
MASTERARBEIT

Frau B.Sc.
Yulia Dolganova

**Erhöhung der Lerneffektivität
bei Studienanfängern durch
Nutzung von E-Learning
Angeboten am Beispiel von
Eingangstests zur
Elementarmathematik**

Mittweida, 2018

MASTERARBEIT

Erhöhung der Lerneffektivität bei Studienanfängern durch Nutzung von E-Learning Angeboten am Beispiel von Eingangstests zur Elementarmathematik

Autor:

Frau B.Sc.

Yulia Dolganova

Studiengang:

Industrial Management

Seminargruppe:

ZM15w1-M

Erstprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. Regina Fischer

Zweitprüfer:

Dr.-Ing. Dagmar Israel

Einreichung:

Mittweida, 01.12.2017

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2018

MASTERTHESIS

Increasing of learning efficiency among first-year students through the use of e-learning tools exemplified by entrance tests in elementary mathematics.

author:

Ms. B.Sc.

Yulia Dolganova

course of studies:

Industrial Management

seminar group:

ZM15w1-M

first examiner:

Prof. Dr. rer. nat. Regina Fischer

second examiner:

Dr.-Ing. Dagmar Israel

submission:

Mittweida, 01.12.2017

defence/ evaluation:

Mittweida, 2018

Hinweis auf die Förderung



Die Masterarbeit entstand im Rahmen des Verbundprojekts: Interdisziplinäre Studienplattform "Open Engineering"- Ein offenes Studienmodell zur Sicherung von Fachkräften im Engineering-Bereich – OE. Das Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16OH21011 gefördert.

Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes

Aus Gründen der leichten Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung, wie zum Beispiel Student/ -Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

Hinweis im Sinne der Barrierefreiheit

Um die Barrierefreiheit dieses Dokumentes zu gewährleisten wurde, entgegen der gültigen Rechtschreibung, auf die Nutzung von ß verzichtet. Manche Bilder des Dokumentes beinhalten Text. Da das Dokument ursprünglich in LaTeX erstellt wurde, kann die Wiedergabe von allen Bildinhalten, vergleichbar zu Textalternativen eines HTML-Dokumentes, nicht umgesetzt werden.

Bibliografische Angaben

Dolganova, Yulia: Erhöhung der Lerneffektivität bei Studienanfängern durch Nutzung von E-Learning Angeboten am Beispiel von Eingangstests zur Elementarmathematik, 81 Seiten, 60 Abbildungen, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences, Fakultät Institut für Technologie- und Wissenstransfer

Masterarbeit, 2018

Referat

Im Zentrum der Lehre steht immer der aktive Studierende, der möglichst viel Zeit beim eigenständigen Lernen verbringt. Um diese Eigenständigkeit zu fördern, können Blended-Learning Ansätze angewendet werden. Wie genau können E-Learning Angebote für diese Ziele effektiv in Lehr- und Lernprozesse integriert werden? Welche didaktischen Modelle liegen dem zugrunde? Diese Fragen werden in dieser Masterarbeit untersucht und am Beispiel des Pilot-Moduls "Studieneinstieg Mathematik" praktisch überprüft.

I. Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Vorwort	IV
1 Einleitung	1
1.1 Forschungsstand	3
1.2 Forschungsfragestellung	3
2 Modelle der allgemeinen Pädagogik und theoretischen Didaktik	5
2.1 Klassische Lerntheorien der Lernpsychologie	5
2.2 Lehr-/Lernziele	8
2.2.1 Taxonomie der kognitiven, psychomotorischen und affektiven Lernziele	9
2.3 Szenarien online-basierten Lehrens und Lernens	15
2.4 Prinzipien der Kognitions- und Persönlichkeitstheorien zur Motivationssteigerung	17
2.5 Stufenbasiertes Konzept der Umsetzung von E-Learningaufgaben	18
3 Konzeptionierung des Moduls Studieneinstieg Mathematik	27
3.1 Analyse der IST-Situation der Studieneinstiegsangebote an der HS Mittweida	28
3.2 Erfahrungen anderer Hochschulen zu E-Learning Vorkursangeboten	32
3.3 Umsetzungskonzept für das Pilotmodul	33
4 Praktische Realisierung des Pilotmoduls zum Studieneinstieg Mathematik	37
4.1 Entwicklung der Grobstruktur des Pilotmoduls in OPAL	37
4.2 Testentwicklung in der Editor-Umgebung ONYX	47
4.3 Test, Fehlerbehebung und Verbesserung der Piloterprobung	56
4.4 Freischaltung und Durchführung des Pilot-Moduls	57
5 Quantitative und qualitative Evaluation der Nutzung des Pilotmoduls	61
6 Analyse der Zielerreichung	71
Literaturverzeichnis	77

II. Abbildungsverzeichnis

1.1	Ablauf des Moduls Studieneinstieg Mathematik	2
2.1	Spiralprinzip der Bruner Theorie	6
2.2	Sokratisches Prinzip im Unterricht	6
2.3	Lernziele der kognitiven Ebene nach dem Grad der Komplexität von B. Bloom	9
2.4	Lernziele der psychomotorischen Ebene nach dem Grad der Koordination	10
2.5	Lernziele der affektiven Ebene nach dem Grad der Internalisierung	11
2.6	Theorie der programmierten Unterweisungen von Skinner (L. Bücken; K.Pelzer. Lehr- erbildungszentrum RWTH Aachen)	13
2.7	Instruktionstheorie von Gagne (L. Bücken; K.Pelzer. Lehrerbildungszentrum RWTH Aachen)	13
2.8	Szenarien online-basierten Lehrens und Lernens nach Bremer	15
2.9	Abwechslung von Präsenzsitzung und Onlinephase im Rahmen des Integrationskon- zeptes	16
2.10	Verbindung zwischen den Virtualisierungs- und Integrationskonzept des online-basierten Lehrens und Lernens	16
2.11	Stufenmodell der Umsetzung von Übungsaufgaben in Mathematik mittels E-Learning Ansätzen.	19
2.12	Einfache Testabfrage in Form von Lückentext mit Anzeigen der richtigen Lösungen ..	20
2.13	Multiple-Choice Frage mit der Implementierung von Kommentar mit Hinweis auf Feh- ler der Reziprokenbildung und Darstellung des Berechnungsweges	22
3.1	Wichtigste Schritte der Arbeit am Modul Studieneinstieg Mathematik	27
3.2	Angebote der HS Mittweida für den Einstieg ins Studium mit Mathematikfächern	28
3.3	IST-Situation: Eingangstest in der Präsenzveranstaltung	28
3.4	IST-Prozessbeschreibung zum Angebot "Einstiegstest in Elementarmathematik" im Rahmen der Präsenzphase	29
3.5	SOLL-Konzept: Kombination des E-Learning Angebotes und Präsenztutoriums	30
3.6	SOLL-Situation: Eingangstest in der Studienvorbereitungsphase	31
3.7	SOLL-Prozessbeschreibung zum online-Angebot "Studieneinstieg Mathematik".	31

4.1	Kursbaustein mit Vorstellung der Tutorin	37
4.2	Informationskursbaustein mit Zielen und Hauptinhalten des Moduls	38
4.3	Inhalte des Moduls Studieneinstieg Mathematik	39
4.4	Drei Kursbausteine mit allgemeinen Hinweisen zu jedem Thema	40
4.5	Hinweistext zur Arbeit mit dem Selbsttest zum Thema "Rechnen mit reellen Zahlen" ..	41
4.6	Feedback mit verschiedenen Angeboten für das Selbststudium	42
4.7	Literaturangebot des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" für das Selbststudium	43
4.8	Internetangebot des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" für das Selbststudium	44
4.9	Videoangebot des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" für das Selbststudium	45
4.10	Angebot der HS Mittweida des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" mit dem Hinweis auf das semesterbegleitende Tutorium	46
4.11	Diskussionsforen für die fachliche Fragen für jedes Themengebiet.....	46
4.12	Forumsbeitrag vom Ansprechpartner für technische Fragen	47
4.13	Arbeitsschritte für die Erstellung von ONYX Berechnungsaufgaben.....	48
4.14	Aufgabe aus dem Test "Potenzen, Wurzeln und Logarithmen" als Studierenden-Vorschau	49
4.15	Variablen im LaTeX-Text der Aufgabenstellung im Bearbeitungsmodus	50
4.16	Definition von Berechnungsvariablen.....	51
4.17	Feedback mit Empfehlung für das Selbststudium des Tests "Gleichungen und Ungleichungen"	53
4.18	Prozessabbildung zur Arbeit mit dem Modul Studieneinstieg Mathematik	54
4.19	Emojis als motivierendes Element des Testfeedbacks	57
4.20	Freischaltungs- E-Mail an Studierende	58
4.21	Nutzungsanalyse anhand des Bewertungswerkzeugs am Beispiel des Tests "Rechnen mit reellen Zahlen". Stand 27.09.2017.....	58
5.1	Statistische Auswertung des Tests zum Thema "Rechnen mit reellen Zahlen". Stand 27.10.2017	61
5.2	Statistische Auswertung des Tests zum Thema "Potenzen, Wurzeln und Logarithmen". Stand 27.10.2017	61
5.3	Statistische Auswertung des Tests zum Thema "Gleichungen und Ungleichungen". Stand 27.10.2017	62

5.4	Teilnehmerergebnisse des Tests zum Thema "Rechnen mit reellen Zahlen". Stand 27.10.2017	62
5.5	Teilnehmerergebnisse des Tests zum Thema "Potenzen, Wurzeln und Logarithmen". Stand 27.10.2017	63
5.6	Teilnehmerergebnisse des Tests zum Thema "Gleichungen und Ungleichungen". Stand 27.10.2017	63
5.7	Auswertung der Benutzerfreundlichkeit des Moduls	64
5.8	Auswertung des Zeitaufwandes bei der Arbeit mit dem Modul	65
5.9	Auswertung des Schwierigkeitsgrades des Tests	66
5.10	Auswertung der Effektivität der Arbeit mit dem Modul und Zweckmässigkeit des Feed- backs	66
5.11	Auswertung der Angebote des Feedbacks	67
5.12	Auswertung der Motivation bei der Arbeit mit dem Modul	67
5.13	Auswertung von Meilensteinen für den Motivationsverlust und Unterbrechung der Arbeit mit dem Modul	68
5.14	Auswertung von motivierenden Elementen des Moduls	68
5.15	Auswertung von bevorzugten Kommunikationsformen	69
5.16	Gesamteinschätzung des Moduls	70
A.1	Fragebogen zum Modul Studieneinstieg Mathematik (Seite1)	75
A.2	Fragebogen zum Modul Studieneinstieg Mathematik (Seite2)	76

III. Tabellenverzeichnis

2.1 Vergleich des Stufenmodells in E-Learning Aufgaben und Lehrszenarios der klassischen Lehre	23
2.2 Effektivitätserhöhung für Lernende und die Vorteile für die Lehrenden bei der Nutzung von E-Learning Angeboten	25
5.1 Statistik für die Anzahl von Versuchen und durchschnittlichen Noten für alle drei Tests des Moduls	64

IV. Vorwort

Gute digitale Lehre bedeutet für mich die Probleme zu lösen, sowohl für Dozenten, als auch für die Studierenden, freie Räume zu schaffen um individueller mit einzelnen Personen umgehen zu können.

(Marcel Dux, GML², 2017)

Die Digitalisierung hat nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche verändert. Der Einsatz neuer Medien und digitaler Technologien erzeugt eine Veränderungsdynamik, die auch das Gros der Kommunikations- und Interaktionsprozesse in der Arbeits- und Lebenswelt erfasst. Die digitale Revolution betrifft dabei nicht zuletzt das Hochschulsystem. Die Organisation und die Durchführung von Lehr- und Lernprozessen können heutzutage durch Nutzung vielfältiger digitaler Medien unterstützt werden. Eine besondere Rolle spielt hier die Verwendung dieser Medien für die Unterstützung und Erleichterung des Studieneinstiegs Studierender im ersten Fachsemester. Dieses Thema steht im Zentrum des Konzeptes des BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung)-Projekts Open Engineering an der Hochschule Mittweida, in dessen Rahmen auch diese Masterarbeit entstanden ist.

Das Wissensniveau der Studienanfänger beim Übergang von der Schule zur Hochschule ist durch sehr grosse Diversität charakterisiert. Besonderes in der Mathematik gab es bisher Probleme bei Erstsemestern hinsichtlich der Kenntnisse der elementaren Rechengesetze sowie auch der fehlenden Fertigkeiten und Fähigkeiten bei deren Anwendung.¹ Diese stellen ein Hindernis für das Verständnis des Hochschulstoffs dar. Der Einstufungstest während der Präsenzveranstaltung wird derzeit für Studienanfänger der HS Mittweida schriftlich durchgeführt. Es besteht Optimierungsbedarf in der Effektivität des Vorgehens und der Ergebniswirkung, der vor allem durch Umstellung auf ein E-Learning Angebot erfüllt werden soll. Durch den Einsatz des E-Learnings wird eine effektive und zeitgerechte Möglichkeit zur Ermittlung des Wissenstands der Studienanfänger geschaffen. Diese Unterstützung und Optimierung von Lernprozessen durch digitale Technologien setzt Kenntnisse der generellen Funktionsweise und der Gestaltungsfaktoren von Lernprozessen voraus. Dafür wird eine Recherche über die allgemeinen pädagogischen Lern-Konzepte und Theorien angestellt und Untersuchungen durchgeführt, wie E-Learning-Angebote mit mathematischen Inhalten für Studienanfänger konzipiert, produziert und zugänglich publiziert werden können.

