n=25$ Studierende aufgrund von Krankmeldungen nicht teilgenommen. Unentschuldig waren $n=23$ Studierende, die somit die Note 5.0 erhalten haben. Diese Noten wurden bei der Ermittlung der Durchschnittsnoten nicht berücksichtigt. Von den verbliebenen Studierenden wurden nur die Ergebnisse berücksichtigt, die in der ersten Klausur eines Studierenden, also nicht in einer Wiederholungsklausur, erzielt wurden. Es ergab sich eine verwendbare Stichprobe von $n=328$ Klausurergebnissen.

Um zu evaluieren, ob Studierende, die am Bildungscoaching Mathematik teilgenommen haben, bessere Ergebnisse erzielt haben, wurden die Studierenden ermittelt, die sowohl am Mathematik-Eingangs- als auch am Mathematik-Ausgangstest teilgenommen haben. Leider erhielt der Autor dieser Untersu-

chung erst zu einem sehr späten Zeitpunkt aufgrund neuer Überlegungen zu datenschutzrechtlichen Möglichkeiten die Genehmigung, die Klausurergebnisse einzusehen. Dieser Zeitpunkt war jedoch so spät, dass die Datensätze, die die anonymen Bewerbernummern den Matrikelnummern zuordneten, aus datenschutzrechtlichen Gründen bereits gelöscht worden waren. Daher konnten Zuordnungen nur mit personalisierten Daten und der Ähnlichkeit von E-Mail-Adressen und Namen herausgefunden werden. Von $n=131$ Datensätzen ließen sich nur $n=65$ Datensätze den Mathematik-I-Klausuren der Studierenden zuordnen, die sowohl den Mathematik-Eingangstest als auch den -Ausgangstest geschrieben haben, also nachweisbar aktiv im Bildungscoaching Mathematik waren.

8.6.3 Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Zur Auswertung des Einflusses der Coachingmaßnahmen sollten die Ergebnisse der Studierenden, die am Coaching partizipiert haben, mit denen verglichen werden, die sich nicht daran beteiligt haben. Da aus erwähnten Gründen keine Namenslisten geführt werden durften, war dies nur indirekt und unvollständig möglich. Werden die Ergebnisse der Studierenden der gesamten verwendbaren Stichprobe betrachtet, so haben $n=200$ von $n=328$ Studierenden die Mathematik-I-Klausur nicht bestanden (Note 5.0). Dies waren 61 %. Hierbei erzielten die Studierenden ($n=328$) eine Durchschnittsnote von $M=4,23$ ($SD=1,10$). Von den $n=65$ Studierenden, die nachweisbar am Bildungscoaching Mathematik teilgenommen haben, haben $n=36$ Teilnehmende, also 55 % die Klausur nicht bestanden. Hierbei erzielten die an den Vorkursen Beteiligten ($n=65$) eine Durchschnittsnote von $M=4,01$ ($SD=1,27$). Wird diese Gruppe aus der Gesamtgruppe herausgenommen, so haben von den $n=263$ Studierenden, die nicht am Coaching teilgenommen haben, $n=164$ Studierende die Klausur nicht bestanden. Dies entspricht einer Quote von 62 %. Es besteht daher ein Unterschied von 7 % der Quoten dieser beiden Gruppen,

der hochgerechnet auf alle $n=328$ Studierenden einem Zuwachs von $n=23$ zusätzlich bestandenen Prüfungen durch das Mathematikcoaching entspräche.

Diese Ergebnisse sind ermutigend. Sie können als erster Hinweis auf den Erfolg des Gesamtsystems interpretiert werden. Um zu einer tragfähigen Aussage zu gelangen, sind weitere detaillierte Untersuchungen notwendig. Vor allem muss es gelingen, trotz der Anforderungen an den Datenschutz, im Sinne der Qualitätsverbesserung der Lehre personenbezogen die Nutzung der Maßnahmen und deren Auswirkungen zu evaluieren.

9 Zusammenfassung der Ergebnisse, Diskussion und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein Bildungscoachingsystem zu entwickeln, zu betreiben und zu evaluieren, das es durch die passgenaue individuelle Abstimmung der Unterstützungsmaßnahmen auf die Mathematikkompetenzen der einzelnen Studienanfängerinnen und Studienanfänger vermag, deren Mathematikfähigkeiten vor Beginn der ersten Vorlesungen zu verbessern und zu homogenisieren, um hiermit Leistungsproblemen vorzubeugen und die Studienabbruchquoten zu senken. Diese Zielsetzung ist relevant, da in den betrachteten MINT-Studiengängen bei zunehmender Heterogenität der Studienanfängerinnen und -anfänger die Studienabbruchquote einen Höchststand erreicht hat, als entscheidendes Abbruchmotiv die Leistungsüberforderung genannt wird und der Abbruch in einer sehr frühen Studienphase (1. – 2. Semester) erfolgt (siehe Kap. 1.1.3). Unter der Annahme, dass die passgenaue Adaption von mathematischen Coachingmaßnahmen auf die individuellen Eingangskompetenzen der Studienanfängerinnen und Studienanfänger einen hohen Lernerfolg erzielt, wurde ein Gesamtsystem konzipiert und an der Hochschule Ruhr West implementiert. Für alle Personen, die im Wintersemester 2011/2012 und 2012/2013 ihr Studium aufgenommen haben, bildete das entwickelte Bildungscoachingsystem, unter Berücksichtigung organisatorischer, rechtlicher und ökonomischer Aspekte, als integrativer Bestandteil der Studieneingangsphase der Hochschule die Basis für deren Vorqualifizierung. Eingebettet in einen Qualitätsverbesserungsprozess gliederte sich die zeitliche Vorgehensweise in eine Konzeptions- und eine Realisierungsphase, eine erste Praxisphase mit anschließender Evaluation und Verbesserung des Systems und einer zweiten Praxisphase mit einer anschließenden Evaluation, um eine abschließende Bewertung des adaptiven Grundansatzes und der Wirksamkeit des Gesamtsystems zu ermitteln. In der Konzeptions- und Realisierungsphase wurde, basierend auf dem Stand der Forschung und Ent-

wicklung in einem menschenzentrierten Entwicklungsprozess, ein integriertes Blended-Learning-System geschaffen, in dem sowohl die Online- als auch die Präsenzphase auf Basis der erfassten Mathematikkompetenzen adaptiert wurden. Diese Anpassung umfasste die individuelle Kurslänge, die Gruppengröße und die inhaltliche Ausrichtung der Präsenzphase sowie das individuelle Feedback zum Kompetenzstand, die individuellen Lernempfehlungen und ein passgenaues Angebot der Lerninhalte des E-Learning-Kurses.

Im Wintersemester 2011/2012 kam an der Hochschule Ruhr West die erste Version des Bildungscoachingsystems zum Einsatz. Eine erste Evaluation lieferte Belege für die Annahme, dass ein auf das jeweilige Leistungsniveau der Studierenden abgestimmter Maßnahmenkatalog, der Präsenzkurse mit einem gut durchdachten Onlinecoaching verknüpft, einen deutlichen Lernerfolg der Studierenden bewirkt. Gleichzeitig wurden Schwächen im Gesamtsystem ermittelt, die Ausgangspunkt für Verbesserungsmaßnahmen innerhalb einer Revisions- und Erweiterungsphase waren. Insbesondere war die Nutzung des Onlinekurses ernüchternd. Weder die Gesamtaktivitäten der Studierenden noch die Verteilung der Aktivitäten in Bezug auf die gemessenen Eingangskompetenzen entsprachen den Erwartungen. So waren Studierende mit schwach ausgeprägten Mathematikkompetenzen im Onlinekurs weniger aktiv, Studierende mit besseren Mathematikkenntnissen dagegen haben den Onlinekurs aktiver genutzt. Durch eine Revision und Erweiterung (siehe Kap. 7) wurde deshalb insbesondere der Onlinekurs, ausgehend von Grundüberlegungen zum Motivationsdesign, erheblich optimiert.

Der Revisionsphase schloss sich im Wintersemester 2012/2013 die zweite Praxisphase an. In hochschulweiten Eingangstests konnten $n=613$ Studierende berücksichtigt werden, die einen Zugang zur adaptiven E-Learning-Umgebung erhielten und ihren Kompetenzen entsprechend Präsenzkursen von 21 Lehrenden mit einer individuell angepassten Kurslänge von einer bis drei Wochen zugeordnet wurden. Mit der anschließenden qualitativen und quantitativen Evaluation konnten die aufgestellten Forschungsfragen beantwortet

werden.

Die formative Evaluation ergab, dass sich das Bildungscoaching Mathematik für die Studierenden gelohnt (F1.1) und es ihren persönlichen Lernerfolg unterstützt hat (F1.2). Die individuelle Adaption führte nach ihrer Einschätzung zu einer hohen Passgenauigkeit der E-Learning- und Präsenzangebote (F1.3) und die kompetenzabhängige Anpassung der Kurslänge (F1.4) und Gruppengröße (F1.5) wirkte sich positiv auf ihren eingeschätzten persönlichen Lernerfolg aus.

Durch die summative Evaluation nach der zweiten Praxisphase konnte ein großer Lernzuwachs der Studierenden durch den Einsatz des Systems belegt werden. In einem t-Test abhängiger Stichproben wurde ein starker Effekt ($d=1,83$) nachgewiesen. Die erreichte mittlere Punktzahl im Mathematik-Ausgangstest hat sich im Vergleich zum Mathematik-Eingangstest mehr als verdoppelt (Eingangstest: $M=13,70$; $SD=8,82$; $n=132$, Ausgangstest: $M=28,48$; $SD=7,31$; $n=132$) und die Leistungsunterschiede zwischen den Studierenden haben sich angeglichen (siehe Kap. 8.4).

Somit wurde bestätigt, dass das „Bildungscoaching durch Kompetenzmonitoring und adaptive E-Learning-Unterstützung am Beispiel der Mathematikgrundqualifikation an Hochschulen“ zu einem hohen individuellen Lernzuwachs (F1.6) und zu einer Homogenisierung der Mathematikkompetenzen der Studienanfängerinnen und Studienanfänger geführt (F1.7) hat. Es wurde gezeigt, wie zu diesem Zweck ein komplexes und robustes Gesamtsystem, das den Anforderungen im Realeinsatz genügen muss, unter Berücksichtigung vieler interdisziplinärer Aspekte, aufgebaut werden kann. Hiermit leistet die aktuelle Arbeit einen wertvollen Erkenntnisgewinn für die praktische Umsetzung von Qualifizierungsmaßnahmen und integrierten Blended-Learning-Systemen in der Studieneingangsphase. Insbesondere kann das entwickelte und im Rahmen dieser Dissertation vorgestellte System als Best-Practice-Konzept auf andere Hochschulen übertragen werden. Zusätzlich wurde der Einfluss des Bildungscoachings Mathematik auf die Ergebnisse der Mathe-

matik-I-Klausuren untersucht und es wurden Hinweise auf eine Erhöhung der Bestehensquote der Studierenden, die am Bildungscoaching teilgenommen haben, gefunden (F1.8). Dieser Zusammenhang sollte durch weitere Untersuchungen genauer erforscht werden. Die Durchführung und Evaluation des Bildungscoachings Mathematik weist mehrere methodische Einschränkungen auf. Da das System vorerst nur an einer Fachhochschule in Nordrhein-Westfalen eingeführt und evaluiert wurde, muss vor einer Übertragung als Best-Practice-Konzept geprüft werden, ob die Rahmenbedingungen vergleichbar sind, also insbesondere die Mathematikkompetenzen von Studienanfängerinnen und Studienanfängern in anderen Regionen und an anderen Hochschulen/Universitäten ebenso heterogen verteilt sind, wie dies an der Hochschule Ruhr West der Fall war. Für die Evaluation des Systems konnte, aus ethischen und rechtlichen Gründen, keine Kontrollgruppe ohne Einsatz der Bildungscoachingmaßnahmen gebildet werden. Der Einfluss anderer Faktoren auf die Zunahme der Mathematik-Kompetenzen bzw. ein Vergleich mit Studienanfängerinnen und -anfängern, die sich ohne Qualifizierungsangebote oder mit nichtadaptierten Angeboten einer Hochschule auf den Studienbeginn vorbereitet haben, konnte nicht untersucht werden.