¹ vgl. Fischer R., Melzer S. : Mathematik-Tutorium als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung. Projekt Open Engineering, 2017, S.2

1 Einleitung

Der Einstieg in den Hochschulalltag kann den Studienanfängern, unabhängig vom Studienfach, aus unterschiedlichen Gründen schwer fallen. Es reicht oft das in der Schule erworbene Vorwissen nicht aus. Auch auf Grund der Ermangelung grundlegender allgemeiner Studierfähigkeiten, z. B. Selbstorganisation und methodisches Lernen, sind viele Studierende anfangs völlig überfordert. Eine besondere Rolle für den erfolgreichen Studienanfang spielt das Thema Motivation. Es fällt vielen Studierenden schwer, sich selbst zum Lernen zu motivieren, und dieses Problem kann nicht einfach von externer Seite gelöst werden, da Lernen ein konstruktivistischer² Prozess ist. Das bedeutet, dass die Studierenden die geforderten Kompetenzen selbst in sich aufbauen müssen, auf aktive Weise. Der Beitrag, den die Dozenten zum Studienerfolg eines einzelnen Studierenden leisten können, ist dabei durchaus wichtig, aber dennoch begrenzt. Die Dozierenden können die Studierenden zwar gezielt unterstützen, aber die geforderten Kompetenzen nicht "von aussen einfüllen". So liegt es letztlich in der Hand der Studierenden, ob ihr Studium erfolgreich verläuft oder nicht.³

Um den Einstieg in das Studium zu erleichtern und möglichst vielen jungen Menschen zu einem Abschluss zu verhelfen, der ihren Neigungen und Fähigkeiten entspricht, wird im Rahmen des Projektes Open Engineering der Hochschule Mittweida ein Modul Studieneinstieg Mathematik entwickelt und erstmals im Wintersemester 2017/18 in der Praxis erprobt. Ein grobes Prozessschema, das für das geplante Angebot eine Basis darstellt, ist in der Abbildung 1.1 veranschaulicht. Durch Lösen der Aufgaben erkennt der Studierende seine Defizite in den mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Darauf folgend bekommt er ein leistungsabhängiges Feedback. An dieser Stelle muss bei den Studierenden eine lernförderliche Motivation generiert werden, um das Angebot aus dem Feedback zu nutzen, sich in das Thema einzuarbeiten und den Testdurchlauf zu wiederholen. Dies bedeutet, dass die Studierenden Strategien entwickeln, um sich durch das Selbststudium fachmathematisches Wissen anzueignen. Schlussendlich wird die Verbesserung der Kenntnisse erwartet.

² Die konstruktivistische Didaktik versteht das Lernen als Prozess der Selbstorganisation des Wissens, das sich auf der Basis der Wirklichkeits- und Sinnkonstruktion jedes einzelnen lernenden Individuums vollzieht und damit relativ, individuell und unvorhersagbar ist.

³ vgl. Ebner K.: Entwicklung der Studierfähigkeit als Aufgabe der Universität: Coaching studentischer Selbstmanagementkompetenzen. Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 2009, S. 37.

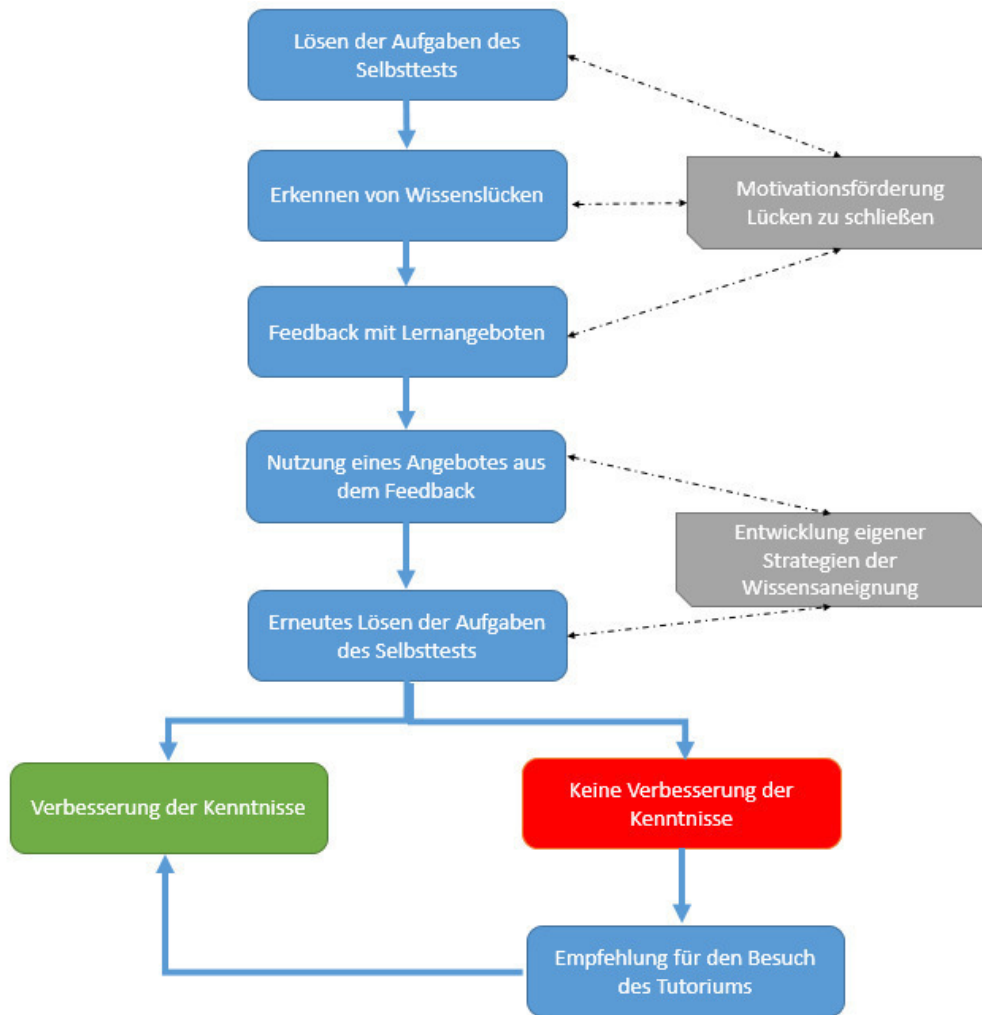


Abbildung 1.1: Ablauf des Moduls Studieneinstieg Mathematik

Hauptaufgabe des Moduls ist es, die Studierenden im Einstieg ins Fach Wirtschaftsmathematik zu begleiten und rund um das Lernen von Mathematik durch selbstgesteuertes Lernen zu unterstützen. Weiterhin ist dieses Angebot besonderes für die Zielgruppe ohne Abitur, die Studieninteressenten, die schon im Berufsleben stehen und ihre Kenntnisse in Mathematik für das Hochschulstudium auffrischen und zu gewissen Themen erst erwerben wollen, geeignet.

Für die Studierenden des praxisorientierten Bachelor-Studiengangs Industrial Management wird das Angebot besonderes empfohlen, da diese Studenten sich im gesamten September in einem betrieblichen Praktikum befinden und keine Möglichkeit haben, den Vorbereitungskurs in Mathematik zu absolvieren.

1.1 Forschungsstand

Die Entwicklung von onlinebasierten Angeboten an den Hochschulen stützt sich auf verschiedene Theorien und pädagogische Ansätze, zum Beispiel der Lerntaxonomie von B. Bloom, der Lernpsychologie von H. Aebli (1983), dem Modell von B.F. Skinner (1968) und R. Gagne (1974) und den didaktischen Prinzipien von J. Brunner (1981), A. Wittenberg (1990) und H.J.Vollrath (2001). Daraus resultieren unterschiedliche Empfehlungen zur Gestaltung multimedialer Lernumgebungen und deren Integration in den klassischen Lehrprozess.

Die Aufarbeitung der Thematik erfolgt in mehreren Stufen: Die Basis wird durch eine umfangreiche Literatur- und Internetrecherche im deutschsprachigen Raum gelegt. Im Rahmen der Masterarbeit wird eine Recherche bezüglich lernpsychologischer und pädagogischer Ansätze durchgeführt, die sich besonders erfolgreich in der Lehrpraxis etabliert haben und als theoretische Grundlagen multimedialer Lehre dienen. Im Fokus steht dabei ein Konzept (Lernzieltaxonomie) auf Basis der Taxonomie der kognitiven Lernziele von B. Bloom (1973). Die Recherche über diese Taxonomiestufen sowie andere Theorien werden die theoretische Basis der Masterarbeit bilden. Hiermit wird das schon im Rahmen des Projektes Open Engineering entwickelte E-Learning-Stufenmodell zur strategischen Unterstützung der mathematischen Ausbildung von Studierenden veranschaulicht. Dieses Stufenmodell wird im Rahmen der Masterarbeit detailliert beschrieben und dessen Ansatz von pädagogischer und didaktischer Seite weiterentwickelt. Des Weiteren werden die Erfahrungen von Professoren und Dozenten anderer Hochschulen und Universitäten für die bessere Gestaltung des E-Learning Pilot-Moduls Studieneinstieg Mathematik aufgegriffen und weiterentwickelt.

1.2 Forschungsfragestellung

Im Rahmen der Arbeit soll die theoretische Untersuchung von pädagogischen Ansätzen für die Gestaltung von Studienvorbereitungsangeboten erfolgen. Die theoretischen Methoden und Konzepte der Lernpsychologie, die die allgemeine und E-Didaktik betrachten, bilden die Grundlage für die Gestaltung, Einführung und Nutzung eines E-Learning-Angebotes für die Lehre, um dieses effektiver durchzuführen. Darauf basierend erfolgt die Erarbeitung eines Konzepts für Blended Learning-unterstützte Angebote in der Studieneingangsphase. An einer Piloterprobung mittels der Lehr- und Lernplattform OPAL und Editorumgebung ONYX wird eine praktische Realisierung aufgezeigt.

Im Rahmen der Masterarbeit sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Wie kann der Abgleich des Wissensniveaus der Studienanfänger im Bereich Elementarmathematik mit dem erforderlichen Hochschulniveau durch E-Selbsttests effektiv realisiert werden?

- Welche Modelle und Konzepte können dazu beitragen, einen leichteren Studieneinstieg für Studienanfänger zu schaffen?
- Wie kann die Motivation für das Studium bei Studienanfängern durch die Nutzung von E-Learning Angeboten in der Studienvorbereitungsphase erhöht werden?

Die praktische Erprobung der formulierten theoretischen Methoden und der technische Aufbau des Moduls wird hinsichtlich der Zielerreichung analysiert, was abschliessend eine Basis für die Beantwortung der oben genannten Forschungsfragen bilden soll.

2 Modelle der allgemeinen Pädagogik und theoretischen Didaktik

2.1 Klassische Lerntheorien der Lernpsychologie

Im folgenden Kapitel wird die Unterrichtsmethodik, ein Teilgebiet der Didaktik, im Mittelpunkt stehen. Das Hauptziel der Unterrichtsmethodik ist es, Antworten auf Fragen nach der Art und Weise des Unterrichtens sowie auch auf Fragen, auf welchen Wegen bestimmte Lehr- oder Lernziele erreicht werden können, zu geben. In der Pädagogik haben didaktische Regeln, Gesetze oder Prinzipien eine lange Tradition und bauen eine Basis für die Gestaltung des Unterrichts. Sie beziehen Ergebnisse der psychologischen Lerntheorie ein und stellen Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis verdichtet und verkürzt dar. In der mathematikdidaktischen Literatur lässt sich eine Vielzahl didaktischer Prinzipien finden.

Eines von ihnen ist das Spiralprinzip. Aus diesem Prinzip lassen sich zwei Hauptgedanken ableiten: ⁴

- Prinzip des vorwegnehmenden Lernens: Die Behandlung eines Wissensgebietes soll nicht aufgeschoben werden, bis eine endgültig abschliessende Behandlung möglich erscheint, sondern ist bereits auf früheren Stufen in einfacher Form einzuleiten.
- Prinzip der Fortsetzbarkeit: Die Auswahl und die Behandlung eines Themas an einer bestimmten Stelle des Curriculums soll nicht ad hoc⁵, sondern so erfolgen, dass auf höherem Niveau ein Ausbau möglich wird. Zu vermeiden sind vordergründige didaktische Lösungen, die später ein Umdenken erforderlich machen.