Die Teilnahme an den Maßnahmen und der Evaluation war freiwillig, daher hat sich die Gruppe der fortgebildeten Studierenden und die Gruppe der an den Befragungen Beteiligten durch Selbstselektion ergeben. Der Einfluss der Selbstselektion auf die Ergebnisse der Evaluation, insbesondere auf die Aussage zur Wirksamkeit der Maßnahmen, konnte innerhalb dieser Arbeit nicht untersucht werden. Eine präzisere Aussage zum individuellen Kompetenzzuwachs ließe sich ermitteln, wenn es aus datenschutzrechtlichen Bestimmungen heraus möglich wäre, die Fortschritte der Studierenden genauer und kontinuierlicher zu erfassen. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, ein Anreizsystem zu etablieren, damit sich mehr Studierende an den freiwilligen Coachingmaßnahmen beteiligen. Hierzu könnte über Bonus- bzw. Teilpunkte für die erste Mathematikveranstaltung nachgedacht werden.

Insgesamt bestand und besteht die Herausforderung für die Hochschulen darin, die leistungsschwächeren Studierenden zu erreichen, die über wenig ausgeprägte Selbstlernkompetenzen verfügen. Insbesondere in der Onlineumgebung sind Anstrengungen unternommen worden, um diese Personen zu motivieren und sie durch kurzfristige Erfolgsmeldungen und Führung innerhalb des Systems zu Lernerfolgen und zur Entwicklung metakognitiver Kompetenzen zu befähigen. Das negative Selbstkonzept und die mangelnde Selbstwirksamkeitserwartung dieser Studierenden erschweren während des gesamten Studiums ein zielorientiertes und erfolgreiches Handeln. Möglicherweise könnte durch ein integratives Konzept, das, wie im Rahmen dieser Arbeit geschehen, in der Studieneingangsphase beginnt, sowie durch zusätzliche persönliche Mentoring- und Unterstützungsangebote die Abbruchquote entscheidend gesenkt werden. Hierzu wäre insbesondere ein konstruktiver Umgang mit dem Datenschutz wichtig, um so eine individuelle Unterstützung der Studierenden zu ermöglichen und hierauf basierend die Maßnahmen, die zu einer geringeren Abbruchquote führen, zu steuern.

Stichwortverzeichnis

A		mathematische Lernmaterialien . 138
Adaptives E-Learning	59–62	mathematischer Formelsatz 144
ADDIE	73	mathematischer Eingangstest 130, 174
C		MathML 145
Coaching-Ablauf	168	Medienpsychologische Realisierung 125
Cognitive Load Theory	68	Moodle 121
Content-Filter Plugin	157	Motivation 80–89
D		multimediales Lernen 76
Datenbankmodellierung	148	Multipl. Speichermodell des Gehirns 66
Dual Coding Theory	68, 101	
E		
Entity Relationship Modell	148	O Optical Mark Recognition 133
F		
Formative Evaluation	183	R Rubikonmodell 97
Forschungsfragen	36	
L		
Learning Management Systeme . 119		S Selbstkonzept 93 selbstregulierten Lernen 95 Selbsttestaufgaben 206 Selbstwirksamkeit 90 Summative Evaluation 250
Log-Dateien	182	
M		
Mathematikkompetenz		T TeX 144
aus Sicht der KMK	55	
nach DoSeCo	51	
nach PISA	48	
nach TIMSS	53	

U

Usability.....125

Utility..... 125

V

Videocasts..... 197

Literatur

- Achtziger, A. & Gollwitzer, P. (2008). Motivation and volition in the course of action. In J. Heckhausen (Hrsg.), (S. 272–295). Cambridge: Univ. Press.
- Adobe Systems Incorporated. (2013). *Adobe Premiere*. Zugriff am 05.11.2013 auf <http://www.adobe.com/products/premiere.html>
- AIM inc. (o.J.). *Codabar - AIM Specification*. Zugriff auf https://www.aimglobal.org/store/view_product.asp?id=1586895
- Apache Software Foundation. (2013a). *Apache HTTP Server Project*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://httpd.apache.org>
- Apache Software Foundation. (2013b). *Subversion*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://subversion.apache.org>
- Apple Corporation. (2013a). *GarageBand*. Zugriff am 05.11.2013 auf <http://www.apple.com/mac/garageband>
- Apple Corporation. (2013b). *OS X*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://www.apple.com/osx>
- Apple Corporation. (2013c). *Safari*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://www.apple.com/safari>
- Atkinson, J. W. (1957). Motivational determinants of risk-taking behavior. In *Psychological Review* (Bd. 64, S. 359–372).
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (Bd. 2, S. 89–195). Academic Press, New York.

- Australian Consortium for Social and Political Research Incorporated. (2013). *queXF An Open Source, web based paper form verification and data entry system*. Zugriff am 05.04.2014 auf <http://quexf.sourceforge.net>
- Bandura, A. (1977). Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. In *Psychological Review* (Bd. 84, S. 191–215).
- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. In I. Lawrence Erlbaum Associates (Hrsg.), *Educational Psychologist* (Bd. 28, S. 117–148).
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachandran (Hrsg.), *Encyclopedia of human behavior* (S. 71–81). Academic Press.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., ... Weiß, M. (2000). Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen als fächerübergreifende Kompetenz. *OECD PISA*.
- Baumgartner, P. & Kalz, M. (2004). *Content Management Systeme für den Bildungsbereich* (P. Baumgartner, H. Hafele & K. Maier-Hafele, Hrsg.). Bozen Studienverlag.
- Bayer, H. (2000). *Coaching Kompetenz: Persönlichkeit und Führungspsychologie*. Reinhardt, München.
- Benamar, A., Belkhatir, N. & Bendimerad, F. (2013). Adaptive and Context-Aware Scenarios for Pervasive Technology-Enhanced Learning Systems. *International Arab Journal of e-TECHNOLOGY*, 3, 58–67.
- Berthold, C., Brandenburg, U. & Guttner, A. (2012). *Diversity Report-Vergleich zwischen Studierenden an Fachhochschulen und an Universitäten*. Dr. Christian Berthold Hannah Leichsenring. Zugriff auf http://www.che-consult.de/downloads/CHE_Diversity_Report_C1.pdf
- Billingsley, A. & Sangwin, C. (2013). *Dragmath*. Zugriff am 19.08.2013 auf <http://sourceforge.net/projects/dragmath>

- Birkelbach, K. (2005). Über das Messen von Kompetenzen. Eine theoretische Überlegung im Anschluss an ein BMBF-Projekt. Zugriff am 05.04.2014 auf http://www.klaus-birkelbach.de/Veroeffentlichungen/Kompetenzmessung_Birkelbach.pdf
- Bong, M. & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15 (1), 1–40.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Brusilovsky, P. & Anderson, J. (1998). *ACT-R Electronic Bookshelf: An Adaptive System to Support Learning ACT-R on the Web*. Proceedings of The 3rd World Conference of the WWW, Internet, and Intranet, Web-Net'98.
- Böhning, U. (2002). Coaching: Der Siegeszug eines Personalentwicklungsinstrumentes. Eine 10-Jahres-Bilanz. In C. Rauen (Hrsg.), *Handbuch Coaching* (S. 21–43). Hogrefe, Göttingen.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. In I. Lawrence Erlbaum Associates (Hrsg.), *Cognition and Instruction* (Bd. 8, S. 293–332).
- Chomsky, N. (1992). Explanatory Models in Linguistics. *Logic, Methodology and Philosophy of Science*.
- Clark, J. M. & Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychology Review*, 3 (3), 149–210.
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2011). *E-LEARNING and the Science of Instruction; Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (3. Aufl.). Pfeifer, John Wiley & Sons.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). L. Erlbaum Associates.

- Deimann, M. & Keller, J. M. (2006). Volitional Aspects of Multimedia Learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15 (2).
- Deming, W. E. (1994). *The New Economics: For Industry, Government, Education* (2. Aufl.). Cambridge, Mass: MIT, Center for Advanced Educational Services.
- DeSeCo. (2005). *PISA UND DIE DEFINITION VON SCHLÜSSELKOMPETENZEN*. OECD. Zugriff am 04.04.2014 auf <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>
- Dickhäuser, O. (2010). Das (akademische) Selbstkonzept. In M. Brüll (Hrsg.), *Akademisches Selbstkonzept und Bezugsgruppenwechsel* (S. 18 ff.). Hogrefe Verlag.
- Doodle AG. (2013). *Doodle*. Zugriff am 01.09.2013 auf <http://doodle.com>
- Döring, N. & Ingerl, A. (2008). Medienkonzeption. In B. Batinic & M. Appel (Hrsg.), *Medienpsychologie* (S. 404–424). Springer.
- Eclipse Foundation. (2013). *Eclipse*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://eclipse.org>
- Ellis, R. K. (2012). *Technology Trends November 2012*. Zugriff am 05.04.2014 auf <http://www.astd.org/Publications/Newsletters/Learning-Circuits/Learning-Circuits-Archives/2012/11/Technology-Trends-November-2012>
- Erpenbeck, J. & von Rosenstiel, L. (2007). *Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis* (Bd. 2.). Schäffer-Poeschle.
- Festinger, L. (1942). A theoretical interpretation of shifts in level of aspiration. In *Psychological Review* (Bd. 49, S. 235–250).

- Garden, R. A., Lie, S., Robitaille, D. F., Angell, C., Martin, M. O., Mullis, I. V., ... Arora, A. (2006). *TIMSS Advanced 2008 Assessment Frameworks*. TIMSS PIRLS International Study Center Lynch School of Education and Boston College.
- Geschäftsstelle CampusSource bei der FernUniversität in Hagen. (2013). *CampusSource*. Zugriff am 09.11.2013 auf <http://www.campussource.de>
- Google. (2011). *Google Chart Tools*. Zugriff am 03.08.2011 auf <http://code.google.com/apis/chart>
- Harrer, A. & Martens, A. (2004). Adaptivität in eLearning-Standards - ein vernachlässigtes Thema? *GI Edition, Lecture Notes in Informatics*, 163–165.
- Hartmann, M. (2004). *Coaching als Grundform pädagogischer Beratung*. Dissertation, Universität München.
- Hasebrook, L. (1995). *Multimedia-Psychologie*. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg; Belin; Oxford.
- Heckhausen, H. & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought Contents and Cognitive Functioning in Motivational versus Volitional States of Mind. *Motivation and Emotion*, 11, 101–120.
- Hetze, P. (2011). *Nachhaltige Hochschulstrategien für mehr MINT-Absolventen* (M. S. Cornelia Herting Simone Hofer, Hrsg.). Edition Stifterverband – Verwaltungsgesellschaft für Wissenschaftspflege mbH.
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen – Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08*. HIS, Hochschul-Informationssystem.

- Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R. & Sommer, D. (2012). *Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen - Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010*. HIS, Hochschul-Informationen-System. Zugriff auf http://www.his-hf.de/pdf/pub_fh/fh-201002.pdf
- Hinrichs, U. (1999). *Handbuch der Südosteuropa-Linguistik*. Harrassowitz Verlag.
- Ho, D. (2013). *Notepad++*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://notepad-plus-plus.org>
- Holcomb, P. J., Kounios, J., Anderson, J. E. & West, W. C. (1999). Dual-Coding, Context-Availability, and Concreteness Effects in Sentence Comprehension: An Electrophysiological Investigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory Cognition*, 25, 721–742.
- IBM Corporation. (2013). *SPSS*. Zugriff am 25.10.2013 auf <http://www.ibm.com/software/analytics/spss>
- ILIAS open source e-Learning e.V. (2013). *ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System)*. Zugriff am 09.11.2013 auf <http://ilias.de>
- In der Smitten, S. & Heublein, U. (2013a). Qualitätsmanagement zur Vorbeugung von Studienabbrüchen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 2, 98–109.
- In der Smitten, S. & Heublein, U. (2013b). *Referenzmodell zur Qualitätssicherung an Fachbereichen und Fakultäten des Maschinenbaus und der Elektrotechnik*. HIS-Institut für Hochschulforschung.
- Inan, F. A., Flores, R. & Grant, M. M. (2010). Perspectives on the Design and Evaluation of Adaptive Web Based Learning Environments. *CONTEMPORARY EDUCATIONAL TECHNOLOGY*, 1(2), 148–159.
- JSON-Group. (2011). *JavaScript Object Notation*. Zugriff am 03.08.2011 auf <http://www.json.org>

- Kara, N. & Sevim, N. (2013). Adaptive Learning Systems: Beyond Teaching Machines. *CONTEMPORARY EDUCATIONAL TECHNOLOGY*, 4(2), 108–120.
- Keller, J. (2008). An Integrative Theory of Motivation, Volition, and Performance. *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 6, 79–104.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Springer US.
- Knospe, H. (2009). *Mathematik an der Schnittstelle zwischen Schule und Hochschule - Probleme und Perspektiven*. Zugriff am 06.01.2011 auf http://www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/mathe/knospe/slides_schule_hochschule_soest_knospe.pdf
- Knospe, H. (2011). *Der Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen von 2002 bis 2010*. Zugriff am 10.02.2014 auf http://www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/mathe/knospe/9jeingangstest_knospe.pdf
- Kosse, T. (2013). *Filezilla*. Zugriff am 04.11.2013 auf <https://filezilla-project.org/>
- Kuhl, J. (1983). *Motivation, Konflikt und Handlungskontrolle: mit 16 Tabellen*. Springer-Verlag.
- Kuhl, J. (1987). *Motivation und Handlungskontrolle: Ohne guten Willen geht es nicht* (H. Heckhausen, P. M. Gollwitzer & F. E. Weinert, Hrsg.). Springer.
- Kultusministerkonferenz. (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife*. Autor. Zugriff am 05.04.2014 auf http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf
- MathJax Consortium. (2013). *MathJax - Beautiful math in all browsers*. Zugriff am 19.08.2013 auf <http://www.mathjax.org>

- McCleskey, J. (2009). *Five E-Learning Design Strategies That Keep Learners Coming Back for More*. Zugriff am 08.11.2013 auf <http://www.learningsolutionsmag.com/articles/155/five-e-learning-design-strategies-that-keep-learners-coming-back-for-more>
- Metacoön open source network. (2013). *Metacoön*. Zugriff am 09.11.2013 auf <http://www.metacoön.net>
- Microsoft Corporation. (2013). *Windows 7*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://windows.microsoft.com/de-de/windows7/products/home>
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2010). *Doppelter Abiturjahrgang 2012/13*. Zugriff am 03.01.2011 auf <http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulsystem/Schulformen/Gymnasium/Doppeljahrgang1/index.html>
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2012). *Gebrauch von grafikfähigen Taschenrechnern im Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe und des Beruflichen Gymnasiums*. Ministerium für Schule und Weiterbildung. Zugriff am 01.09.2013 auf <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/abitur-gost/getfile.php?file=3347>
- Moodle Development Team. (2013a). *Dragmath equation editor*. Zugriff am 19.08.2013 auf http://docs.moodle.org/25/en/DragMath_equation_editor
- Moodle Development Team. (2013b). *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment, Open Source LMS*. Zugriff am 06.11.2013 auf <http://www.moodle.org>

- Moodle Development Team. (2013c). *Moodle filter plugins*. Zugriff am 21.08.2013 auf <https://moodle.org/plugins/browse.php?list=category&id=7>
- Mozilla Foundation. (2013). *Firebug*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://getfirebug.com>
- Mödritscher, F., Manuel, V., Barrios, G. & Gütl, C. (2004). Enhancement of SCORM to support adaptive E-Learning within the Scope of the Research Project AdeLE. *World Conference on E-Learning (E-Learn 2004)*, 2499–2502.
- Neumann, M. (2009). *Aktuelle Problemfelder der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs: Öffnung von Wegen zur Hochschulreife, Umbau des Kursystems und die Vergleichbarkeit von Abiturleistungen*. Dissertation, Freie Universität Berlin.
- Njenga, J. K. & Fourie, L. C. H. (2010). The myths about e-learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 41.
- OECD. (2000). *SCHÜLERLEISTUNGEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH - Eine neue Rahmenkonzeption für die Erfassung von Wissen und Fähigkeiten*. Deutsches PISA-Konsortium. Zugriff am 01.09.2013 auf <http://www.mpib-berlin.mpg.de/Pisa/Rahmenkonzeptiondt.pdf>
- OECD. (2013). *Pisa*. Zugriff am 26.05.2013 auf <http://www.oecd.org/pisa>
- Oettingen, G. & Gollwitzer, P. M. (2002). Theorien der modernen Zielpsychologie. In D. Frey (Hrsg.), *Theorien der Sozialpsychologie* (Bd. 3, S. 51–74). Huber.
- Oracle Corporation. (2013). *MySQL*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://dev.mysql.com>
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations; A Dual Coding Approach*. Oxford University Press, New York.

- Paivio, A. (1991). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Pawusch, D. (2013). *Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW*. Zugriff am 25.08.2013 auf <http://www.ifv-nrw.de>
- PHP. (2013). *PHP: Hypertext Preprocessor*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://www.php.net>
- Pressey, S. L. (1926). A simple apparatus which gives tests and scores and teaches. *School and Society*, 23, 373–376.
- Preußler, A. (2008). *Wir evaluieren uns zu Tode - Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung von Online-Lernen. Eine Meta-Evaluation*. Dissertation, FernUniversität in Hagen.
- Rabbit, S. (2008). *Skinner's Teaching Machine*. Zugriff am 01.08.2013 auf http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skinner_teaching_machine_08.jpg
- Rasch, T. & Schnotz, W. (2009). Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency. *Learning and Instruction*, 19, 411–422.
- Rauen, C. (2005). *Handbuch Coaching* (Nr. 3). Hogrefe, Göttingen.
- Riedel, M., Schäfer, M., Spreizer, L. & Stehling, T. (2012). *Studienbuch E-Learning – Eine praxisorientierte Einführung*. Wissenschaftliche Genossenschaft Südwestfalen eG.
- Rindermann. (2009). *Lehrevaluation: Einführung und Überblick zu Forschung und Praxis der Lehrveranstaltungsevaluation an Hochschulen mit einem Beitrag zur Evaluation computerbasierter Unterrichts*. Verlag Empirische Pädagogik.
- Schulmeister. (2007). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie - Didaktik - Design* (4. Aufl.). Oldenbourg.
- Schulmeister, R. (2005). *Lernplattformen für das virtuelle Lernen* (Bd. 2). Oldenbourg.

- Schäfer, M. (2013). Knowledge Controlled Mathematical Coaching Strategies and Results of a Personalized Blended Learning Approach. In *Computer Supported Educational Conference*.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines - From the experimental study of learning com devices which arrange optimal conditions for self-instruction. *Science*, 131, 969–977.
- Sliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education. In *Effective Teacher Education for Diversity: Strategies and Challenges* (1. Aufl., S. 205–217). OECD Publishing.
- Slowak, A. P. (2012). *Innovation und Standardsetzungskompetenz auf global integrierten Märkten*. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Software in the Public Interest, Inc. (2013). *Debian*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://www.debian.org>
- Statistisches Bundesamt. (2012). *Bildung und Kultur - Schnellmeldungsergebnisse der Hochschulstatistik zu Studierenden und Studienanfänger/-innen - vorläufige Ergebnisse*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Zugriff am 04.04.2013 auf https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Hochschulen/SchnellmeldungWSvorlaeufig5213103138004.pdf?__blob=publicationFile
- TechSmith Corporation. (2013). *Camtasia*. Zugriff am 05.11.2013 auf <http://www.techsmith.com/camtasia.html>
- TeX Users Group. (2013). *TeX Users Group*. Zugriff am 19.08.2013 auf <https://tug.org/>
- The PostgreSQL Global Development Group. (2013a). *pgAdmin*. Zugriff am 05.11.2013 auf <http://www.pgadmin.org/>
- The PostgreSQL Global Development Group. (2013b). *PostgreSQL: The world's most advanced open source database*. Zugriff am 21.08.2013 auf <http://www.postgresql.org/>

- The PostgreSQL Global Development Group. (2013c). *psql – PostgreSQL interactive terminal*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://www.postgresql.org/docs/9.1/static/app-psql.html>
- Thorndike, E. L. (1911). *Animal Intelligence - experimental studies*. The Macmillan company, New York.
- TIMSS. (2013). *TIMSS Advanced 2015 - Trends in International Mathematics and Science Study*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement and Boston College.
- TIMSS Advanced*. (2013). Zugriff am 01.08.2013 auf <http://timss.bc.edu>
- Universität Zürich. (2013). *OLAT - Online Learning And Training*. Zugriff am 09.11.2013 auf <http://www.olat.org/>
- van Nieuwerburgh, C. (2012). *Coaching in Education - Getting Better Results for Students, Educators, and Parents*. Karnac Books Ltd., London.
- VMware Inc. (2013). *VMware Workstation*. Zugriff am 04.11.2013 auf <http://www.vmware.com>
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the Behaviorist Views it. *Psychological Review*, 20, 158–177.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–32). Beltz.
- White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review* (66), 297–333.
- Wolter, A. (2005). *Bildungsbeteiligung - Die unterschiedlichen Facetten*. Zugriff am 07.11.2013 auf http://www.studentenwerke.de/pdf/WS100205_Prof_Dr_Wolter_HIS.pdf
- World Wide Web Consortium. (2010). *Mathematical Markup Language (MathML), Version 3.0*. Zugriff am 19.08.2013 auf <http://www.w3.org/TR/MathML3>

Zimmerman, B., Bonner, S. & Kovach, R. (1996). *Developing self-regulated learners: Beyond achievement to self-efficacy*. American Psychological Association.

Zimmerman, B. J. (1998). Academic Studying and the Development of Personal Skill: A Self-Regulatory Perspective. *Educational Psychologist*, 33, 73–86.

10 Anhang

A Mathematik Test

A.1 Deckblatt Wintersemester 2011/2012



TEST MATHEMATIK

Grundlegende Mathematik-Kenntnisse sind wichtig für einen erfolgreichen Studienabschluss. Deshalb bietet die HRW zur Vorbereitung auf Ihr Studium Vorkurse in Mathematik an.

Mit diesem Test soll ermittelt werden, in welchen Bereichen der Mathematik Sie als Studienanfänger/in Vorkenntnisse mitbringen bzw. ob Lücken im Hinblick auf die Anforderungen im Bereich der Mathematik bestehen.

In Abhängigkeit von Ihren Vorkenntnissen empfehlen wir Ihnen den Besuch von Vorkursen. Die Testergebnisse dienen als Grundlage für die Planung und Gestaltung der verschiedenen Mathematik-Veranstaltungen und ermöglichen den Lehrenden, besser auf die Voraussetzungen der Teilnehmer/innen einzugehen.

Die Ergebnisse des Tests werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich dem Zweck, Sie besser in der Studieneingangsphase zu betreuen. Für die Zuordnungen zu den Vorkursen, individuell auf Sie zugeschnittenes E-Learning Material und die Rückmeldung Ihres Ergebnisses, benötigen wir Ihre Bewerbernummer.

Die Teilnahme an dem Test sowie der Besuch von Vorkursen sind freiwillig. Ab Anfang September erhalten Sie unsere Empfehlung zum Besuch von Vorkursen per E-Mail. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei lediglich um Empfehlungen handelt. Es bleibt Ihre Entscheidung, ob Sie an den Vorkursen teilnehmen oder nicht.

Bitte beachten Sie in jedem Fall den folgenden Hinweis: Dieser Test dient ausschließlich der freiwilligen Selbstkontrolle. Die Testergebnisse fließen nicht in die Bewertung und Benotung Ihres eigentlichen Studiums ein. Es geht hier ausschließlich um eine realistische Einschätzung Ihres Vorwissens und eine individuell darauf abgestimmte Unterstützung unsererseits. Nutzen Sie deshalb in Ihrem eigenen Interesse **keinerlei Hilfsmittel** und halten Sie sich an die **Bearbeitungszeit von 30 Minuten**. Ansonsten erhalten Sie keine aussagekräftigen Ergebnisse im Hinblick auf Ihre Eingangsvoraussetzungen.

Ihre **Bewerbernummer** (Bitte kreuzen Sie in der ersten Spalte die erste Ziffer Ihrer Bewerbernummer an, in der zweiten Spalte die zweite Ziffer Ihrer Bewerbernummer, usw.):

0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A.2 Eingangstest Wintersemester 2012/2013



TEST MATHEMATIK

Grundlegende Mathematik-Kenntnisse sind wichtig für einen erfolgreichen Studienabschluss. Deshalb bietet die HRW zur Vorbereitung auf Ihr Studium Vorkurse in Mathematik an.

Mit diesem Test soll ermittelt werden, in welchen Bereichen der Mathematik Sie als Studienanfänger/in Vorkenntnisse mitbringen bzw. ob Lücken im Hinblick auf die Anforderungen im Bereich der Mathematik bestehen.

In Abhängigkeit von Ihren Vorkenntnissen empfehlen wir Ihnen den Besuch von Vorkursen. Die Testergebnisse dienen als Grundlage für die Planung und Gestaltung der verschiedenen Mathematik-Veranstaltungen und ermöglichen den Lehrenden, besser auf die Voraussetzungen der Teilnehmer/innen einzugehen.

Die Ergebnisse des Tests werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich dem Zweck, Sie besser in der Studieneingangsphase zu betreuen. Für die Zuordnungen zu den Vorkursen, individuell auf Sie zugeschnittenes E-Learning Material und die Rückmeldung Ihres Ergebnisses, benötigen wir Ihre Bewerbernummer.

Die Teilnahme an dem Test sowie der Besuch von Vorkursen sind freiwillig. Ab Anfang September erhalten Sie unsere Empfehlung zum Besuch von Vorkursen per E-Mail. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei lediglich um Empfehlungen handelt. Es bleibt Ihre Entscheidung, ob Sie an den Vorkursen teilnehmen oder nicht.

Bitte beachten Sie in jedem Fall den folgenden Hinweis: Dieser Test dient ausschließlich der freiwilligen Selbstkontrolle. Die Testergebnisse fließen nicht in die Bewertung und Benotung Ihres eigentlichen Studiums ein. Es geht hier ausschließlich um eine realistische Einschätzung Ihres Vorwissens und eine individuell darauf abgestimmte Unterstützung unsererseits. Nutzen Sie deshalb in Ihrem eigenen Interesse **keinerlei Hilfsmittel** und halten Sie sich an die **Bearbeitungszeit von 30 Minuten**. Ansonsten erhalten Sie keine aussagekräftigen Ergebnisse im Hinblick auf Ihre Eingangsvoraussetzungen.

Ihre **Bewerbernummer:**

Ihre **E-Mail-Adresse** (Ihre Auswertung, den Zugang zu E-Learning-Material und die Zurordnung zu Vorkursen erhalten Sie hierüber): **Bitte in Druckbuchstaben**

In welchen **Studiengang** haben Sie sich eingeschrieben?
(Bitte ankreuzen)

- Angewandte Informatik
- Bauingenieurwesen
- Betriebswirtschaftslehre - Industrielles Dienstleistungsmanagement
- Betriebswirtschaftslehre - Internationales Handelsmanagement & Logistik
- Elektrotechnik
- Energie- und Wassermanagement
- Energieinformatik
- Internationale Wirtschaft - Emerging Markets
- Maschinenbau
- Mechatronik
- Mensch-Technik-Interaktion
- Wirtschaftsinformatik
- Wirtschaftsingenieurwesen – Energiesysteme
- Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau

Welche **Studienvoraussetzungen** bringen Sie mit ?
(Bitte ankreuzen)

- Abitur mit Leistungskurs Mathematik
- Abitur mit Grundkurs Mathematik
- Fachhochschulreife
- andere



5002

TEST MATHEMATIK



I. Elementare Algebra

Vereinfachen Sie, falls möglich, folgende Ausdrücke:

a) $\frac{2}{3} + \frac{3}{4} =$ $\frac{3}{2} - \frac{4}{3} =$

$\frac{9}{5} \cdot \frac{2}{3} =$

b) $a^4 \cdot a^5 =$

$\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$

$\sqrt[3]{b} \cdot \sqrt{b} =$

c) $\log(a \cdot b) =$

$\log(a^b) =$

d) Lösen Sie nach y auf.

$2x + 3y = 4$

$2x - 2y > 2$

$2(2 + y) = -18$





e) Wenn $y = a^x$, dann folgt $x =$

f) Berechnen Sie

$a^0 =$ $0^a =$, mit $a \neq 0$

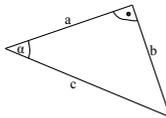
$\ln 1 =$ $\ln 0 =$ $\lg 1 =$, mit \lg dem Zehnerlogarithmus

$\lg 100 =$

II. Berechnungen im rechtwinkligen Dreieck

a) In einem rechtwinkligen Dreieck sind $a = 3 \text{ cm}$ und $b = 4 \text{ cm}$ gegeben.

Wie groß ist c ?



b) Welchen Satz benutzen Sie bei der Lösung der Aufgabe a) ?

c) Definieren Sie die folgenden Winkelfunktionen am Dreieck aus Aufgabe II a)

$\sin \alpha =$

$\cos \alpha =$

$\tan \alpha =$

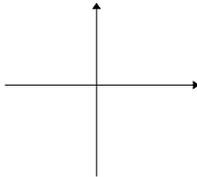
$\cot \alpha =$



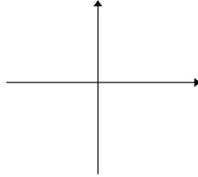
III. Funktionen

a) Skizzieren Sie die folgenden Funktionen:

$$y = \sin x$$



$$y = \cos x$$



b)

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha =$$

c) Ergänzen Sie die rechte Seite

$$\sin(-x) = \quad (x)$$

$$\cos(-x) = \quad (x)$$

d) Bestimmen Sie die Nullstellen der folgenden Funktion.

$$f(x) = 3x^2 + 6x - 9$$

e) Bestimmen Sie die Werte in der neuen Einheit

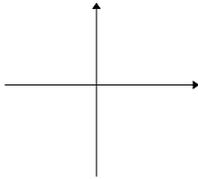
$$10 \text{ mm} = \quad m$$

$$1 \text{ cm}^3 = \quad \text{mm}^3$$

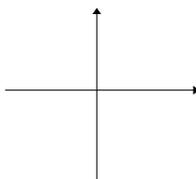


f) Skizzieren Sie die folgenden Funktionen:

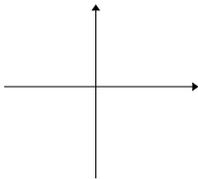
$$y=x$$



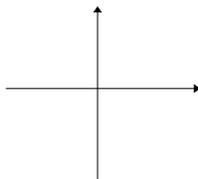
$$y=x^2$$



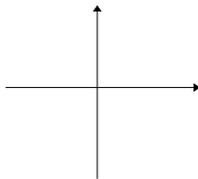
$$y=\frac{1}{x}$$



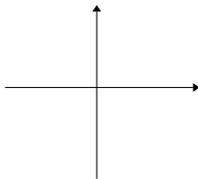
$$y=x^3$$



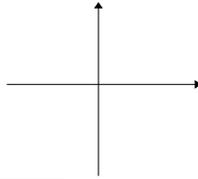
$$y=e^x$$



$$y=\ln(x)$$

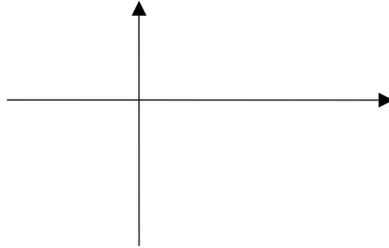


$$y=|x|$$





g) Bilden Sie die Umkehrfunktion zu $y=x^3$ und tragen Sie diese in das Koordinatensystem ein.



h) Wie findet man die Umkehrfunktion auf grafischem Weg ?

IV. Differentialrechnung

Bilden Sie die 1. Ableitung der folgenden Funktionen:

$$f(x)=x^n \quad f'(x)=$$

$$f(x)=3x^2+\frac{1}{3}x^3 \quad f'(x)=$$

$$f(x)=2e^x \quad f'(x)=$$

$$f(x)=x \cdot \sin(x) \quad f'(x)=$$

V. Integralrechnung

Berechnen Sie die unbestimmten Integrale:

$$\int 1 \, dx =$$

$$\int x^5 \, dx =$$

$$\int \cos(x) \, dx =$$

A.3 Ausgangstest Wintersemester 2012/2013



TEST MATHEMATIK

Grundlegende Mathematik-Kenntnisse sind wichtig für einen erfolgreichen Studienabschluss. Deshalb unterstützt Sie die HRW durch ein ausgeklügeltes Mathematik-Coaching-Konzept.

Mit diesem Test soll ermittelt werden, wie erfolgreich das Mathematik-Coaching an der HRW war.

Die Ergebnisse des Tests werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich dem Zweck, unser Angebot in der Studieneingangsphase zu verbessern und wissenschaftlich zu begleiten.

Bitte beachten Sie in jedem Fall den folgenden Hinweis: Die Testergebnisse fließen nicht in die Bewertung und Benotung Ihres eigentlichen Studiums ein. Es geht hier ausschließlich um eine realistische Einschätzung Ihres Vorwissens nach den Vorkursen der Mathematik.

Nutzen Sie deshalb in Ihrem eigenen Interesse **keinerlei Hilfsmittel** und halten Sie sich an die **Bearbeitungszeit von 30 Minuten**. Ansonsten erhalten Sie keine aussagekräftigen Ergebnisse im Hinblick auf Ihre Verbesserung im Fach Mathematik.

Die Ergebnisse werden Ihnen als E-Mail zugeschickt.

Ihre **Bewerbernummer:**

Ihre **E-Mail-Adresse - Bitte in Druckbuchstaben - :**

In welchen **Studiengang** haben Sie sich eingeschrieben?
(Bitte ankreuzen)

- Angewandte Informatik
- Bauingenieurwesen
- Betriebswirtschaftslehre - Industrielles Dienstleistungsmanagement
- Betriebswirtschaftslehre - Internationales Handelsmanagement & Logistik
- Elektrotechnik
- Energie- und Wassermanagement
- Energieinformatik
- Internationale Wirtschaft - Emerging Markets
- Maschinenbau
- Mechatronik
- Mensch-Technik-Interaktion
- Wirtschaftsinformatik
- Wirtschaftsingenieurwesen – Energiesysteme
- Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau

Welche **Studienvoraussetzungen** bringen Sie mit?
(Bitte ankreuzen)

- Abitur mit Leistungskurs Mathematik
- Abitur mit Grundkurs Mathematik
- Fachhochschulreife
- andere



TEST MATHEMATIK

I. Elementare Algebra

Vereinfachen Sie, falls möglich, folgende Ausdrücke:

a) $\frac{1}{3} + \frac{3}{2} =$ $\frac{3}{4} - \frac{4}{3} =$

$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{3} =$

b) $a^3 \cdot a^2 =$

$\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$

$\sqrt[3]{b} \cdot \sqrt{b} =$

c) $\log(a \cdot b) =$

$\log(a^b) =$

d) Lösen Sie nach y auf.

$3x + 2y = 4$

$2x - 2y > 2$

$2(2 + y) = -36$



e) Wenn $y = a^x$, dann folgt $x =$

f) Berechnen Sie

$0^a =$ $a^0 =$, mit $a \neq 0$

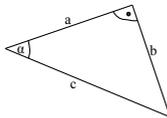
$\ln e =$ $\ln 0 =$ $\lg 1 =$, mit \lg dem Zehnerlogarithmus

$\lg 1000 =$

II. Berechnungen im rechtwinkligen Dreieck

a) In einem rechtwinkligen Dreieck sind $a = 4 \text{ cm}$ und $b = 5 \text{ cm}$ gegeben.