Wie in der Abbildung 2.1⁶ zu sehen ist, sind die grundlegenden Ideen und Begriffe immer eine Basis für komplexere Themen. Diese werden immer wieder aufgegriffen, ausdifferenziert und mit neuen Vorstellungen gefüllt. Hiermit spielt Vorwissen und Vorverständnis eine zentrale Rolle und dient zur Verständnisvereinfachung beim Lernfortschritt.

⁴ vgl. Bruner J.S.: Grundfragen des Mathematikunterrichts. Braunschweig: Vieweg, (6. Aufl.), 1981, S.44

⁵ ad hoc = lat. für "zu diesem, hierfür"

⁶ Filler A.: Zusammenfassende Notizen zur Vorlesung Einführung in die Mathematikdidaktik, Teil 2. URL: <http://didaktik.mathematik.hu-berlin.de/files/einfmadid2lernpsych.pdf>. Letzter Zugriff am 09.01.2018

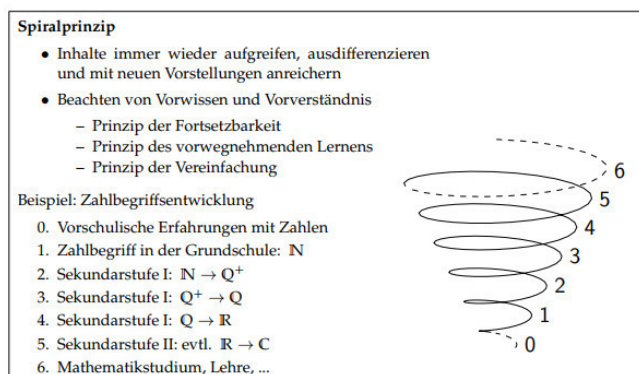


Abbildung 2.1: Spiralprinzip der Bruner Theorie

Ein weiteres Prinzip, das sich in der Didaktik etabliert hat, ist das so genannte Sokratische Prinzip.⁷ Nach diesem Prinzip gibt es im Grunde zwei Unterrichtsarten. Es wird entweder von Antworten oder von Fragen ausgegangen. Diese Unterscheidung charakterisiert zwei grundlegende Einstellungen zum Unterrichten, die sich am ehesten mit darbietendem Lernen einerseits und entdeckendem Lernen andererseits charakterisieren lassen. Für Wittenberg ist die "Frage" ein entscheidender Ausgangspunkt.⁸ Die Lehrperson initiiert und steuert durch Fragen den Problemlöseprozess der Lernenden und hilft ihnen damit, sich Wissen selbst anzueignen und Verständnis zu entwickeln.

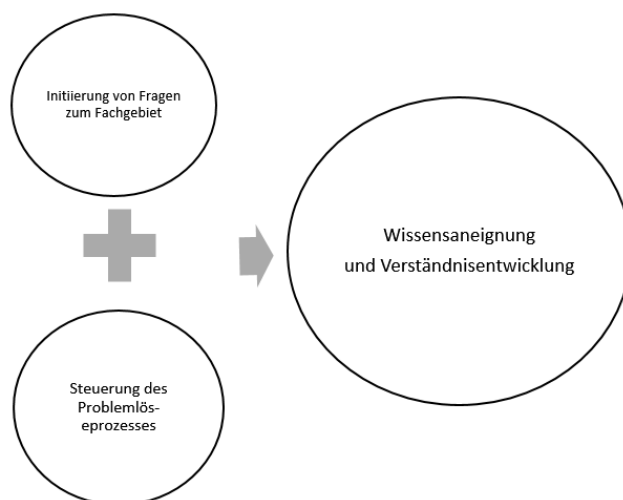


Abbildung 2.2: Sokratisches Prinzip im Unterricht

Ein weiteres Unterrichtskonzept, das die Begriffsentwicklung problematisiert, ist das Konzept des genetischen Unterrichts. Es geht dabei um die Fragen und Probleme, die zu einer Begriffserklärung führen und die Art und Weise der Lösungssuche, die Begriffe als Antworten auf Fragen erkennen lässt. Der Sinn von Begriffsbildungen konstituiert sich in der Auseinandersetzung mit Problemstellungen der Wissenschaft. Man betont

⁷ vgl. Wittenberg, A.I. Bildung und Mathematik. Klett: Stuttgart, 1990, S.60

⁸ ebd.

das Anknüpfen an das Vorverständnis und die Erfahrungswelt der Lernenden, das Berücksichtigen von Entwicklungs- und Verständnisstufen und das Entwickeln neuer Lerninhalte auf der Basis dieses Vorwissens, was insbesondere das Eingehen auf lernpsychologische Erkenntnisse erfordert. Das zentrale Anliegen des genetischen Prinzips ist es, dass ein Fach nicht als ein Fertigprodukt gelernt wird, sondern der Lernende einen Einblick in den Prozess seiner Entstehung erhält. Nach der Aussage von H. Vollrath spielt dieses Prinzip eine wichtige Rolle im Mathematikunterricht. Begriffe der Mathematik dürfen nicht leere anschauungslose Objekte sein, sondern Lernende sollen sie als Antworten auf Fragen erkennen, als Lösungen von Problemstellungen, als Hilfsmittel für Problemlösungen und als Ausgangspunkt neuer Fragen und Problemstellungen.⁹

Ein weiteres wichtiges Prinzip, das in der Mitte vieler Arbeitsformen des Unterrichts steht, ist das Prinzip der Selbsttätigkeit.¹⁰ Ausgehend von Lernmethoden werden neben dem Frontalunterricht auch andere Varianten der Wissensvermittlung angewendet, die gleichzeitig mehr Eigenaktivitäten oder Selbstständigkeit des Lernenden voraussetzen. Dazu zählen Formen wie Projektunterricht, entdeckender Unterricht oder Gruppenarbeiten. Hier wird gezielt die Selbstständigkeit des Lernenden gefordert und gefördert, weiterhin die Selbstkritik an der eigenen Tätigkeit entwickelt und eine Motivation durch Erfolge eingestellt. Gerade Verständnisfehler können genutzt werden, um Ursachen von Fehlerquellen zu lokalisieren und das eigene logische Denken in Bezug auf mathematische Gesetzmässigkeiten zu schulen. Selbsttätigkeit ist eine geplante und zielorientierte Aktivität. Im Allgemeinen wird die Zielerreichung auf der einen Seite mit konkreten Mitteln und Methoden durchgeführt und auf der anderen Seite ein Ziel angestrebt. Sobald jedoch Systematik und Planung aus dem Prozess der Lösung verschwinden, kann nicht mehr von einem selbstständigen Handeln die Rede sein.

Das Prinzip des aktiven Lernens betont die Eigentätigkeit der Studierenden.¹¹ Es basiert darauf, dass sich der Lernende mit dem Stoff auf unterschiedliche Arten aktiv auseinandersetzt und Wissen nicht auswendig lernt. Mit individuellen Lernwegen erarbeitet sich der Studierende nach dieser Theorie sein Wissen selbst. Das funktioniert zum Beispiel über projektbezogenes Arbeiten und die selbstständige Auswahl der Themen. Mit dem Leitsatz "Hilf mir, es selbst zu tun" hat der Lehrende die Aufgabe, den Lernenden bei der Entwicklung seiner Fähigkeiten und Neigungen im Laufe des freien Lernprozesses zu unterstützen. Laut diesem Prinzip bleibt nur aktiv erworbenes und selbst konstruiertes Wissen langfristig verfügbar.

Die zwei weiteren Prinzipien, die erläutert werden sollen, sind das Prinzip des operativen Durcharbeitens und das Prinzip der adäquaten Visualisierung. Das Prinzip des operativen Durcharbeitens, das von Aebli formuliert wurde, besagt, dass ein Unterrichts-

⁹ vgl. Vollrath, H.-J. Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe, 2001

¹⁰ vgl. Knoll, M. Nicht Dewey, sondern Comenius. Zum Ursprung der Maxime "learning by doing". Kritische Studien zur Projektpädagogik. Klinkhardt, Bad Heilbrunn 2011, S. 287-298.

¹¹ vgl. Wittmann, E. Ch. Müller, G.N. Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd.1: Vom Einspluseins zum Einmaleins. Stuttgart: Klett, 1990, S.157ff.

gegenstand soweit wie möglich, auf mehrere Weisen verkörpert bzw. veranschaulicht werden sollte. Die eingeführten Operationen sollten in vielfacher Weise zusammengesetzt, verändert, umgekehrt und durch Herstellung vieler Bezüge zu anderen Operationen in umfassendere Systeme integriert werden. Teilaspekte dieses Prinzips sind systematisches Verändern der Ausgangssituation und Analyse des Effektes, Variation des Lösungsweges (und Reflexion) und Wechsel der gesuchten Grösse.¹²

Didaktische Visualisierungen bieten für den Unterricht eine wertvolle Möglichkeit der Wissensvermittlung und aktivitätsförderlichen Zeitersparnis, da in ihnen über eine prägnante und reduzierte Darstellungsweise komplexe Lehr-Lerninhalte reduziert präsentiert werden können. Visualisierte Inhalte werden deutlich leichter verstanden und besser erinnert als rein verbal kommunizierte Inhalte. Bilder zeigen deutliche Zusammenhänge und Wechselbeziehungen auf, veranschaulichen Fakten, erklären Komplexes einfach und eingängig. Sie erhöhen den Wiedererkennungswert.¹³

All diese Prinzipien gelten sowohl für den Präsenzunterricht, als auch für online-gestützte Lernangebote. Diese grundlegenden didaktischen Prinzipien sollten bei der Konzipierung von E-Learning Inhalten beachtet werden.

2.2 Lehr-/Lernziele

Die klassische Präsenzlehre in Form von Vorlesungen, Seminaren und Praktika ist die stützende Säule der Hochschullehre. Der Dozent steht zumeist einer hohen Anzahl Studierender gegenüber, präsentiert nicht nur, sondern bietet zudem Raum für eine Diskussion und fachliche Unterstützung. Diese Lehr-/Lernsituation ist durch den Einsatz digitaler Medien Veränderungen unterworfen. Die verstärkte Einführung online verfügbarer Lehr-/Lernmaterialien richtet sich auf eine Ergänzung, Verbesserung und Erweiterung bisheriger Lehr-/Lernangebote durch den Einsatz digitaler Medien, nicht auf den Ersatz der Präsenzlehre. Die konkrete Gestaltung einer E-Learning Anwendung hängt massgeblich davon ab, welche Lehr-/Lernziele damit verfolgt werden. Im ersten Schritt steht somit die Definition der Lehr-/Lernziele. In diesem Kapitel werden die Ziele der kognitiven (Taxonomie von Bloom), psychomotorischen und affektiven Ebenen des Lernens detailliert betrachtet.

¹² vgl. Aebli H. Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Stuttgart: Klett-Cotta, 1983, S. 102

¹³ vgl. Skinner B.F. The technology of teaching; Appleton-Century-Crofts, New York, 1968,

2.2.1 Taxonomie der kognitiven, psychomotorischen und affektiven Lernziele

Das Lernziel steht am Ende eines Lernprozesses als dessen nachprüfbar vorhandenes und erwünschtes Ergebnis.¹⁴ Die bis heute einflussreichste Definition des Begriffs "Lernziel" stammt von Robert F. Mager: "eine zweckmässige Zielbeschreibung, mit der es gelingt, die Unterrichtsabsichten dem Leser mitzuteilen. Eine gute Zielbeschreibung schliesst darüber hinaus eine möglichst große Anzahl möglicher Missdeutungen aus".¹⁵ Lehrziele können in drei verschiedenen Dimensionen analysiert werden. Eine der bekanntesten Theorien der kognitiven Lernziele ist die Taxonomie von Benjamin Samuel Bloom (1913-1999).¹⁶ Bloom gliederte Lernziele in 6 Stufen und ordnete sie nach dem Grad ihrer Komplexität. Seine Taxonomie ist in Abbildung 2.3 veranschaulicht und kann wie folgt beschrieben werden:

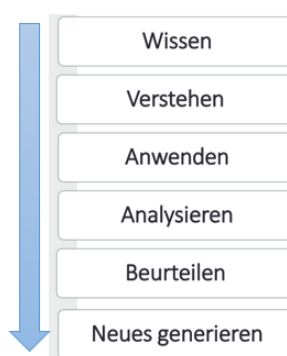


Abbildung 2.3: Lernziele der kognitiven Ebene nach dem Grad der Komplexität von B. Bloom

1. Wissen im Sinne von Erinnern: Begriffe, Informationen, Fakten, Methoden in Relation zur fachlichen Wissenstruktur wiedergeben und abrufen.
2. Verstehen: Zusammenhänge erkennen und herstellen, neues mit altem Wissen verknüpfen; Sachverhalte und Ideen erläutern; Schlüsse ziehen.
3. Anwenden: Transfer herstellen; Erlerntes auf eine konkrete Situation, in einem neuen Zusammenhang oder in eine neue Situation übertragen.
4. Analysieren: Informationen mithilfe von Kriterien zerlegen, prüfen und gliedern; Beziehungen erkennen; Bestimmung der Relation zu einer übergeordneten Struktur.
5. Bewerten: Urteile anhand von Kriterien und Standards fällen; qualitative und quantitative Urteile abgeben; Hypothesen bilden und überprüfen; konstruktive Kritik üben.
6. Neues generieren: Elemente zu einem neuen, kohärenten, funktionierenden Ganzen zusammenführen/reorganisieren; Ableitungen vornehmen; alternative Lösungen formulieren.