Wie groß ist c ?



b) Welchen Satz benutzen Sie bei der Lösung der Aufgabe a) ?

c) Definieren Sie die folgenden Winkelfunktionen am Dreieck aus Aufgabe II a)

$\sin \alpha =$

$\cos \alpha =$

$\tan \alpha =$

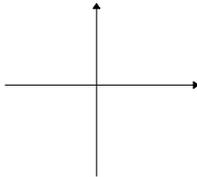
$\cot \alpha =$



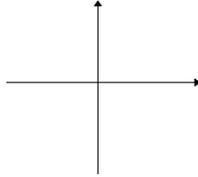
III. Funktionen

a) Skizzieren Sie die folgenden Funktionen:

$$y = \sin x$$



$$y = \cos x$$



b)

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha =$$

c) Ergänzen Sie die rechte Seite

$$\sin(-x) = \quad (x)$$

$$\cos(-x) = \quad (x)$$

d) Bestimmen Sie die Nullstellen der folgenden Funktion.

$$f(x) = 3x^2 + 6x - 9$$

e) Bestimmen Sie die Werte in der neuen Einheit

$$100 \text{ mm} = \quad m$$

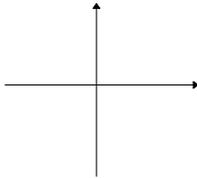
$$1 \text{ m}^3 = \quad \text{cm}^3$$



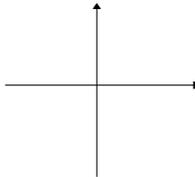


f) Skizzieren Sie die folgenden Funktionen:

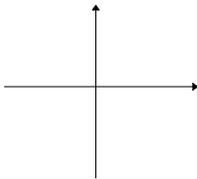
$$y=x$$



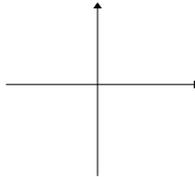
$$y=x^3$$



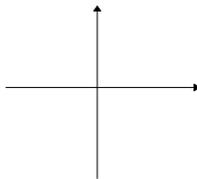
$$y=\frac{1}{x}$$



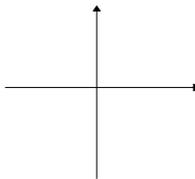
$$y=x^2$$



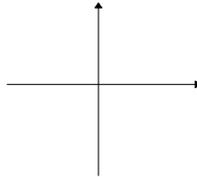
$$y=e^x$$



$$y=\sqrt{x}$$

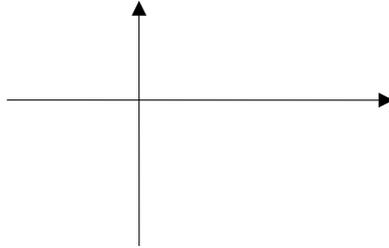


$$y=|x|$$





g) Bilden Sie die Umkehrfunktion zu $y=e^x$
und tragen Sie diese in das Koordinatensystem ein.



h) Wie findet man die Umkehrfunktion auf grafischem Weg ?

IV. Differentialrechnung

Bilden Sie die 1. Ableitung der folgenden Funktionen:

$$f(x)=e^x \quad f'(x)=$$

$$f(x)=3x^2+\frac{1}{3}x^3 \quad f'(x)=$$

$$f(x)=2\cos(x) \quad f'(x)=$$

$$f(x)=x \cdot \sin(x) \quad f'(x)=$$

V. Integralrechnung

Berechnen Sie die unbestimmten Integrale:

$$\int 1 dx =$$

$$\int x^3 dx =$$

$$\int \sin(x) dx =$$

B Fragebogen zur formativen Evaluation

B.1 Version Wintersemester 2011/2012

Evaluation der Vorkurse der Hochschule Ruhr West

Liebe Studierende,

die Hochschule Ruhr West möchte die Qualität ihrer Angebote und damit die Unterstützung Ihres Lernerfolgs stetig verbessern. Hierzu wurden am Anfang Ihres Studiums Vorkurse in Mathematik und Naturwissenschaften angeboten. Zusätzlich haben Sie einen Mathematik-Test geschrieben, damit wir diese Kurse passgenau gestalten können und Sie hatten Zugang zu einer Mathematik e-Learning-Plattform mit angepassten Lernmaterialien und Lernempfehlungen.

Damit wir unser Angebot für die nächsten Studienanfängerinnen und Studienanfänger weiter verbessern können, möchten wir Sie bitten, die folgenden Fragen zu beantworten.

Ihre Angaben werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich dem Zweck, unser Angebot in der Studieneingangsphase zu verbessern. Im Regelfall dauert die Bearbeitung nicht länger als 15 Minuten.

Falls Sie Interesse an den Ergebnissen dieser Studie haben, schicken Sie bitte eine Mail an: Michael.Schaefer@hs-ruhrwest.de

Vielen Dank für Ihre Teilnahme !
Ihr Prof. Michael Schäfer

1.6 Wenn Sie Ihre Fähigkeiten in der Mathematik selbst einschätzen, wie beurteilen Sie Ihre Fähigkeit im Vergleich zu den übrigen Studierenden?

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| a) sehr gut | <input type="checkbox"/> |
| b) gut | <input type="checkbox"/> |
| c) befriedigend | <input type="checkbox"/> |
| d) ausreichend | <input type="checkbox"/> |
| e) mangelhaft | <input type="checkbox"/> |

2. Aufbau und Organisation der Vorkurse

2.1 Der inhaltliche Aufbau der folgenden Veranstaltungen war logisch und nachvollziehbar.

- | | trifft
nicht zu | | | | | | | trifft
völlig zu |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Mathematik-Vorkurs | <input type="checkbox"/> |
| b) Mathematik e-Learning-Plattform | <input type="checkbox"/> |
| c) naturwissenschaftlicher Vorkurs | <input type="checkbox"/> |

2.2 Die folgenden Veranstaltungen waren gut organisiert.

- | | trifft
nicht zu | | | | | | | trifft
völlig zu |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Mathematik-Vorkurs | <input type="checkbox"/> |
| b) Mathematik e-Learning-Plattform | <input type="checkbox"/> |
| c) naturwissenschaftlicher Vorkurs | <input type="checkbox"/> |

3. Rahmenbedingungen

3.1 In den Mathematik-Vorkursen wurde in Kleingruppen unterrichtet. Wie schätzen Sie den Einfluss der kleinen Gruppengröße auf Ihren Lernerfolg ein ?

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| a) sehr positiv | <input type="checkbox"/> |
| b) positiv | <input type="checkbox"/> |
| c) mittelmäßig | <input type="checkbox"/> |
| d) negativ | <input type="checkbox"/> |
| e) sehr negativ | <input type="checkbox"/> |

3.2 Im naturwissenschaftlichen Vorkurs wurde in einer großen Gruppe unterrichtet. Wie schätzen Sie den Einfluss der großen Gruppengröße auf Ihren Lernerfolg ein ?

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| a) sehr positiv | <input type="checkbox"/> |
| b) positiv | <input type="checkbox"/> |
| c) mittelmäßig | <input type="checkbox"/> |
| d) negativ | <input type="checkbox"/> |
| e) sehr negativ | <input type="checkbox"/> |

3.3 Es stand nur eine begrenzte Anzahl von Räumen und TutorInnen zur Verfügung. Die Vorkurse wurden deshalb für Studierende mit geringeren Vorkenntnissen länger durchgeführt, als für Studierende mit guten Vorkenntnissen. Wie schätzen Sie den Einfluss dieser Einteilung ein ?

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| a) sehr positiv | <input type="checkbox"/> |
| b) positiv | <input type="checkbox"/> |
| c) mittelmäßig | <input type="checkbox"/> |
| d) negativ | <input type="checkbox"/> |
| e) sehr negativ | <input type="checkbox"/> |

4. Zuschnitt der Anforderungen auf die Studierenden

4.1 Bitte beurteilen Sie die Anforderungen in den einzelnen Vorkursen (sofern Sie teilgenommen haben).

I) Mathematik-Vorkurs

- | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| a) Schwere des Stoffes als solches | viel zu leicht | <input type="checkbox"/> | viel zu schwer |
| b) Umfang des Stoffes | viel zu wenig | <input type="checkbox"/> | viel zu viel |
| c) Tempo des Kurses | viel zu langsam | <input type="checkbox"/> | viel zu schnell |
| d) Anforderungen des Kurses | viel zu niedrig | <input type="checkbox"/> | viel zu hoch |

II) Mathematik e-Learning-Plattform

- | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| a) Schwere des Stoffes als solches | viel zu leicht | <input type="checkbox"/> | viel zu schwer |
| b) Umfang des Stoffes | viel zu wenig | <input type="checkbox"/> | viel zu viel |
| c) Anforderungen des Kurses | viel zu niedrig | <input type="checkbox"/> | viel zu hoch |

III) naturwissenschaftlicher Vorkurs

- | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| a) Schwere des Stoffes als solches | viel zu leicht | <input type="checkbox"/> | viel zu schwer |
| b) Umfang des Stoffes | viel zu wenig | <input type="checkbox"/> | viel zu viel |
| c) Tempo des Kurses | viel zu langsam | <input type="checkbox"/> | viel zu schnell |
| d) Anforderungen des Kurses | viel zu niedrig | <input type="checkbox"/> | viel zu hoch |

5. Lernerfolg in den Vorkursen

5.1 Bitte beurteilen Sie Ihren Lernerfolg in den Vorkursen (sofern Sie teilgenommen haben).

- | I) Mathematik-Vorkurs | trifft
nicht zu | trifft
völlig zu |
|--|--|---------------------|
| a) Ich habe in der Veranstaltung viel gelernt | <input type="checkbox"/> | |
| b) Mein Wissensstand ist nach der Veranstaltung wesentlich höher als vorher | <input type="checkbox"/> | |
| c) Ich habe etwas Sinnvolles und Wichtiges gelernt | <input type="checkbox"/> | |
| d) Ohne den Vorkurs hätte ich den Vorlesungen des 1.Semesters schlechter folgen können | <input type="checkbox"/> | |
-
- | II) naturwissenschaftlicher Vorkurs | trifft
nicht zu | trifft
völlig zu |
|--|--|---------------------|
| a) Ich habe in der Veranstaltung viel gelernt | <input type="checkbox"/> | |
| b) Mein Wissensstand ist nach der Veranstaltung wesentlich höher als vorher | <input type="checkbox"/> | |
| c) Ich habe etwas Sinnvolles und Wichtiges gelernt | <input type="checkbox"/> | |
| d) Ohne den Vorkurs hätte ich den Vorlesungen des 1.Semesters schlechter folgen können | <input type="checkbox"/> | |

6. Gesamtbeurteilung

- | | trifft
nicht zu | trifft
völlig zu |
|--|--|---------------------|
| a) Der Besuch des Mathematik-Vorkurses hat sich gelohnt | <input type="checkbox"/> | |
| b) Der Besuch des naturwissenschaftlichen Vorkurses hat sich gelohnt | <input type="checkbox"/> | |
| c) Die Nutzung der e-Learning-Plattform hat sich gelohnt | <input type="checkbox"/> | |
| d) Das Angebot eines Mathematik-Vorkurses zusammen mit der e-Learning-Plattform hat sich gelohnt | <input type="checkbox"/> | |
| e) Die Durchführung eines Mathematik-Einstufungstests war sinnvoll | <input type="checkbox"/> | |

7. Ihre Verbesserungsvorschläge

a) Was war besonders gut an den Vorkursen ?

b) Was war schlecht ?

c) Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie ?

B.2 Version Wintersemester 2012/2013

Evaluation der Vorkurse der Hochschule Ruhr West



Liebe Studierende,

die Hochschule Ruhr West möchte die Qualität ihrer Angebote und damit die Unterstützung Ihres Lernerfolgs stetig verbessern. Hierzu wurden am Anfang Ihres Studiums Vorkurse in Mathematik angeboten. Zusätzlich haben Sie einen Mathematik-Test geschrieben, damit wir diese Kurse passgenau gestalten können und Sie hatten Zugang zu einer Mathematik e-Learning-Plattform mit angepassten Lernmaterialien und Lernempfehlungen.

Damit wir unser Angebot weiter verbessern können, möchten wir Sie bitten, die folgenden Fragen zu beantworten.

Ihre Angaben werden vertraulich behandelt und dienen vorwiegend dem Zweck, unser Angebot in der Studieneingangsphase zu verbessern und wissenschaftlich zu begleiten. Im Regelfall dauert die Bearbeitung nicht länger als 15 Minuten.

Sie helfen uns sehr, wenn Sie den Fragebogen möglichst **vollständig ausfüllen**.

Falls Sie Interesse an den Ergebnissen dieser Studie haben, schicken Sie bitte eine Mail an: Michael.Schaefer@hs-ruhrwest.de

Vielen Dank für Ihre Teilnahme !
Ihr Prof. Michael Schäfer

Fragebogen zu den Vorkursen der Hochschule Ruhr West

1. Allgemeine Angaben

1.1 In welchem **Studiengang** studieren Sie ?

- Angewandte Informatik
- Bauingenieurwesen
- Betriebswirtschaftslehre - Industrielles Dienstleistungsmanagement
- Betriebswirtschaftslehre - Internationales Handelsmanagement & Logistik
- Elektrotechnik
- Energie- und Wassermanagement
- Energieinformatik
- Internationale Wirtschaft - Emerging Markets
- Maschinenbau
- Mechatronik
- Mensch-Technik-Interaktion
- Wirtschaftsinformatik
- Wirtschaftsingenieurwesen – Energiesysteme
- Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau

1.2 Welche **Studienvoraussetzungen** bringen Sie mit? (Bitte nur ein Feld ankreuzen)

- Abitur mit Leistungskurs Mathematik
- Abitur mit Grundkurs Mathematik
- Fachhochschulreife
- andere, nämlich _____

1.3 Haben Sie am **Mathematik-Vorkurs** (Präsenz) **teilgenommen**?

- Ja, am 3-wöchigen Vorkurs
- Ja, am 2-wöchigen Vorkurs
- Ja, am 1-wöchigen Vorkurs
- Nein

Wenn Nein, warum nicht ?

1.4 **Wie lange** haben Sie insgesamt die Mathematik **e-Learning-Plattform** genutzt?

- a) außerordentlich lang (mehr als 50 Stunden)
- b) sehr lang (mehr als 25 Stunden, weniger als 50)
- c) lang (mehr als 12 Stunden, weniger als 25)
- d) mittelmäßig (mehr als 6 Stunden, weniger als 12)
- e) kurz (mehr als 3 Stunden, weniger als 6)
- f) sehr kurz (weniger als 1 Stunde, weniger als 3)
- g) nie

Wenn nie, warum nicht ?

2. Aufbau und Organisation der Vorkurse

2.1 Der inhaltliche Aufbau der folgenden Angebote war logisch und nachvollziehbar.

- | | trifft
nicht zu | | | | | | | trifft
völlig zu |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Mathematik-Vorkurs | <input type="checkbox"/> |
| b) Mathematik e-Learning-Plattform | <input type="checkbox"/> |

2.2 Die folgenden Angebote waren durch die HRW gut organisiert.

- | | trifft
nicht zu | | | | | | | trifft
völlig zu |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Mathematik-Vorkurs | <input type="checkbox"/> |
| b) Mathematik e-Learning-Plattform | <input type="checkbox"/> |

3. Rahmenbedingungen

3.1 Oft werden Vorkurse in großen Gruppen mit mehr als 100 Studierenden durchgeführt. In den Mathematik-Vorkursen an der HRW wurde in **Kleingruppen unterrichtet**. Wie schätzen Sie den **Einfluss der kleinen Gruppengröße auf Ihren Lernerfolg** ein?

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| a) sehr positiv | <input type="checkbox"/> |
| b) positiv | <input type="checkbox"/> |
| c) leicht positiv | <input type="checkbox"/> |
| d) kein Einfluss | <input type="checkbox"/> |
| e) leicht negativ | <input type="checkbox"/> |
| f) negativ | <input type="checkbox"/> |
| g) sehr negativ | <input type="checkbox"/> |

3.2 Die **Vorkurse** wurden für Studierende mit **geringeren Vorkenntnissen länger** durchgeführt, als für Studierende mit guten Vorkenntnissen.

Ziel war es das **Lerntempo** auf die einzelnen **Studierenden anzupassen**.
Wie hat sich dieses Konzept auf **Ihren Lernerfolg** ausgewirkt?

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| a) sehr positiv | <input type="checkbox"/> |
| b) positiv | <input type="checkbox"/> |
| c) leicht positiv | <input type="checkbox"/> |
| d) kein Einfluss | <input type="checkbox"/> |
| e) leicht negativ | <input type="checkbox"/> |
| f) negativ | <input type="checkbox"/> |
| g) sehr negativ | <input type="checkbox"/> |

4. Zuschnitt der Anforderungen auf die Studierenden

4.1 Bitte beurteilen Sie die **Anforderungen** in den einzelnen Vorkursen (sofern Sie teilgenommen haben).

I) Mathematik-Vorkurs

- a) Schwere des Stoffes als solches viel zu leicht viel zu schwer
- b) Umfang des Stoffes viel zu wenig viel zu viel
- c) Tempo des Kurses viel zu langsam viel zu schnell
- d) Anforderungen des Kurses viel zu niedrig viel zu hoch

II) Mathematik e-Learning-Plattform

- a) Schwere des Stoffes als solches viel zu leicht viel zu schwer
- b) Umfang des Stoffes viel zu wenig viel zu viel
- c) Anforderungen des Kurses viel zu niedrig viel zu hoch

5. Lernerfolg in den Vorkursen

5.1 Bitte beurteilen Sie Ihren **Lernerfolg** in den Vorkursen (sofern Sie teilgenommen haben).

I) Mathematik-Vorkurs

- | | trifft
nicht zu | | | | | | | trifft
völlig zu |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Ich habe in der Veranstaltung viel gelernt | <input type="checkbox"/> |
| b) Mein Wissensstand ist nach der Veranstaltung wesentlich höher als vorher | <input type="checkbox"/> |
| c) Ich habe etwas Sinnvolles und Wichtiges gelernt | <input type="checkbox"/> |
| d) Durch den Vorkurs konnte ich den Vorlesungen des 1.Semesters besser folgen | <input type="checkbox"/> |

6. Gesamtbeurteilung

	trifft nicht zu							trifft völlig zu
a) Der Besuch des Mathematik-Vorkurses hat sich gelohnt	<input type="checkbox"/>							
b) Die Nutzung der e-Learning-Plattform hat sich gelohnt	<input type="checkbox"/>							
c) Das Angebot eines Mathematik-Vorkurses zusammen mit der e-Learning-Plattform hat sich gelohnt	<input type="checkbox"/>							
d) Die Durchführung eines Mathematik-Einstufungstests war sinnvoll	<input type="checkbox"/>							
e) Ich würde die Teilnahme an den Vorkursen und der e-Learning-Plattform weiter empfehlen	<input type="checkbox"/>							

7. Ihre Verbesserungsvorschläge

a) Was war besonders gut an den Vorkursen ?

.....

.....

b) Was war schlecht ?

.....

.....

c) Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie ?

.....

.....

8. Allgemeine Angaben

8.1 Geben Sie bitte Ihr **Geschlecht** an

- Weiblich
- Männlich
- keine Angabe

8.2 Wie **alt** sind Sie (in Jahren)?

C Plakat zur Akquise von Tutorinnen und Tutoren

HRW HOCHSCHULE RUHR WEST
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tutor/-in gesucht!

Wir suchen Sie als Tutoren und Tutorinnen, die unsere **Vorkurse im Fach Mathematik und Physik** durchführen. Unsere Professoren unterstützen Sie tatkräftig bei der Organisation und mit Unterrichtsmaterialien!

Haben Sie einen Hochschulabschluss in Mathematik oder einem naturwissenschaftlichen Fach? Zusätzlich haben Sie erste Erfahrungen in der Lehre? Dann teilen Sie doch Ihr Wissen.

Werden Sie Tutor/-in!

Termine:

- Physik-Vorkurse (03.09. bis 07.09.2012, Mo-Fr ganztätig)
- Mathe-Vorkurse (10.09. bis 28.09.2012, Mo-Fr halbtätig)

Bei Interesse oder Fragen melden Sie sich bitte bis zum 30.06.2012 bei Rainer Benien unter der Telefonnummer: 0208 88254 - 225.
rainer.benien@hs-ruhrwest.de
www.hochschule-ruhr-west.de

D Sourcecode

D.1 SQL-Befehle zur Erstellung und Abfrage der erweiterten Moodle Datenbank

1. zusätzliche Tabellen und Views anlegen

```
create table hrw_mathtest (user_id int4, solved_item int4);
create table hrw_mathitems(id int4, title text,item_cat int4);
create table hrw_itemcategories(id int4, title text,
                                expected_score numeric);
create table hrw_learnelementcategories(id int4, title text);
create table hrw_mathitems_learnelementcategories
        (mathitem_id int4, learnelementcategorie int4);
create table hrw_mathitems_itemcategories
        (mathitem_id int4, itemcategorie_id);

create table hrw_nachtest {user_id int4, studiengang text,
                          vorbildung text, count_solved_items int4);
create table bewerber (b_nr text, email text, studiengang text);

create view hrw_vortest as  SELECT hrw_mathtest.user_id,
                                count(hrw_mathtest.solved_item) AS count_solved_items
                            FROM hrw_mathtest
                            GROUP BY hrw_mathtest.user_id;

create view kohorte as SELECT hrw_mathtest.user_id,
                              count(hrw_mathtest.solved_item) AS anzahl
                            FROM hrw_mathtest
                            GROUP BY hrw_mathtest.user_id;
```

2. Füllen der Lookup-Tabelle hrw_itemcategories mit den entsprechenden Werten

```
insert into hrw_itemcategories values(1,'Bruchrechnung',1);
insert into hrw_itemcategories values(2,'Potenzen und Wurzeln',0.8);
insert into hrw_itemcategories values(3,'Logarithmen',0.8);
insert into hrw_itemcategories values(4,
```

```

                                'Gleichungen / Ungleichungen',0.8);
insert into hrw_itemcategories values(5,
                                'Berechnungen am Dreieck',0.8);
insert into hrw_itemcategories values(6,
                                'Eigenschaften von Funktionen',0.5);
insert into hrw_itemcategories values(7,
                                'Darstellung von Funktionen',0.6);
insert into hrw_itemcategories values(8,
                                'Rechnen mit Einheiten',0.8);
insert into hrw_itemcategories values(9,
                                'Differentialrechnung',0.5);
insert into hrw_itemcategories values(10,'Integralrechnung',0.5);

```

D.2 Plug-in-code zur serverseitigen Ermittlung der personenbezogenen Fähigkeiten

Funktion: Code des Moodle-plug-ins, der dem Autor eines Kurses die Nutzung und Darstellung der Fähigkeiten der später angemeldeten Person ermöglicht.

Sprache: PHP

Aufruf: z.B.: [mathtest]mathresultgraph[\mathtest]

```

<?php // $id$
////////////////////////////////////
//  Mathtest Filter
//  Version 0.9
//  Author: michael.schaefer@hs-ruhrwest.de, Aug. 2011
////////////////////////////////////

/// This is the filtering function itself.  It accepts the
/// courseid and the text to be filtered (in HTML form).
error_reporting(E_ERROR | E_WARNING | E_PARSE);
function mathtest_filter($courseid, $text) {
    static $words;
    global $CFG,$DB,$USER;

```

```

$startpos = strpos($text, '[mathtest]');

if ($startpos > 0){ //only do something if the mathtest-tag exists
    //get the start and enposition of tags
    $startpos = strpos($text, '[mathtest]');
    $endpos = strpos($text, '[/mathtest]');
    $switchcontent=substr($text, $startpos+10, $endpos - $startpos-10);
    $resp1=$USER->username;

    //Test, ob es sich um einen Mathetestaccount handelt
    if (substr_count($USER->username, 'stud')==1){
        $user_id=substr($USER->username, 4,4);
        $textmeldung='';
        $is_student=1;
    } else {
        $user_id=1276;
        $is_student=1;
        $textmeldung='<b>Sie sehen nur Testdaten eines
        Durchschnittsstudierenden, da Ihnen kein Mathetest
        zugeordnet werden konnte.</b><br /><br />';
    }
    if ($switchcontent=='mathresulttab'){
        if ($is_student == 0) {
            $returntext= 'es wurde kein Datensatz gefunden' ;
        } else
        {
            $returntext=$textmeldung . '<table>';
            $sqlstring="
                select id, title, 1 as solved from hrw_mathitems i,
                                     hrw_mathtest t
                where t.solved_item = i.id and t.user_id=$user_id
                union
                select distinct id, title, 0 as solved from hrw_mathitems i,
                                     hrw_mathtest t
                where id not in (select id from hrw_mathitems i, hrw_mathtest t
                where t.solved_item = i.id and t.user_id=$user_id)
                order by id";

            $mathitem = get_records_sql($sqlstring);