¹⁴ vgl. Terhart E. Lehr-Lern-Methoden (4. Aufl.). Weinheim: Juventa, 2005

¹⁵ Mager R. F. Lernziele und programmierter Unterricht (35. Aufl.). Weinheim: Beltz, 1972

¹⁶ Bloom. B.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich; Weinheim, Basel : Beltz, 2. Aufl., 1973.

Die genannten Stufen bilden eine Taxonomie in dem Sinne, dass jede höhere Stufe als Voraussetzung auch immer diejenigen Fähigkeiten umfasst, die durch die vorherigen Stufen definiert sind.¹⁷ Dr. Anja Centeno Garcia erweitert die kognitive Ebene auf psychomotorische und affektive Ausdehnungen. Sie behauptet, dass die psychomotorische Ebene des Handelns und Anwendens des Unterrichtsstoffes in die 5 folgenden Stufen nach dem Grad der Koordination gegliedert werden kann:¹⁸



Abbildung 2.4: Lernziele der psychomotorischen Ebene nach dem Grad der Koordination

1. Imitation: Beobachtung und Nachahmung; grobe, unsichere Anwendung.
2. Manipulation: Handlungen mit Instruktion ausführen; zunehmende Sicherheit.
3. Präzisierung: Abläufe flüssig und mit hoher Genauigkeit; allmähliche Unabhängigkeit vom Modell.
4. Handlungsgliederung: Koordination komplexer Abläufe; harmonisches Zusammenwirken
5. Naturalisierung: automatische, unbewusste Ausführung; Unabhängigkeit vom Modell.

Weiterhin wurden Lernziele der affektiven Ebene nach dem Grad der Internalisierung formuliert.

¹⁷ vgl. Brennecke K. Neue Formen der Lehrprozessgestaltung mittels E-Learning: Blended LearningKonzept für den Bachelorstudiengang "Industrial Management" (B. Eng.) Hochschule Mittweida. Institut für Technologie- und Wissenstransfer, Dokumentation des Projektes "Open Engeneering", 2017

¹⁸ vgl. Centeno Garcia A. Mehr als die Klausur am Ende. Dokumentation des Workshops an der HS Mittweida, 18-19.05.2017

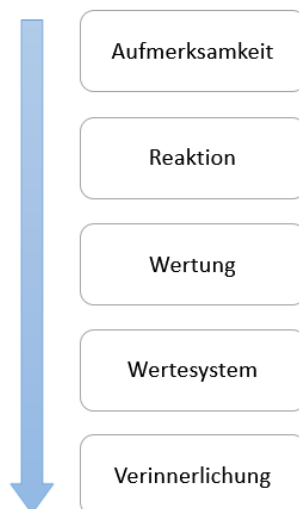


Abbildung 2.5: Lernziele der affektiven Ebene nach dem Grad der Internalisierung

1. Aufmerksamkeit: Sensibilisierung für das Thema; als bedeutsam zur Kenntnis nehmen.
2. Reaktion: Interesse und Aufnahmebereitschaft; positive Haltung zum Thema.
3. Wertung: Inhalte für wertvoll halten; Bereitschaft, grösseren Aufwand dafür zu betreiben.
4. Wertesystem: Wert von Einzelfall lösen und auf das Allgemeine schliessen; Werte in Beziehung setzen.
5. Verinnerlichung: Handeln an Werten und Qualitätsverständnis ausrichten; sich mit Werten identifizieren.

Das letzte Modell findet in der Umsetzung von E-Learning Angeboten die grösste Auswirkung. Es bildet die Basis für handlungsorientiertes Lernen, welches grundlegend für die Ebene des medialen Lerngeschehens ist. Der Anwender löst das Handeln durch Aktivitäten mit der Maus oder Tastatur aus und bekommt eine Rückmeldung, auf psychologischer Ebene eine Erlebnis, was mit Steigerung der Motivation zusammenhängt. Die Erlebnisorientierung dieses Prozesses führt dazu, dass der Anwender neuen Zusammenhängen zwischen einzelnen Lernschritten folgt und sich damit das neue Wissen aneignet. Das bedeutet, dass die mediale Lernumgebung auf einen Lerndialog aufgebaut werden soll, der den Lernenden mit dem System verbindet, mit ihm "kommuniziert". Jeder Schritt (Replik) in diesem Dialog muss gut konzipiert werden und sich auf die Ziele dieser einzelnen Schritte konzentrieren. Die Antwort auf die Fragen "Was möchte ich genau in diesem Schritt erreichen?" und "Was erwarte ich von dem Anwender?" muss bei der Konzipierung des Moduls klar sein. Ein Beispiel dafür kann das Öffnen des Online-Tests sein, wo der Student die Antwort auf eine offene Frage geben soll. Hier ist es wichtig zu überlegen, welche Rückmeldung/Feedback genau in diesem Schritt gegeben wird und ob diese Rückmeldung ein motivationsförderndes Element enthält, nach

dessen Entdecken der Anwender zu einem weiteren "Dialog" mit dem System (Reaktion) angeregt werden soll. Gelingt es, den Anwender dazu zu motivieren, weitere Schritte zu gehen, wo er zum Beispiel durch Selbststudium mit dem vorgeschlagenen Material vertraut gemacht werden soll, wird damit durch die Anwender der Wert des Systems anerkannt. Diese Anerkennung benötigt aber weitere motivationsfördernde Elemente, die den Anwender zu den nächsten Schritten motiviert. Wird diese Motivation nicht positiv bzw. interessant genug formuliert, steigt die Gefahr, dass der Anwender sich nicht mehr mit dem Modul befasst.

Auf diesem Wege ist es wichtig zwei weitere Theorien, die in der Mitte des 20. Jahrhunderts formuliert wurden und immer noch grosse Aktualität in der Pädagogik haben, zu betrachten. Es sind die Theorien von programmierten Unterweisungen von Skinner (1954) und die Instruktionstheorie von Gagne (1974).

Bei der Theorie der programmierten Unterweisung von Skinner (siehe Abbildung 2.6) gilt vor allem das Prinzip, dass komplexe Lerninhalte in kleine Einheiten segmentiert werden. Dieses soll zu einer Fokussierung auf sichtbares Verhalten, auf Faktenwissen und auf zielerreichendes und zeitlich selbstgesteuertes Lernen führen. Zu jeder Lerneinheit (1 bis n) wird eine Aufgabe mit angepasster Rückmeldung ("X → keine/negative Reaktion" und "OK → Verstärkung") durchgeführt, was in einfachen Prozessen zum Entwickeln von Routine geeignet ist: Es wird die sogenannte operante Konditionierung angewendet.

Für die programmierte Unterweisung lassen sich ausserdem folgende wichtige Grundregeln festlegen: Die Inhalte werden in Einzelfragen und Antwort-Kombinationen mit ansteigender Schwierigkeit unterteilt. Die Lernziele müssen klar und in objektiver Form vermittelt werden. Jeder Lernende arbeitet nach seiner individuellen Lerngeschwindigkeit, sowie auch jede Aktion an ein direktes Feedback gekoppelt sein muss. Gute Gesamtleistungen sollten, neben der positiven Verstärkung bei der korrekten Beantwortung von Einzelfragen, zusätzlich belohnt werden.¹⁹

¹⁹ vgl. Skinner B.F. The technology of teaching; Appleton-Century-Crofts, New York, 1968

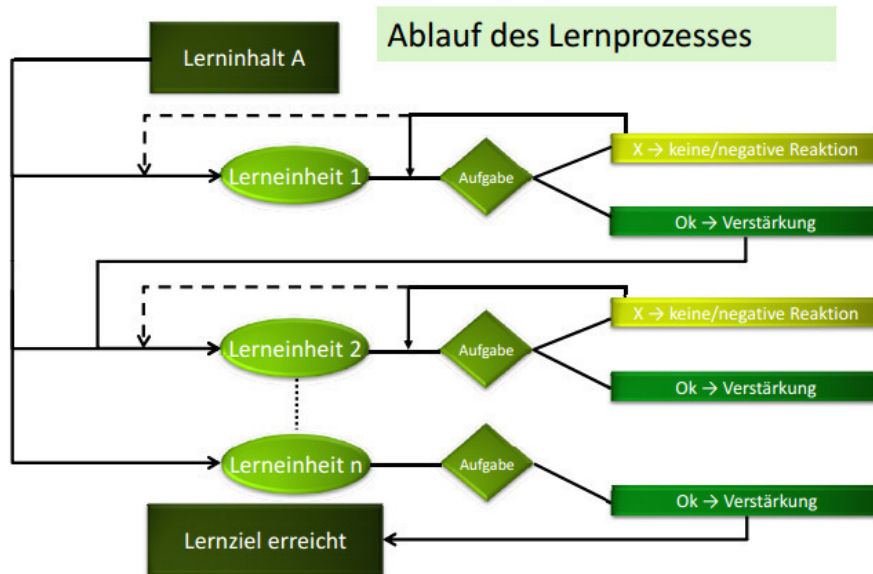


Abbildung 2.6: Theorie der programmierten Unterweisungen von Skinner (L. Bücken; K.Pelzer. Lehrerbildungszentrum RWTH Aachen)

Die Instruktionstheorie von Gagne ist ein weitere didaktische Theorie der allgemeinen Pädagogik. Sie beschreibt ein Vorgehen zur Sequenzierung von Lehrschwerpunkten und ist detailliert in der Abbildung 2.7 dargestellt.

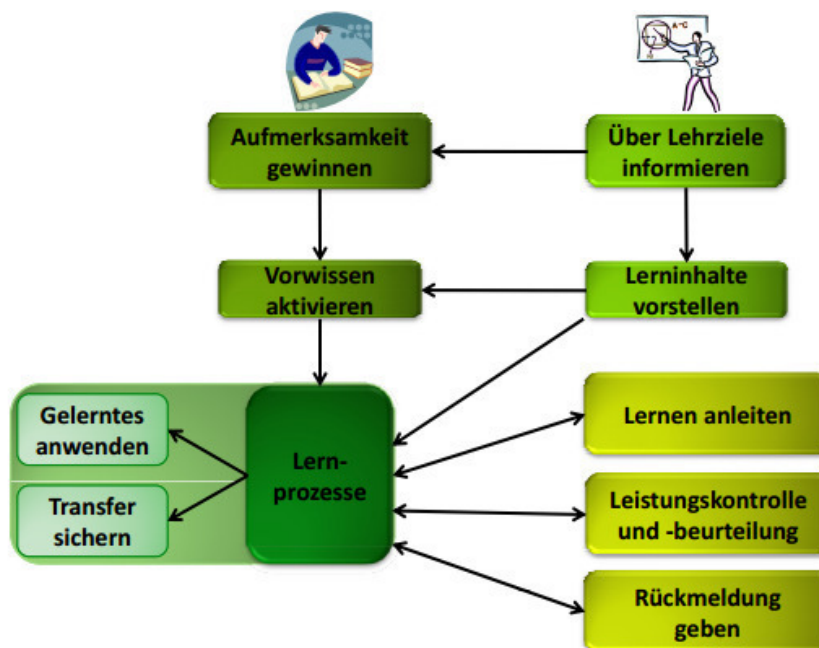


Abbildung 2.7: Instruktionstheorie von Gagne (L. Bücken; K.Pelzer. Lehrerbildungszentrum RWTH Aachen)

Bei dem Schritt "Informieren über die Unterrichtsziele" muss den Lernenden mitgeteilt werden, wie das erwartete Verhalten gezeigt werden kann. Der Lehrende muss eine Tätigkeit vorführen oder beschreiben, zu der ein Konzept, eine Regel oder ein Verfahren gehört, sowie die Beschaffenheit der zu erwarteten Lösung klarstellen als auch die

Information zu den Zielen erst geben, wenn sich die Lernenden für eine bestimmte Einstellung entschieden haben.

Der Lehrschrift "Aufmerksamkeit gewinnen" hat vor allem den Hintergrund, die neue Lernsituation von der alten Lernsituation abzugrenzen. Dies wird besonders durch die Verwendung visueller (Bilder oder anderes optisches Design) oder akustischer Reize erreicht. Diese sollten jedoch auf den neuen Inhalt gerichtet sein. Die Aufmerksamkeit kann auch durch die Demonstration eines relevanten Vorgangs oder die Konstruktion von hypothetischen Situationen erlangt werden, welche gleichermassen interessante Fragestellungen aufwerfen.

Die "Aktivierung des Vorwissens" soll gezielt durch das Stellen von Fragen oder Bieten von Zusammenfassungen erfolgen. Dabei sollen erlernte Regeln und Konzepte aktiviert werden, die bereits Bestandteil des Problems, des Konzeptes oder der Regel sind. Der Lehrende sollte die Vorerfahrungen und Einstellungen zur relevanten Information sammeln. Die Darstellung der Reizmaterialien mit kennzeichnenden Merkmalen beinhaltet das Systematisieren von Aussagen und Informationen unter Nutzung von Symbolen zur Systematisierung und Kennzeichnung von zentralen Merkmalen und der Vorstellung von Beispielen. Die Strategien sollen durch eine Problembeschreibung in ihrer Funktionsweise erläutert werden, nachdem ein Vorführen der normalen Verhaltensweise vollzogen wurde.