```

```

for ($i=1;$i< count($mathitem);$i++){
    if($i % 2 == 1){$bgcolor='#c0c0c0';} else
        {$bgcolor='#f0f0f0';};

    $returntext.="<tr bgcolor=\""$bgcolor\""><td>".
        $mathitem[$i]->title.':</td>';

    if($mathitem[$i]->solved == 1){
        $returntext.="<td><span style=\"color:green\">
            &nbsp;&nbsp;&nbsp;richtig&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></td></tr>";
    }
    if($mathitem[$i]->solved == 0){
        $returntext.="<td><span style=\"color:#ff3030\">
            &nbsp;&nbsp;&nbsp;falsch&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></td></tr>";
    }

}

}
$returntext.='</table>';
}
}

if ($switchcontent=='mathresultpoints'){
    if ($is_student == 0) {
        $returntext= 'es wurde kein Datensatz gefunden' ;
    } else
    {
        $sqlstring="select l,count(*) as anzahl from hrw_mathtest where
            user_id=$user_id";
        $mathitem = get_records_sql($sqlstring);
        $returntext=$mathitem[1]->anzahl;
    }
}

};

if ($switchcontent=='mathresultgraph'){
    if ($is_student == 0) {
        $returntext= 'es wurde kein Datensatz gefunden' ;
    }
}

```

```

        } else
    {
        $returntext= $textmeldung;
        $returntext.=' <script type="text/javascript"
            src="https://www.google.com/jsapi">
        </script>
        <script type="text/javascript">';

        $returntext.="        google.load('visualization', '1',
            {packages: ['corechart']});";
        $returntext.=' </script>
        <script type="text/javascript">
            function drawVisualization() {
                // Some raw data (not necessarily accurate)
                var data = google.visualization.arrayToDataTable([';

        $returntext.="['Themenbereich', 'Ihre Punktzahl', 'Mittlere Punktzahl',
            'Erwartete Punktzahl']";

        $sqlstring="select itemcategorie_id,i.title,i.expected_score,
            count(solved_item)
            as sumpoints from hrw_mathtest h,
            hrw_mathitems_itemcategories mi,
            hrw_itemcategories i where
            mi.mathitem_id = h.solved_item and
            mi.itemcategorie_id = i.id
            group by mi.itemcategorie_id,i.expected_score,i.title
            order by mi.itemcategorie_id";

        $sqlstring1=
            "select mi.itemcategorie_id, (count(mi.mathitem_id) *
            (select count(distinct user_id)
            from hrw_mathtest)) as maxpoints from
            hrw_mathitems_itemcategories mi
            group by mi.itemcategorie_id order by mi.itemcategorie_id";

        $sqlstring2="select mi.itemcategorie_id, count(mi.mathitem_id)
            as maxpointsperuser
            from hrw_mathitems_itemcategories mi
            group by mi.itemcategorie_id
    
```

```

        order by mi.itemcategorie_id";

$sqlstring3=
    "select mi.itemcategorie_id, count(solved_item)
    as userpoints
    from hrw_mathtest h,hrw_mathitems_itemcategories mi,
    hrw_itemcategories i
    where mi.mathitem_id = h.solved_item and
    mi.itemcategorie_id = i.id
    and h.user_id=$user_id
    group by mi.itemcategorie_id order by mi.itemcategorie_id";

$cat_sum_points = get_records_sql($sqlstring);
$cat_max_points = get_records_sql($sqlstring1);
$cat_max_points_per_user = get_records_sql($sqlstring2);
$points_per_user = get_records_sql($sqlstring3);

for ($i=1;$i<= count($cat_max_points);$i++){
    $title=$cat_sum_points[$i]->title;
    $expected_score=$cat_sum_points[$i]->expected_score;
    $max_points=$cat_max_points[$i]->maxpoints;
    $sum_points=$cat_sum_points[$i]->sumpoints;
    $medium_points=round($sum_points*100 / $max_points,2);
    $userpoints=0.0;
    $max_points_per_user=$cat_max_points_per_user[$i]->maxpointsperuser;
    $userpoints=$points_per_user[$i]->userpoints;
    $user_rate=$userpoints / $max_points_per_user;
    $returntext.=",['$title', $user_rate * 100, $medium_points,
    $expected_score * 100]";
}

$returntext.="    ] );

    // Create and draw the visualization.
    var comboChart = new google.visualization.ComboChart (
        document.getElementById('chart_div'));
    comboChart.draw(data, {
        title : 'Punkteverteilung des Mathematik-Tests',
        vAxis: {title: 'Punktzahl in % (100 bedeutet
        alles richtig gelöst)'},

```

```

        hAxis: {title: 'Themenbereiche'},
        seriesType: 'bars',
        series: {5: {type: 'line'}}
    });
}
google.setOnLoadCallback(drawVisualization);
</script>";

$returntext.=' <body style="font-family: Arial;border: 0 none;">
    <div id="chart_div" style="width: 1050px; height: 550px;"></div>';
}
};

if ($switchcontent=='mathresultjson'){
    if ($is_student == 0) {
        // $returntext= 'es wurde kein Datensatz gefunden' ;
    } else
    {

        $sqlstring="select mi.learnelementcategorie,i.title, count(solved_item)
            as sumpoints
            from hrw_mathtest h,
            hrw_mathitems_learnelementcategories mi,
            hrw_learnelementcategories i
            where mi.mathitem_id = h.solved_item
            and mi.learnelementcategorie = i.id
            and h.user_id=$user_id
            group by mi.learnelementcategorie,i.title
            order by mi.learnelementcategorie";

        $sqlstring1='select mi.learnelementcategorie, count(mi.mathitem_id)
            as maxpointsperuser
            from hrw_mathitems_learnelementcategories mi
            group by mi.learnelementcategorie
            order by mi.learnelementcategorie';

        $cat_sum_points_user = get_records_sql($sqlstring);
        $cat_max_points = get_records_sql($sqlstring1);

        $returntext='

```

```

<script type="text/javascript">

var math_result = { "item_summary" : [';

for ($i=1;$i<= 11;$i++){

    $title=$cat_sum_points_user[$i]->title;
    $max_points=$cat_max_points[$i]->maxpointsperuser;
    $sum_points=$cat_sum_points_user[$i]->sumpoints;

if ($sum_points>0){
    $medium_points = $sum_points / $max_points;
    $returntext.="{"id\":$i,\"title\": \"$title\",
        \"score\":$medium_points},";
    } else {
        $returntext.="{"id\":$i,\"title\": \"-\", \"score\":0},";
    };
};

$returntext.='{"id":10,"title":"Differentialrechnung","score":1}]]';
//Include Feedbackresults
$sqlstring_quizresults='select coalesce((quiz-19),0)
        as quiz,sumgrades,userid
        from mdl_quiz_attempts where
        userid= ' . $USER->id .
        'and quiz>19 and quiz < 28 order by quiz ';
$quizresults= get_records_sql($sqlstring_quizresults);
$feedback='[';
for ($i=1;$i<= 7;$i++){
    $quiz=$quizresults[$i]->quiz;
    $sumgrades=$quizresults[$i]->sumgrades;
$userid=$quizresults[$i]->userid;
    $feedback= $feedback . $sumgrades . ',';
}
$feedback.=']';
$returntext.='var quiz_feedback='. $feedback .',';
$returntext.='</script>';
}
}

```

```

    $resultttext= substr($text,0,$startpos) . $returntext
                . substr($text,$endpos + 11) ;
    $text = $resultttext;
}
return $text; // Look for all these words in the text
}
?>

```

D.3 Programmcode zur dynamischen Anzeige des kontext-abhängigen Wissensstandes

Funktion: Wertet die durch das Moodle-plug-in gegebenen Daten für die angemeldete Person clientseitig aus, um pro Lernelement grafisch dessen Vorwissen darzustellen.

Sprache: Javascript

Aufruf: `getPersonalResult(item_cat)`

Z.B.: `getPersonalResult(0)`, ermittelt die Lösungsquote im Mathematik-Eingangstest der angemeldeten Person für das oberste Lernelement und blendet eine Grafik (Daumen) ein, um diese darzustellen.

```

function getPersonalResult(item_cat) {
    max_items = math_result.item_summary.length;
    if (item_cat < max_items){
        score=math_result.item_summary[item_cat].score;

        if (score < 0.5){
            document.write('');
        }

        if (score >= 0.5 && score < 0.65){
            document.write('');
}

if (score >= 0.65 && score < 0.85){
    document.write('');
}

if (score >= 0.85){
    document.write('');
};

} else {
    document.write('');
}
}

```

D.4 Programmcode zur dynamischen Anzeige der Feedbackratingskala

Funktion: Wertet die durch das Moodle-plugin gegebenen Daten zu den einzelnen Selbsttests aus, um diese pro absolvierten Selbsttest grafisch als Ratingskala einzublenden.

Sprache: Javascript

Aufruf: showPersonalTestResult(quiz_item)

Z.B.: showPersonalTestResult(0), ermittelt die Lösungsquote der angemeldeten Person im obersten Selbsttest und blendet diesen an der Stelle des Funk-

tionsaufrufs als Ratingskala ein.

```
function showPersonalTestResult(quiz_item) {
    //alert('klappt');
    //get the number of correct items (0-5)
    test_result=quiz_feedback[quiz_item];
    return_string='<div style="margin-left: 20px; ">';

    switch (test_result) {
        case 0:
            return_string+='';
            break;
        case 1:
            return_string+='';
            break;
        case 2:
            return_string+='';
            break;
        case 3:
            return_string+='';
            break;
        case 4:
            return_string+='';
            break;
        case 5:
```

```

    return_string+';
    break;
default:
    return_string+="";
    break;
}
return_string+</div>';
document.write(return_string);
}

```

D.5 Serverseitig erzeugte Javascript-Objekte

```

var math_result = { "item_summary" :
    [{"id":1,"title":"Elementares Rechnen","score":1},
    {"id":2,"title":"Potenzen, Wurzeln, Logarithmen","score":0.25},
    {"id":3,"title":"Gleichungen","score":0.33},
    {"id":4,"title":"-", "score":0},
    {"id":5,"title":"Funktionen", "score":0.20},
    {"id":6,"title":"Algebra", "score":0.33},
    {"id":7,"title":"-", "score":0},
    {"id":8,"title":"Geometrie", "score":0.16},
    {"id":9,"title":"Differentialrechnung", "score":0.25},
    {"id":10,"title":"-", "score":0},
    {"id":11,"title":"Rechnen mit Einheiten", "score":0.5},
    {"id":10,"title":"Differentialrechnung", "score":1}]];
var quiz_feedback=[3,3,0,2,5,0,0,];

```

D.6 Serienmailvorlage zum automatischen Ausfüllen mit Mailmerge

Funktion: Diese Datei bildet die Vorlage für das Mailprogramm Thunderbird, um mit Hilfe der Erweiterung Mailmerge allen Studienanfängerinnen und Studienanfängern eine Einladungsmail zu schicken. Die sich in doppelten geschweiften Klammern befindlichen Ausdrücke werden automatisch durch die zugehörigen Einträge aus einer CSV (Comma Separated Values)-Datei ersetzt. Pro Zeile der CSV-Datei wird eine E-Mail verschickt.

Sehr geehrte Studentin, sehr geehrter Student,

um Sie bestmöglich zu unterstützen, haben wir Ihren Mathematik-Test ausgewertet.

ONLINE-KURS

Sie haben ab sofort die Möglichkeit sich mit unserem Online-Brückenkurs Mathematik vorzubereiten. Dieser ist individuell auf Ihre Fähigkeiten abgestimmt und bietet Ihnen vielfältige Lern- und Übungsmöglichkeiten. Hier finden Sie auch die Ergebnisse Ihres Mathematik-Tests.

Internetadresse:

<http://195.37.234.2/moodle/course/view.php?id=20>

Ihr Anmeldename: {{login}}

Ihr Kennwort: {{pw}}

VORKURSE

Die Mathematik-Vorkurse sind ebenfalls entsprechend Ihren Fähigkeiten angepasst worden.

Ziel ist es, weder die leistungsschwächeren Studierenden zu überfordern, noch die leistungsstärkeren Studierenden zu unterfordern.