Der Lernprozess selbst sieht vor allem vor, Bezüge zu übergeordneten Wissenseinheiten herzustellen, zur genauen und anhaltenden Übung aufzufordern, Rückmeldung über die ausgeführte Leistung zu geben, die Handlungswahl vorzuführen, Vorbilder zu beschreiben und Beispiele und Lernhilfen bereitzustellen.

Das "Lernen anleiten" wird vor allem durch das Erfragen von Gesamt- oder Teilinformationen, das Wiedergeben von Informationen in eigenen Worten von den Lernenden und das Versetzen der Lernenden in bestimmte Situationen, wodurch sie ein bestimmtes Verhalten zeigen sollen, erreicht. Der Lernende soll die Möglichkeit erhalten, ein Konzept oder eine Regel auf nicht behandelte Beispiele anzuwenden.

Das "Geben von einem Feedback" sollte in der Form ausgeführt werden, dass Hinweise zur korrekten Ausführung gegeben werden, falls die Ausführung nicht korrekt ist und die korrekte Ausführung unbedingt bestätigt werden muss.²⁰

Diese zwei Modelle können erfolgreich ihre didaktische Widerspiegelung in E-Learning und Blended-Learning Szenarien finden. Die detaillierte Beschreibung von Lernzielen für jeden Lehr- und Lernschritt muss im Rahmen der didaktischen Planungen des Unterrichts immer im Mittelpunkt stehen. Pauschale ergebnisorientierte Lernziele ohne Bezug auf den gesamten Lehr- und Lernprozess müssen vermieden werden. Die Beschrei-

²⁰ vgl. Gagne R.M.Principles of Instructional Design. Holt, Rinehart, and Winston, Inc., New York, 1974.

bung von Unterrichtszielen der einzelnen Lehrveranstaltungen muss mit dem gesamten Lehrszenario im Einklang stehen. Mit der Einführung von E-Learning Phasen im klassischen Unterricht wurden in der Didaktik mehrere Szenarien der Kombination dieser zwei Formen entwickelt, die im folgenden Kapitel detailliert beschrieben werden.

2.3 Szenarien online-basierten Lehrens und Lernens

In der E-Didaktik haben sich viele verschiedene Szenarien online-basierten Lehrens und Lernens etabliert. Claudia Bremer führt drei Konzepte des Online-Anteils im Kontext der Gesamtveranstaltung ein.²¹

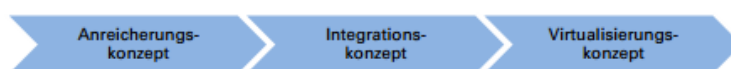


Abbildung 2.8: Szenarien online-basierten Lehrens und Lernens nach Bremer

Im Rahmen des Anreicherungskonzeptes nehmen die Online-Angebote nur eine unterstützende begleitende Rolle ein. Das kann die Bereitstellung von Skripten und Folien sein sowie auch die weiterführenden Materialien für die Präsenzlehrveranstaltung. Dazu gehört auch die Bereitstellung von Foren für fachliche und organisatorische Fragen, um die Teilnehmenden auch nochmals kurzfristig zu benachrichtigen. Wichtig hierbei ist die Mischung von Präsenzformen und die Nutzung von Online-Angeboten. Den Lernenden muss deutlich werden, für welche Zwecke die einzelnen Medien eingesetzt werden, während der Lehrende eine klare didaktische Funktion hinter der Nutzung von Kommunikations- und Kooperationsmedien haben muss. Das kann daran liegen, dass zum Beispiel in einer Dateidiskussion Vorlesungsinhalte diskutiert werden, wo die Studierenden die Inhalte kommentieren und interpretieren.

Am häufigsten findet man die Unterstützung der Präsenzlehre und das Integrationskonzept vor. Dies sind so genannte "Blended Learning-Arrangements", also Szenarien in denen Onlinephasen mit Präsenzphasen kombiniert werden. Hier werden Online-Einheiten als Bestandteil in die Veranstaltung eingebettet, ohne die die gesamte Veranstaltung nicht vollständig wäre. Beispielsweise kann die Übung durch Online-Tests und die Abgabe der Belegaufgaben nur über die Lernplattform erfolgen. Das bedeutet auch, dass Veränderungen im Ablauf der Präsenzveranstaltungen vorgenommen werden müssen, um die Online-Anteile aufzugreifen und eine enge Verzahnung der Online- und Präsenzphasen zu ermöglichen. So kann beispielsweise die Präsenzveranstaltung zur Wissensvermittlung genutzt werden, die durch eine Wissensanwendung in einer Online-Übung abgerundet und mit der Reflexion und Feedback wieder in der Präsenz abgeschlossen wird.

²¹ vgl. Bremer, C. Überblick über die Szenarien netzbasierten Lehrens und Lernens. URL: www.bremer.cx/material/Bremer_Szenarien.pdf Letzte Zugriff am 25.08.2017

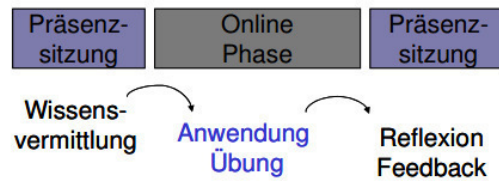


Abbildung 2.9: Abwechslung von Präsenzsitzung und Onlinephase im Rahmen des Integrationskonzeptes

Beim Virtualisierungskonzept handelt es sich um rein virtuelles Lehren und Lernen. Beispiele sind so genannte "Learning on Demand" (Lernen nach Bedarf) Angebote, mit anderen Worten multimediale Selbstlernmaterialien. Im vorliegenden Kontext wird genau dieses Konzept eine nähere Betrachtung erfahren.

Bei der Entwicklung des Moduls Studieneinstieg Mathematik steht zunächst das Virtualisierungskonzept im Mittelpunkt. Hauptgrund dafür, dass das Modul als Studienvorbereitungsangebot schon vor Beginn des ersten Semesters für die Studienanfänger zur Verfügung gestellt wird, ist, dass diese sich geographisch nicht am Studienort befinden, was ein Präsenztreffen nicht möglich macht. Weiterhin umfasst die Wissensvermittlung des Moduls die Abiturinhalte, die klar abgrenzbare und strukturierte Materialien umfassen und bei der selbstständigen Arbeit mit dem Modul schnell wieder zu erlernen sind. Weiterhin wird eine Menge von zusätzlichen Angeboten offeriert und teletutorielle Betreuung gewährleistet. Es ist eine direkte Beziehung zum Integrationskonzept erkennbar, da die Studierenden während der Arbeit mit dem Modul die Empfehlung zum Besuch eines semesterbegleitenden Tutoriums, das vor Ort stattfindet, erhalten. Hier sehen wir, dass das Modell von Bremer sich in der Anordnung ändert und somit ein ganz anderes Szenario formuliert werden kann. Das Virtualisierungskonzept der Lehre übernimmt jetzt die Vorbereitung der Studierenden für das Integrationsszenario des Tutoriums (siehe Abbildung 2.10).



Abbildung 2.10: Verbindung zwischen den Virtualisierungs- und Integrationskonzept des online-basierten Lehrens und Lernens

2.4 Prinzipien der Kognitions- und Persönlichkeitstheorien zur Motivationssteigerung

Da das Hauptziel der Arbeit die Steigerung der Lerneffektivität bei Studierenden ist, muss der Begriff Lerneffektivität genau betrachtet werden. Es gibt verschiedene Faktoren, die zur Lerneffektivität beitragen können. Zu den wichtigsten gehört die Motivation von Studierenden. Die Kognitionspsychologie beschäftigt sich bereits seit Jahrzehnten intensiv mit der Frage, wie digitale Lernumgebungen designt werden müssen, um die Lernenden zu motivieren, ihre kognitiven Ressourcen optimal zu nutzen. Aber unter welcher Voraussetzung können E-Learning-Maßnahmen zu einem Motivationsanstieg auf Seiten der Lernenden führen? Eine Antwort auf diese Frage liefert die Analyse von grundlegenden Prinzipien, die direkt auf die Motivation der Lernenden abzielen.

Das Personalisierungsprinzip spielt hier eine zentrale Rolle. Indem die Lernenden in der zweiten Person angesprochen wurden (Du lernst), konnte in mehreren empirischen Studien der Lernerfolg im Vergleich zu unpersonalisierten Lerneinheiten gesteigert werden.²²

Weitere Schlussfolgerungen aus Studien von Mayer weisen darauf hin, dass positive Emotionen während des Lernprozesses den Lernerfolg fördern. Die direkten Formulierungen müssen die höfliche Ansprache ersetzen und dialogorientierter gestaltet werden. Sätze wie "Wusstest Du, dass ..." oder "Das ist leider falsch. Möchtest Du es noch einmal versuchen?" tragen zu mehr persönlichen und positiven Antwortauswertungen bei und ziehen mehr Motivation für eine Weiterarbeit mit dem Stoff nach sich.

Zur Anregung positiver Emotionen kann die ästhetische Gestaltung und Einbindung von visuellen Elementen führen. So beeinflusst laut Um die Gestaltung mit Icons oder Symbolen und die Einbindung von Bildern den kognitiven Verarbeitungsprozess im Arbeitsgedächtnis positiv und Inhalte im Langzeitgedächtnis können länger gespeichert werden.²³

Ein weiterer Aspekt, der in vielen Persönlichkeits- und Motivationstheorien als einer der wichtigsten Elemente in Lernprozessen thematisiert wurde, ist das Anstreben nach Kompetenz und die Unterstützung bei Kompetenzerwerb. Im Rahmen der Selbstbestimmungstheorie beschreibt das Bedürfnis nach Kompetenz den Wunsch, wirksam zu sein in den laufenden Interaktionen mit der sozialen Umwelt, und Gelegenheit zu haben, die eigenen Fähigkeiten anzuwenden.²⁴ Es ist durch das Bestreben gekenn-

²² vgl. Mayer, R. E.; Fennell, S.; Farmer, L., Campbell, J. Personalization effect in multimedia learning. Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. *Journal of Educational Psychology*, 2004, 389-395.

²³ vgl. Um, E.; Plass, J. L.; Hayward, E. O.; Homer, B. D. Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 2012

²⁴ vgl. Deci, E.L. Ryan, R.M. Motivational approach to self: Integration in personality. Paper presented at the Nebraska symposium on motivation: Perspectives on motivation; Lincoln, 1991

zeichnet, die Wirkung eigener Handlungen zu kontrollieren und sich darin selbst als kompetent zu erleben. Es bedeutet, dass die Kontrolle über die Richtigkeit der Handlungen der Lernenden jemand übernehmen kann, der in dem Wissensbereich selbstsichere Kenntnisse beherrscht. Der Lehrende übernimmt nicht nur die wissensvermittelnde Rolle, sondern hilft und berät in Situationen, wenn Lernende in der Wissensaneignung verunsichert sind. Im Unterricht übernimmt immer der Professor (Dozent, Tutor) diese Rolle. Im Fall des online-gestützten Lernangebotes muss der Austausch durch Einführung von Kommunikationselementen erfolgen, zum Beispiel durch die E-Mail-Funktion, das Forum bzw. das Web-Meeting. Zusammenfassend kann man sagen, dass sich ohne eine kompetente Person, der Lernende schwer eigene Kompetenzen erarbeiten kann und die Frage der Unterstützung eine wichtige Rolle spielt.

Die weiteren motivationsfördernden Möglichkeiten benötigen die Intention von Lehrenden. Die Durchführung des Online-Angebotes als Pflichtteil der Lehrveranstaltung bzw. die Vergabe von Zusatzpunkten für die Probeklausur bzw. Abschlussklausur bei erfolgreichem Abschluss von Online-Aufgaben kann die Wahrscheinlichkeit, dass die Studierenden sich mit dem Angebot beschäftigen, steigern. Hier sind Abstimmungen auf rechtlicher Ebene notwendig und ein genauer Entschluss, bei welchem Fortschritt und wie viel Punkte gewährt werden dürfen.

Die erfolgreiche Bekanntgabe des Angebotes spielt eine wichtige Rolle beim Wecken des Interesses bei den Studierenden. Hier könnten die traditionellen Marketingintensivierungen, zum Beispiel die Ausgabe von gedruckten Flyern, Werbung auf der Internetseite der Hochschule und der Aushang von Plakaten in Räumen der relevanten Fakultäten sowie die persönliche Ansprache und das Informieren während der Einführungsveranstaltung für Erstsemestlern und die Bekanntgabe durch Professoren während der Präsenzveranstaltung.

2.5 Stufenbasiertes Konzept der Umsetzung von E-Learningaufgaben

Im Rahmen des Projektes Open Engineering wurden neue methodisch-didaktische Lösungsstrategien für die E-Learning Selbsttests entwickelt. Sie basieren auf vier aufeinander aufbauenden Umsetzungsstufen und sind in Abbildung 2.11²⁵ veranschaulicht.