Daher unterscheiden sich die Kurse in Kursdauer und Teilnehmerzahl.

Inhaltlich wird jeweils der gleiche Stoff behandelt.

Wir hoffen Sie hierdurch optimal zu unterstützen!

Ihr Vorkurs beginnt am Mo. den {{Starttermin}} in Raum {{Raum}}

Die Mathematik-Vorkurse finden von Mo.- Fr. jeweils
um 17:30 Uhr - 20:30 Uhr statt.

(Standorte und Wegbeschreibungen finden Sie hier:

<http://www.hochschule-ruhr-west.de/die-hrw/standorte.html>)

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme und wünschen Ihnen viel Erfolg!
Ihr Prof. Michael Schäfer

Ausschnitt aus der CSV-Datei

```
b_nr;studiengang;Raum;email;anzahl;pw;login;Starttermin
5213;Angewandte Informatik;BOT 1.13, Bottrop Overbergschule;
anonym@live.de;3;St5241!A;stud5213;10.09.12
4213;Angewandte Informatik;BOT 1.13, Bottrop Overbergschule;
anonym@gmx.de;16;St4313!A;stud4213;17.09.12
7624;Angewandte Informatik;BOT 1.13, Bottrop Overbergschule;
anonym@yahoo.de;16;St7184!A;stud7624;17.09.12
6271;Angewandte Informatik;BOT 1.13, Bottrop Overbergschule;
anonym@web.de;19;St6461!A;stud6271;17.09.12
6806;Angewandte Informatik;BOT 1.13, Bottrop Overbergschule;
anonym@yahoo.de;20;St1006!A;stud6806;17.09.12
6752;Angewandte Informatik;BOT 1.13, Bottrop Overbergschule;
anonym@hotmail.de;21;St6162!A;stud6752;24.09.12
```

(Mailadressen wurden anonymisiert, Passwörter geändert)

Ausgefüllte Beispielversion

Sehr geehrte Studentin, sehr geehrter Student,

um Sie bestmöglich zu unterstützen, haben wir Ihren Mathematik-Test
ausgewertet.

ONLINE-KURS

Sie haben ab sofort die Möglichkeit sich mit unserem
Online-Brückenkurs Mathematik vorzubereiten. Dieser ist

individuell auf Ihre Fähigkeiten abgestimmt
und bietet Ihnen vielfältige Lern- und Übungsmöglichkeiten.
Hier finden Sie auch die Ergebnisse Ihres Mathematik-Tests.

Internetadresse:

<http://195.37.234.2/moodle/course/view.php?id=20>

Ihr Anmeldeame: stud8297

Ihr Kennwort: St8447!B

VORKURSE

Die Mathematik-Vorkurse sind ebenfalls entsprechend
Ihren Fähigkeiten angepasst worden.

Ziel ist es, weder die leistungsschwächeren Studierenden
zu überfordern, noch die leistungsstärkeren Studierenden
zu unterfordern.

Daher unterscheiden sich die Kurse in Kursdauer und Teilnehmerzahl.
Inhaltlich wird jeweils der gleiche Stoff behandelt.

Wir hoffen Sie hierdurch optimal zu unterstützen!

Ihr Vorkurs beginnt am Mo. den 17.09.12 in Raum 2.14,
Bottrop Overbergschule

Die Mathematik-Vorkurse finden von Mo.- Fr. jeweils
um 17:30 Uhr - 20:30 Uhr statt.

(Standorte und Wegbeschreibungen finden Sie hier:

<http://www.hochschule-ruhr-west.de/die-hrw/standorte.html>)

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme und wünschen

Ihnen viel Erfolg!

Ihr Prof. Michael Schäfer

D.7 Erzeugte CSV-Datei, um automatisch Zugänge in Moodle einzurichten

Diese Datei mit 612 Einträgen wurde mittels eines SQL-Befehls automatisch erstellt. Hierbei wurden auch die Passwörter automatisch generiert. Dargestellt sind im folgenden nur fünf Datensätze (Passwörter wurden verändert).

```
username,password,firstname,lastname,email,course1,role1
stud9994,St2314!C,stud9994,Brückenkurs,
stud9994@noname.de,Mathe-Brückenkurs,student
stud9977,St61997!A,stud9977,Brückenkurs,
stud9977@noname.de,Mathe-Brückenkurs,student
stud9976,St23122!F,stud9976,Brückenkurs,
stud9976@noname.de,Mathe-Brückenkurs,student
stud9969,St6326!G,stud9969,Brückenkurs,
stud9969@noname.de,Mathe-Brückenkurs,student
stud9965,St1291!A,stud9965,Brückenkurs,
stud9965@noname.de,Mathe-Brückenkurs,student
```

D.8 Sprechtexte der Videocasts

Erster Videocast

Herzlich Willkommen!

Mathematik, wie gut können Sie das eigentlich?

... und können Sie es besser oder schlechter als Ihre Mitstudenten?

Spätestens nach dem Mathematiktest (zeigen) bei der Einschreibung, werden Sie sich das gefragt haben, oder?

Wissenschaftlich betrachtet (Folie zeigen), haben die Fähigkeiten von Studierenden abgenommen.

Allerdings in den letzten 8 Jahren nur um etwa 10%.

(Auf Marke am Boden achten)

Unser Ziel ist es, Sie gleich von Anfang an möglichst gut zu unterstützen.

Dazu haben wir uns ein vielschichtiges Konzept ausgedacht.

Den Einstieg bildet dieser Online-Brückenkurs, mit dem Sie sich eigenständig schon vor Beginn der Tutorien fortbilden können. Durch Ihren Mathematiktest (zeigen) konnten wir diesen Kurs individuell auf Sie anpassen.

Ich möchte Ihnen jetzt kurz die Bereiche vorstellen:

(Screencast einblenden)

Im Abschnitt 1 sehen Sie Ihre persönliche Auswertungen des Mathematiktests.

Hier können Sie unter anderem grafisch sehen, wie Sie im Vergleich zu Ihren Mitstudierenden abgeschlossen haben und finden weitere Lernempfehlungen.

Anschließend folgen die verschiedenen Lernmaterialien und an den „Daumen“ können Sie erkennen, wie gut Sie in den einzelnen Themenbereichen waren und ob Sie diese Lerneinheit bearbeiten sollten.

Zu (fast) jeder Lerneinheit gibt es kurze Selbsttests, so dass Sie ihren Lernerfolg selber überprüfen können.

Vielleicht schauen Sie sich jetzt zuerst Ihre Mathematik-Test-Ergebnisse im Abschnitt 1 an?

(Sprecher wieder einblenden)

Aber lassen Sie sich bitte nicht entmutigen.

Auch andere sollen Schwierigkeiten bei der Mathematik gehabt haben (Blick zu Einstein)

Ich bin mir sicher, dass Sie mit etwas Einsatz die Mathematik erfolgreich bewältigen können.

Bis gleich im Videocast 2.

(Abspann mit Zeugnis von Einstein und Aufklärung über die falsche Interpretation seiner „schlechten“ Noten)

Zweiter Videocast

Herzlich Willkommen!

Mathematik, wozu braucht man das eigentlich?

Wenn wir Einstein fragen könnten, würde er uns vielleicht diese Formel zeigen.

(Formel zur relativistischen Massenzunahme einblenden)

Scheint nicht kompliziert, oder?

M ist die Masse eines Objektes,

v seine Geschwindigkeit und c die Lichtgeschwindigkeit.

M relativistisch ist die Masse des beschleunigten Objekts.

... und was besagt die Formel?

Da könnten wir im DESY in Hamburg anrufen.

(Bilder vom Beschleuniger einblenden)

Hier wurden Elektronen in einem Ring mit 6 km Umfang auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Dadurch wuchs die Masse des Elektrons auf das 50.000 fache!

Quasi vom Gewicht einer Stecknadel zum Gewicht eines Riesenballs.

(Murmel --> Gymnastikball zeigen)

... und die Mathematik dazu hat Albert Einstein vor fast hundert Jahren in dieser Formel festgehalten.

(Moodle einblenden)

Dieses kleine Beispiel wird Sie vielleicht motivieren weiter in die Welt der Mathematik einzusteigen.

Ich möchte ihnen jetzt genauer die Lernumgebung vorstellen.

Fangen wir mit dem 3. Abschnitt Potenzen, Wurzeln und Logarithmen an. Am Anfang steht immer das Lernelement. Hier werden die eigentlichen Inhalte vermittelt. Das Lernelement selber ist in verschiedene kurze Abschnitte unterteilt und es gibt immer Übungsaufgaben mit entsprechenden Lösungen.

Schauen wir uns den Abschnitt (x) an. Im Allgemeinen haben Sie auf der linken Seite den Lehrtext und auf der rechten Seite Beispiele und weitere Erläuterungen.

Falls Sie die Inhalte nicht am Bildschirm anschauen möchten, können Sie diesen auch ausdrucken.

Schauen wir uns noch kurz eine Aufgabe an. Die Lösungen werden eingeblendet, wenn Sie auf der linken Seite die entsprechende Lösung auswählen.

Nachdem Sie sich die Inhalte erarbeitet haben, können Sie Ihr wissen selbst überprüfen.

Allerdings können Sie diesen Test nur einmal wiederholen. Ihr Ergebnis wird Ihnen auf der Hauptseite durch eine entsprechende Bewertung angezeigt. Im zweiten Selbsttest können Sie sich natürlich weiter verbessern.

Insgesamt haben wir für Sie 15 Themenbereiche ausgesucht, wobei vieles über einen Brückenkurs hinausgeht. Wichtig ist für Sie erst mal nur der grüne Bereich.

Wenn Sie darüber hinaus lernen möchten, so können Sie den Erweiterungsbereich oder den optionalen Bereich nutzen.

(Moodle ausblenden)

Wie wär's, wenn Sie jetzt Abschnitt 2 durcharbeiten?

Bis nachher im Videocast 3

Dritter Videocast

Herzlich Willkommen!

Mathematik, Rechnen, wie soll man das denn lernen?

Das kann ich Ihnen auch nicht sagen!

Warum nicht?

Weil das sehr individuell ist!

Zu welchem Lerntyp gehören Sie?: visuell oder auditiv

Zu welcher Tageszeit können Sie am besten lernen? (innere Uhr)

Müssen Sie Ihr Lernen organisieren und brauchen feste Strukturen?

Brauchen Sie eine bestimmte Umgebung,

damit sich ein gutes Lernklima einstellt u.s.w.

Ich kann Ihnen also nur Anregungen nur geben.

Obwohl:

Was hat eigentlich Einstein dazu gesagt?

(Kopf von Einstein mit Zitaten einblenden)

Ich zitiere:

„Ich habe keine besondere Begabung, sondern bin nur leidenschaftlich neugierig.“

„Ich bin gar nicht so intelligent, aber ich gehe Probleme mit großer Ausdauer an.“

„Wer noch nie einen Fehler gemacht hat, hat sich noch nie an etwas Neuem versucht.“

„Lerne zuerst die Regeln des Spiels und spiele dann besser als jeder andere.“

(Quelle: vivizen.com)

Also:

Seien Sie leidenschaftlich, bleiben ausdauernd,
lassen Fehler zu, lernen die Regeln und
gewinnen das Spiel!

(Bild im Bild)

Sie müssen Ihre eigene Strategie entwickeln!
Ihren eigenen Plan aufstellen!

Was sind denn bewährte Methoden?

Seien Sie aktiv! (Beispiel Buch durchblättern,
oder selber rechnen)

Lernen Sie im Team!

Bilden Sie Lerngruppen und erklären Sie
einzelne Bereiche den anderen.

(Lernen durch Lehren)

Wenn Sie etwas anderen erklären können,
haben Sie es wirklich verstanden.

Behalten Sie die Lust am lernen, belohnen Sie sich selber ...

Und: Lernen braucht Zeit.

Lieber wenig lernen, aber regelmäßig.

Wissen prägt sich erst durch regelmäßige Wiederholung ein.

Jeden Tag eine halbe Stunde ist besser als
einen Tag in der Woche 5 Stunden lernen.

Wie wär's, wenn Sie sich jetzt Ihre Strategie
zum Lernen mit diesem Kurs ausdenken?

Viel Erfolg!