²⁵ Fischer R., Melzer S.: Mathematik-Tutorium als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung. Projekt Open Engineering. URL: www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html. Letzter Zugriff am 09.01.2018

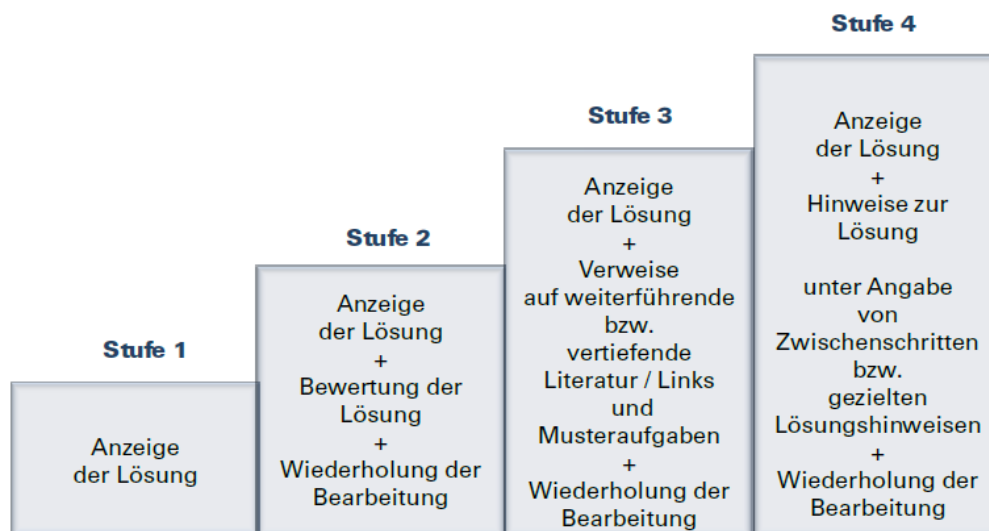


Abbildung 2.11: Stufenmodell der Umsetzung von Übungsaufgaben in Mathematik mittels E-Learning Ansätzen.

Bei Stufe 1 des Konzeptes liegt der Schwerpunkt auf der Implementierung von online-gestützten Tests in einfachen Szenarien, in denen die Studierenden eine Aufgabe vorgegeben bekommen und diese mit Stift und Papier selbständig lösen sollen. Sobald der Studierende die Aufgabe berechnet hat, klickt er auf den entsprechenden Button, um die richtige Lösung einzublenden. Die angezeigte richtige Lösung wird mit den berechneten Ergebnissen verglichen. Ein Vorteil hier ist, dass keine Eingabe durch die Lehrenden notwendig ist. Die technische Umsetzung bereitet keine grossen Schwierigkeiten und benötigt nicht so viel Zeit. Auf der anderen Seite gibt es keine Feedbacks für die Lernenden bei falsch berechneten Aufgaben. An dieser Stelle muss der Studierende allein und selbständig die Fehler in dem Berechnungsweg suchen und bekommt keine Hilfestellung.

Das Implementierungsszenario der Stufe 2 setzt voraus, dass der Studierende seine Lösung in die Lücke der programmierten Aufgabe eingibt und somit auf Richtigkeit ausgewertet bekommt. Wie es in Abbildung 2.12 dargestellt ist, sieht er anhand eines entsprechenden Piktogramms (rotes Kreuz für falsche Lösung und grünes Häkchen für richtige Lösung), ob seine Antwort falsch oder richtig ist. Bei einer falschen Antwort erscheint sofort die Lösung. Mit der Anzeige der Lösung wird erzielt, dass der Studierende die fehlerhafte Rechnung nochmals überdenken sollte, um sie nochmal durchzurechnen und das Ergebnis wiederholt in die Lücke einzugeben. Die Wiederholung der Bearbeitung in dieser Stufe ist somit zugelassen.

Nachteil in dieser Darstellung ist, dass die Fehler jedoch oftmals nicht gefunden werden, da den Studierenden das Wissen aus dem Fachgebiet fehlt und der Rechenweg nicht nachvollziehbar ist. Der Studierende wird an dieser Stelle aufgrund des Misserfolgs nicht motiviert, die Aufgaben weiter zu rechnen. Da die Rechenfehler unbekannt bleiben, wird er sie wahrscheinlich im weiteren Testablauf wiederholen, was negative

Ergebnisse und fehlende Punktzahlen für den gesamten Test mit sich bringt. Im abschliessenden Feedback nach dem Test erhält der Studierende nur die Anzahl der erreichten Punkte angezeigt, die sich aus den richtig beantworteten Fragen summieren. Solch ein Feedback ist sehr wenig informativ und der Studierende bekommt für seine Erfolgszuversicht minimale Unterstützung. Der Lernende hat wieder eine Möglichkeit, die falsch gelöste Aufgabe nochmal durchzurechnen und das Ergebnis anzugeben.

The screenshot shows a test question titled 'Aufgabe 5'. Below the title, it indicates 'Erreicht: 1 von 2 Punkt(en)'. The question text is: 'Eine am 18. Mai in Rechnung gestellte Warenlieferung wurde am 2. Dezember mit 4.768€ einschließlich 8 % p. a. Zinsen bezahlt. Man ermittle den Rechnungsbetrag und die Zinsen.' There are two input fields: 'Rechnungsbetrag' with a green checkmark and the value '4570,94' Euro, and 'Zinsen' with a red X and the value '196,06' Euro, with '(197,06)' in parentheses next to it. A hint at the bottom says: 'Hinweis: jeder Monat hat 30 Zinstage'.

Abbildung 2.12: Einfache Testabfrage in Form von Lückentext mit Anzeigen der richtigen Lösungen

Das Implementierungsszenario der Stufe 2 setzt voraus, dass der Studierende seine Lösung auf Richtigkeit ausgewertet bekommt. Der Lernende hat wieder eine Möglichkeit, die falsch gelöste Aufgabe nochmal durchzurechnen, und das neue Ergebnis anzugeben. Wie in Stufe 1, ist die Wiederholung der Bearbeitung auch in dieser Stufe zugelassen.

In Stufe 3 wird das Konzept von Stufe 2 erweitert und umfasst nicht nur die Anzeige der Lösung und Wiederholung der Bearbeitung von falsch gelösten Aufgaben, sondern enthält ein ausführliches Feedback mit zusätzlichen Informationen und Verweis auf weiterführende Literatur, externe Internetangebote und Lernvideos oder auch hochschulinterne Angebote der Fakultät in Form von studienbegleitenden Tutorien. Für die Konzeptionierung des Einstiegstests wurde entschieden, diese Stufe als Basis für die Implementierung von Selbsttestaufgaben zu verwenden.

Nachteil dieser Stufe ist, dass auf konkrete Fehler des Lernenden nicht eingegangen wird. Es wird an dieser Stelle kein individuelles Feedback gegeben, sondern eine allgemeine Empfehlung zur Arbeit mit Angeboten zum gesamten Thema. Hierbei muss sich der Studierende genau merken, welche Aufgaben er fehlerhaft gelöst hat und für die effektive Arbeit mit den Angeboten genau abgrenzen, in welchen Teilgebieten seine Defizite sind.

Die Implementierung der Stufe 3 des Konzeptes setzt voraus, dass nicht nur das Anzeigen der Lösung und Wiederholung der Bearbeitung der Aufgabe möglich ist, sondern dass der Studierende bei falsch gelösten Aufgaben den Verweis auf weiterführende bzw. vertiefende Materialien in verschiedener Form (Web-Links, Videos und Literatur) bekommt, mit denen er sich für die Beseitigung von Wissenslücken beschäftigen und

danach seine Kenntnisse durch wiederholte Bearbeitung der Aufgabe noch mal prüfen kann. Diesen Verweis auf weiterführende Materialien übernimmt in der Präsenzveranstaltung der Lehrende. In der Situation der Online-Umgebung kann dies durch die Lernmanagementsysteme erfolgen, was natürlich Lehrkräfte spart und trotzdem die Feedbackfunktion und Betreuung der Lernenden möglich macht. Solche Verweise sind sowohl auf der Aufgabenebene, als auch auf der Testebene nach der Rechnung von mehreren Aufgaben möglich. Als Nachteil kann hier der ganze Implementierungsaufwand genannt werden. Falls das Konzept seine Realisierung auf der Aufgabenebene findet, müssen für jede Aufgabe die weiterführenden Materialien genau zu diesem relevanten Beispiel gefunden werden. Die Implementierung auf der Testebene ist weniger aufwendig, benötigt aber trotzdem die Zuarbeit von der Seite der Dozenten. Es ist auch eine grosse Motivation und der Antrieb zum Selbststudium von der Seite der Studierenden erforderlich. Die Feedbackfunktion und Betreuung erfolgen nicht mehr durch eine Person, was somit die reale Kommunikation und die Möglichkeit, sofortigen Ratschlag einzuholen bzw. eine Frage zu stellen, unmöglich macht. Dieser Nachteil kann aber durch Einführung von Kommunikationselementen im Lernmanagementsystem (Forum, E-Mail-Funktion) revidiert werden.

In Stufe 4 des Konzeptes wird, zusätzlich zum ausführlichen Feedback am Ende des Tests, der Studierende schon nach Bearbeitung der einzelnen Aufgaben nicht nur auf die Richtigkeit oder Falschheit der Lösung hingewiesen, sondern bekommt auch Hinweise und Kommentare, die bei der Korrektur seiner Berechnungen helfen sollen. Wie in Abbildung 2.13 zu sehen ist, hat der Studierende im angegebenen Fall die dritte Lösung als Antwort angeklickt, was aber falsch ist. Im blauen Feld wird der Kommentar eingeblendet, der einen vorprogrammierten Hinweis auf den Fehler in seinem Lösungsvorschlag beinhaltet. Die falschen Ergebnisse sind mit der Erfahrung aufgestellt worden, an welchen Punkten der Studierende Rechenfehler machen könnte. Der Hinweis auf mögliche Fehler ist im Kommentarfeld nachzulesen. Weiterhin bekommt der Studierende die Rechenregeln zu den gegebenen Aufgabe erläutert. Der Studierende hat die Möglichkeit, seine Rechnung unter Beachtung der Hinweise erneut durchzuführen und das Ergebnis nochmal abzugeben. Bei der Implementierung der Stufe 4 des Konzeptes wird vorausgesetzt, dass in jeder Aufgabe solche Kommentarfelder mit Hinweisen auf mögliche Fehler und den richtigen Berechnungsweg vordefiniert sind, was einen grossen Arbeits- und Zeitaufwand für die Realisierung durch den Programmierer und Fachbetreuer des Moduls bedeutet.

Welche Lösung ist für das Umstellen der folgenden Formeln die richtige?

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

- $R_1 = \frac{R \cdot R_2}{R_2 - R}$
 $R_1 = R(1 + \frac{1}{R_2})$
 $R_1 = R - R_2$

Hast Du das Reziproken (Kehrwert) richtig gebildet?

Äquivalente Umformung:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} \Leftrightarrow a = b$$

Das bedeutet für eine Summe

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{c}$$

zunächst durch Bildung des Hauptnenners die Brüche zu addieren

$$\frac{b+a}{ab} = \frac{1}{c}$$

und dann das Reziproke zu bilden:

$$\frac{ab}{b+a} = c$$

Abbildung 2.13: Multiple-Choice Frage mit der Implementierung von Kommentar mit Hinweis auf Fehler der Reziprokenbildung und Darstellung des Berechnungsweges

Die Arbeit mit dem Stufenmodell bietet viele Möglichkeiten bei der Gestaltung von E-Learning Angeboten. Von den niederen zu den höheren Stufen steigt die didaktische Effektivität von Seiten der Lehrenden und die Lerneffektivität bei den Studierenden. Das Stufenmodell findet sich aber auch in einer klassischen Lehre wieder. In der folgenden Tabelle wird ein Vergleich der zur Zeit im Mathematikunterricht benutzten Lehr- und Lernszenarien der klassische Lehre (Nutzung von Aufgabensammlungen im Unterricht, schriftliche Testklausuren) und der möglichen Umsetzungsvorschläge durch E-Learning Angebote für jede beschriebene Stufe dargestellt.

Tabelle 2.1: Vergleich des Stufenmodells in E-Learning Aufgaben und Lehrszenarios der klassischen Lehre

Klassische Lehre	E-Learning Angebot
	Stufe 1
Nutzung einer Aufgabensammlung und selbständiger Vergleich der Ergebnisse.	Selbständiges Lösen der Aufgaben (mit Stift und Zettel) und Vergleich mit angezeigter Lösung.
	Stufe 2
Schriftliche Testklausur und Bewertung durch einen Dozenten oder Tutor.	Nach Eingabe der berechneten Lösung wird diese vom System auf Richtigkeit geprüft. Mit der Systemrückmeldung "Richtig / Falsch" sowie der Anzeige der richtigen Lösung bei falscher Berechnung wiederholt der Studierende die Bearbeitung der Aufgabe.
	Stufe 3
Schriftliche Testklausur, wo nach der Bewertung durch den Dozenten oder Tutor noch eine Besprechung der richtigen Lösungen in der Präsenzveranstaltung erfolgt.	Nach Eingabe der berechneten Lösung wird diese vom System auf Richtigkeit geprüft. Mit der Systemrückmeldung "Richtig / Falsch" und der Angabe der richtigen Lösung bei falscher Berechnung wiederholt der Studierende die Bearbeitung der Aufgabe. Weiterhin bekommt der Studierende den Verweis auf weiterführende Fachliteratur / Internetangebote zum Thema. (Aufgabenübergreifend oder auf der Testebene möglich)
	Stufe 4
Schriftliche Testklausur, wo nach der Bewertung durch den Dozenten oder Tutor noch eine Besprechung der richtigen Lösungen während einer persönlichen Konsultation mit Studierenden erfolgt.	Nach Eingabe der berechneten Lösung wird sie vom System auf Richtigkeit geprüft. Mit der Systemrückmeldung "Richtig / Falsch" und der Angabe der richtigen Lösung bei falscher Berechnung wiederholt der Studierende die Bearbeitung der Aufgabe. Weiterhin bekommt der Studierende den Hinweis zur Lösung, unter Angabe von Zwischenschritten. (Nur auf Aufgabenebene möglich)

Bei Einführung von E-Learning Elementen in der Lehre soll daraus ein Mehrwert einhergehen. Auf diesem Wege ist es wichtig, für jedes Lehrszenario der klassischen Lehre eine passende Umsetzung in Form eines Blended (E-Learning) Angebotes zu ermitteln, so dass es nicht nur dieses ersetzt, sondern die Vorteile (für Lehrende und Lernende) zeigt. Die Vergleichbarkeit von virtueller und präsenster Auseinandersetzung mit Lernmaterialien ist vor allem hinsichtlich Effektivität und Effizienz für die Lernenden eine wichtige Frage in der Neukonzeption einer Lehrveranstaltung als eLearning-Veranstaltung. Wenn solche E-Learning Angebote, wie die Selbsttests zum Studieneinstieg Mathematik, betrachtet werden, lassen sich folgende Vorteile für die Lernenden und Lehrenden bei der Nutzung dieses Angebotes voraussagen (siehe Tabelle 2.2). Ob diese sich wirklich bewahrheiten, wird sich in der Erprobung des Pilotmoduls zeigen.

Tabelle 2.2: Effektivitätserhöhung für Lernende und die Vorteile für die Lehrenden bei der Nutzung von E-Learning Angeboten

Lernende (Student)	Lehrende (Dozent, Tutor)
<p>Stärkung der Eigenverantwortung: Im "normalen" Lernsetting einer Hochschule muss der Lernende zu gewissen Zeitpunkten nach Anweisung Leistungen erbringen. Beim E-Learning muss der Lernende sein Lernen selbst organisieren. Das fördert nicht nur die Eigenverantwortung, sondern auch die Kompetenz sich in weitere (Lern-)Inhalte einzuarbeiten.</p>	<p>Individuelles Lehrszenario: Virtuell und Plattform-gesteuert kann auf individuelle Anforderungen seitens des Tutors eingegangen werden. Die Fragen der Studierenden können im Forum bzw. per E-Mail beantwortet werden.</p>
<p>Sofortiges leistungsorientiertes Feedback: Studierende erhalten sofort nach der Aufgabenberechnung ihr Feedback mit weiteren Empfehlungen für das Selbststudium, was eine gute Basis für ein synchrones Lernen bietet.</p>	<p>Lernobjekte wieder verwendbar: Zeitersparnis wegen Wegfall der Aufgabenvorbereitungsphase durch Nutzung von Aufgaben mit Variablen (dynamische Aufgaben).</p>
<p>Lernflexibilität: Beim E-Learning sind die Studierende sehr flexibel, da es keine fixen Lernzeiten und räumliche Freiheit gibt. Man kann gewissermaßen immer und überall lernen.</p>	<p>Lernkontrollen können automatisiert werden: Zeitersparnis wegen Wegfall der Korrekturphase. Die Auswertung der Testergebnisse wird automatisch über das LMS (Learning Management System) durchgeführt.</p>
<p>Stärkung der Kommunikation: Die digitalen Kommunikationswerkzeuge (Forum) fördern und stärken den kommunikativen Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden, aber auch insbesondere zwischen den Lernenden untereinander. So kann ein produktiver Wissensaustausch gefördert werden.</p>	<p>Vorantreiben der Digitalisierung der Lehre: Voranbringen und Wecken des Interesses im Bereich Digitalisierung der Lehre, wo traditionelle Lehrkonzepte aufgebrochen, flexibler und netzwerkartiger verwirklicht werden können.</p>
<p>Interaktive Zusammenarbeit: Asynchrone Zusammenarbeit in Studentengruppen mit Bezug von Interaktivität und Multimedialität der Lerninhalte.</p>	<p>Mit webbasierten, interaktiven E-Learning Lösungen ist es möglich, Inhalte effizient an Lernende zu vermitteln.</p>
<p>Anonymität gegenüber anderen Teilnehmern: keine "Blossstellung" vor anderen Teilnehmern bei Wissenslücken</p>	<p>Objektivität bei der Wissensbewertung: Gut aufbereitete Lerninhalte liefern ein objektives Bild über die Leistung des Lernenden</p>

3 Konzeptionierung des Moduls Studieneinstieg Mathematik

Nach der theoretischen Ausarbeitung wird anhand der erzielten Ergebnisse eine Konzeptionierung des Studienvorbereitungsangebots für ein vollständiges Modul durchgeführt. Das Konzept muss praktisch in Form eines Pilot-Kurses in der Lernplattform OPAL realisiert werden.

Der Prozess der Vorbereitung des Moduls Studieneinstieg Mathematik wurde durch mehrere Beratungen der Arbeitsgruppe Mathematik im Rahmen des Projektes Open Engineering gesteuert. Die wichtigsten Schritte, die bei der Konzeptionierung des Moduls eine Rolle gespielt haben, sind in Abbildung 3.1 zusammengefasst.

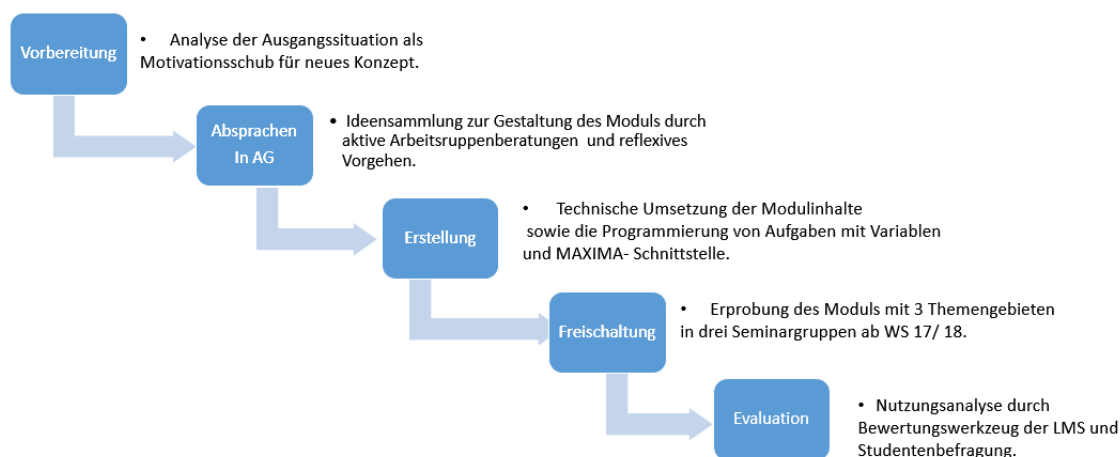


Abbildung 3.1: Wichtigste Schritte der Arbeit am Modul Studieneinstieg Mathematik

In der Vorbereitungsphase wurde die IST-Situation von existierenden Studieneinstiegs- und Studienbegleitungsangeboten analysiert. Die Nachteile der bestehenden Angebote wurden zusammengefasst und bilden die Basis für die weitere Zuarbeit und Angebots-erweiterung im E-Learning Kurs des SOLL-Konzeptes. Die Konzeptionierung des Kur-ses läuft durch Absprachen in der etablierten Mathematik-Arbeitsgruppe mit 4 Mitarbei-tern. Die Sitzungen fanden im Zeitraum von April bis September (Freischaltungstermin des Moduls) einmal aller zwei Wochen statt und so erfolgte durch permanentes refle-xives Vorgehen der Planung, Gestaltung und Entwicklung des Moduls Studieneinstieg Mathematik. Die Umsetzung der ersten drei Themen ("Rechnen mit reellen Zahlen", "Potenzen, Wurzeln, Logarithmen", "Gleichungen und Ungleichungen") bilden den Kern des Pilotprojektes. Weiterführend wird die Auswertung und Evaluierung der Nutzung des Angebotes hinsichtlich der Zielerreichung durchgeführt und darauf basierend die Schlussfolgerung für die Realisierung des gesamtem Moduls mit allen sechs Themen gezogen.

3.1 Analyse der IST-Situation der Studieneinstiegsangebote an der HS Mittweida

Die Angebote der Hochschule Mittweida, die für Studenten im Fach Mathematik zur Zeit als Studieneinstieg und studienbegleitende Angebote empfohlen werden, sind der Mathematikvorkurs, der schriftliche Einstiegstest zur Elementarmathematik und 10 semesterbegleitende Tutorien.



Abbildung 3.2: Angebote der HS Mittweida für den Einstieg ins Studium mit Mathematikfächern

Der Vorbereitungslehrgang ist speziell an zukünftige Studierende der Hochschule Mittweida gerichtet. Er soll Studienanfängern den Start erleichtern und findet immer im September 4 Wochen vor Anfang des Wintersemesters statt. Um die Defizite in den Schulkentnissen bei Studenten zu erkennen und effiziente Unterstützung in Form eines Tutoriums anzubieten, wird ein schriftlicher Einstiegstest durchgeführt. Dieser Test wird am Anfang des Semesters während der Vorlesung bzw. des Seminars im Rahmen des Faches Mathematik schriftlich durchgeführt und ist für alle Studierenden ein obligatorisches Angebot.

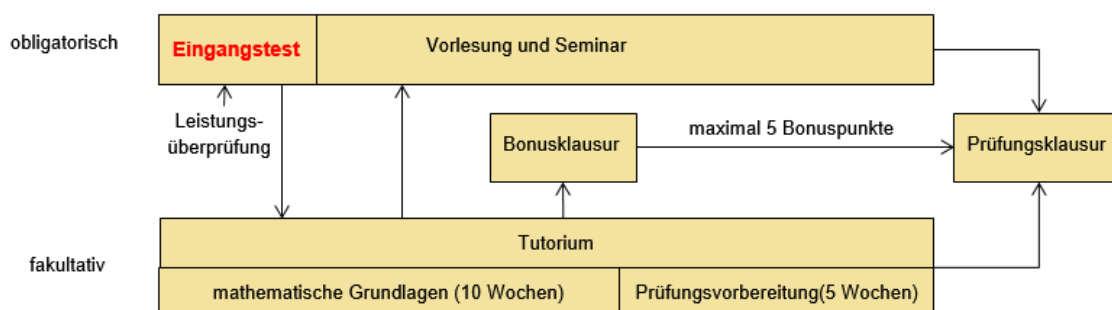


Abbildung 3.3: IST-Situation: Eingangstest in der Präsenzveranstaltung

Die wichtigsten Phasen der Vorbereitung und Durchführung des Eingangstests sind in Abbildung 3.4 dargestellt.

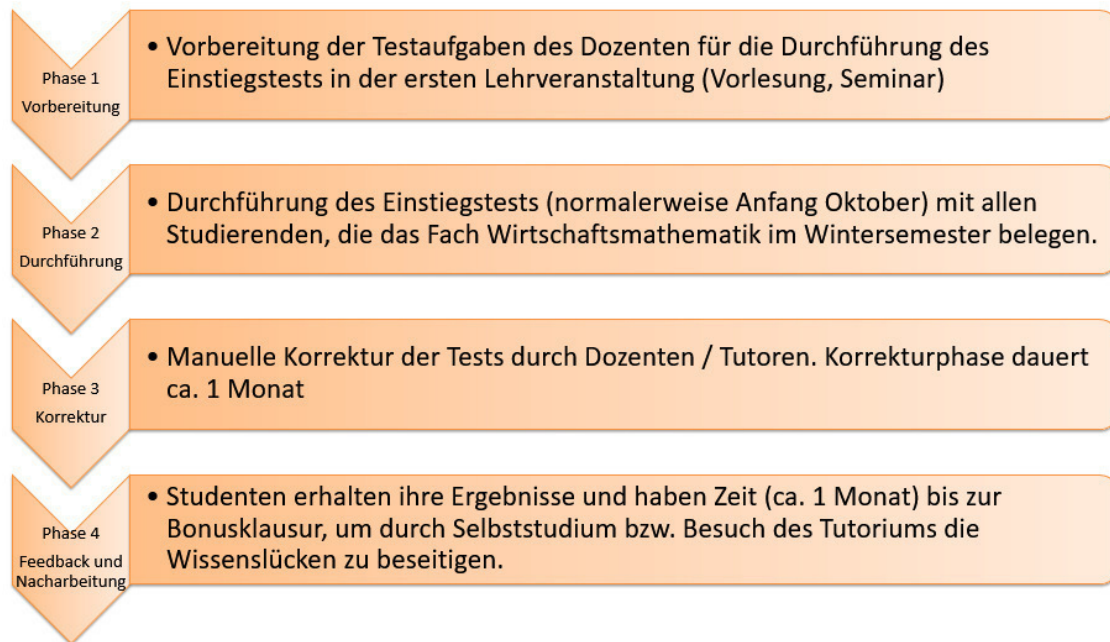


Abbildung 3.4: IST-Prozessbeschreibung zum Angebot "Einstiegstest in Elementarmathematik" im Rahmen der Präsenzphase

Die Durchführung des Einstiegstests ergibt eine Reihe von Nachteilen sowohl für die Studierenden als auch für die Professur (Tutoren). Die wesentlichen sind:

- die Anwesenheit vor Ort für die Teilnehmer des Tests wird vorausgesetzt.
- Zeitintensivität (betrifft Vorbereitungsphase und Korrekturphase). Lange Wartezeit auf Feedback für Studenten.
- Leistungsdruck bei Studierenden während des Semesters: Parallel zu Hochschulveranstaltungen müssen die Schulkennnisse nachgeholt werden, obwohl dies auch in Form eines Selbststudiums schon in der Studienvorbereitungsphase erfolgen kann.
- Motivationsverlust und fehlende Selbstverantwortung.

Trotz der umfangreichen Studieneinstiegsangebote gibt es eine Tendenz, dass die Studierenden nicht an der Abschlussklausur teilnehmen und die Klausur bis zum Ende der Regulärstudienzeit verschieben, was den rechtzeitigen Studienabschluss gefährdet. Gründe dafür sind nicht nur die Probleme mit dem während des Semesters vermittelten Stoffes, sondern auch die fehlenden bzw. schwachen Vorkenntnisse des Abiturstoffes.

Weitergehend sind die Vorkenntnisse der Zielgruppe sehr heterogen. Vielen fällt es schwer, die Aufgaben aus dem Abiturstoff durchzurechnen. Besteht ein Nachholbedarf und Wissenslücken, bildet sich ein Hindernis zum Verständnis des Hochschulstoffs.

Der Vorkurs als Studieneinstiegsangebot der Hochschule weist auch eine Reihe von Nachteilen auf. Zuerst einmal wird er nicht für alle Seminargruppen angeboten. Besonders benachteiligt sind die Studierenden der berufsbegleitenden Studiengänge, die

in der Zeit nicht vor Ort sein können. Der Vorkurs sowie auch der Eingangstest werden ohne Differenzierung bei allen Studierenden durchgeführt. Hierbei wird nicht unterschieden, dass die Studienanfänger des Ingenieurstudiengangs mehr Kenntnisse aus dem Gebiet der Ingenieurmathematik benötigen, währenddessen die Wirtschaftswissenschafts-Studenten sich in Wirtschaftsmathematik und Statistik für einen erfolgreichen Studieneinstieg während der Vorbereitungsphase vertiefen sollen. Das dritte Angebot der Studienbegleitung im Fach Mathematik, das Tutorium Mathematik, läuft parallel zu den Lehrveranstaltungen und wird durch Studenten der höheren Semester vorbereitet und durchgeführt. Auch hier ergeben sich organisatorische Probleme, da das Tutorium nicht für alle Studiengänge angeboten wird. Zur Zeit gibt es ein semesterbegleitende Tutorien für wirtschaftswissenschaftliche und ingenieurtechnische Studiengänge.

Die Umstellung des Einstufungstests für Studienanfänger im Fach Mathematik auf E-Learning Angebote und deren Freischaltung schon vor Beginn des Semesters kann diese Nachteile beseitigen. Die folgende Abbildung zeigt die SOLL-Situation nach Einführung des E-Selbsttests.

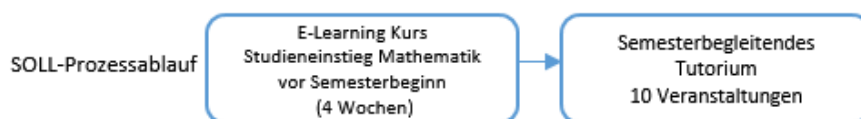


Abbildung 3.5: SOLL-Konzept: Kombination des E-Learning Angebotes und Präsenztutoriums

Der Hauptunterschied zur IST-Situation liegt darin, dass der Eingangstest ein Teil der Studienvorbereitungsphase ist. Die Arbeit mit dem Test und die Auseinandersetzung mit den darauffolgenden Ergebnissen werden als Selbststudium im Vorfeld des Präsenzstudiums durchgeführt. Der Student mit seiner Arbeitswilligkeit steht im Mittelpunkt. Er löst die Aufgaben des Tests zu Hause am Computer und bekommt ein Feedback. Diese sofortige Erstellung des leistungsabhängigen Feedbacks übernimmt jetzt das Auswertungsverfahren des Systems. Der Student kann aktiv die festgestellten Lücken entweder durch selbständige Arbeit mit der Literatur, Internet-Angeboten oder durch Teilnahme am Tutorium beseitigen. Der Tutor spielt hiermit nur die Rolle des Begleiters, nicht des Vermittlers des Wissens. Je nach Ergebnis des Tests des E-Learning Angebotes und des Arbeitsfortschrittes wird den Studierenden die Teilnahme am Tutorium empfohlen. Damit sieht man eine direkte Verknüpfung (siehe Abbildung 3.6) zwischen zwei Lehrformaten: E-Learning Selbsttest und Präsenztutorium.

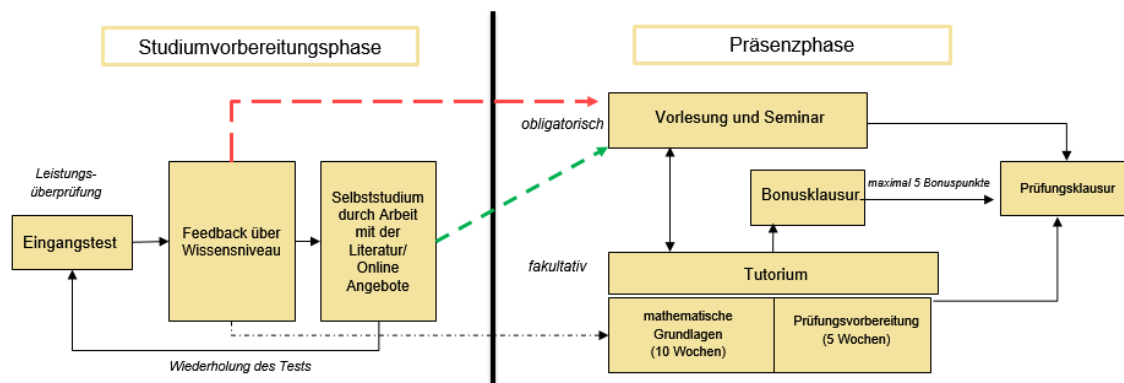


Abbildung 3.6: SOLL-Situation: Eingangstest in der Studienvorbereitungsphase

Der SOLL-Prozess für die Durchführung des Eingangstests verkürzt sich auf drei Phasen: Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung (siehe Abbildung 3.7).

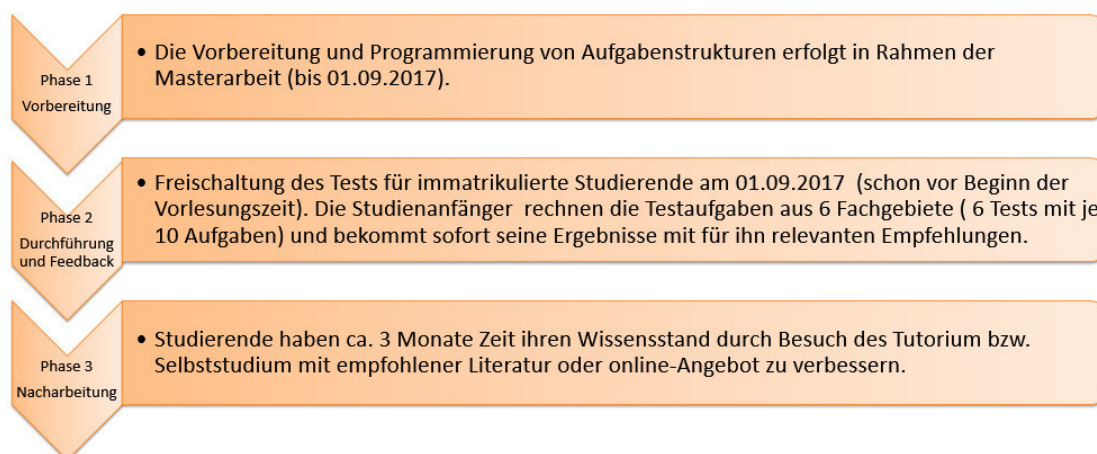


Abbildung 3.7: SOLL-Prozessbeschreibung zum online-Angebot "Studieneinstieg Mathematik".

Ein grosser Vorteil bei der Einführung von E-Learning Angeboten liegt weiterhin darin, dass sich solche Module an den Bedarf der bestimmten Zielgruppe, für die sie freigeschalten werden, orientieren und stets spezielle Themen für diese Zielgruppen beinhalten. Die Themen können dank der Bausteinarchitektur transparent gegliedert werden, so dass der Lernende immer weiss, an welchem Schwerpunkt und Thema er zur Zeit arbeitet. Die Abweichungen von Themen, wie es zum Beispiel in der Präsenzveranstaltung oft passiert, ist hier ausgeschlossen. Die Erweiterung für andere Zielgruppen (weitere Themen: Mengenlehre, Logik, Vektorrechnung und analytische Geometrie) ist jederzeit möglich.

3.2 Erfahrungen anderer Hochschulen zu E-Learning Vorkursangeboten

Die Entwicklung von Online-Vorbereitungskursen wird in mehreren sächsischen Hochschulen und Universitäten im Rahmen der Studieneinstiegsbegleitung durchgeführt. Die Technische Universität Dresden hat zum Wintersemester 2016 / 2017 einen Online-Kurs als Selbstlernangebot zur Angleichung des Studieneingangsniveaus entwickelt und erprobt.²⁶ Ziel und Aufgaben des Angebotes sind die Entwicklung von Online-Vorbereitungskursen für die Fächer Physik und Mathematik als additives Angebot zu den bereits bestehenden Brückenkursen. Angestrebt waren auch positive Effekte auf die Leistung (Senkung der Durchfall- und Abbruchquoten, Verbesserung der Prüfungsergebnisse) in den Grundlagenfächern der Studienanfängersphase. Das Angebot wurde auf der Lernplattform OPAL umgesetzt. Die Zugangsberechtigung wurde für alle sächsischen Schülerinnen und Schüler sowie Studienanfänger der TU Dresden, die in ihrem Studium mindestens eines der naturwissenschaftlichen Fächer Mathematik und Physik als Grundlagen- oder Nebenfach belegen, nach Ausfüllen des ESF-Registrierungsfragebogens möglich. Die Evaluation des Angebotes wurde durch summative Nutzerbefragung, Messung der Nutzungsintensivität und Messung des Lernerfolgs anhand der Testergebnisse des Bewertungswerkzeuges von OPAL durchgeführt.

In der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden wurde im Zeitraum von 2015 bis 2016 ein Projekt zur Erprobung und Einführung neuer Lehr-/Lernszenarien in der Mathematik-Grundvorlesung für Ingenieurstudiengänge gefördert.²⁷ Ein Hauptziel des Teilvorhabens war es, Studierende im Rahmen der Grundvorlesung Mathematik in den ersten Semestern ihres Fachhochschulstudiums zu unterstützen. In den Grundvorlesungen zur Mathematik wurden an inhaltlichen und methodischen Übergängen zur Hochschulmathematik neue und personalisierte Lehr- und Lernangebote konzipiert, erprobt und evaluiert. Unter anderem wurde ein Online-Eingangstest zur Mathematik, in dem Studierende eigene Defizite erkennen und ihren Unterstützungsbedarf ableiten können, entwickelt. Die Informationen über Projektergebnisse stehen nicht frei zugänglich zur Verfügung. Aus diesem Grund lässt es sich nicht sagen, ob die Angebote bei den Studierenden der HTW Dresden gut angekommen sind und aktiv genutzt wurden. Das Ziel und Vorgehen des geförderten Projektes bestätigt die Notwendigkeit für die Entwicklung des E-Learnings Angebotes im Fach Mathematik für Studienanfänger, besonders der Ingenieurstudiengänge.

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg setzt die Digitalisierung der Hochschule als wichtige Zukunftsperspektive ein. Dafür wurde im Jahr 2016 eine virtuelle Fakultät gegründet, auf deren Basis mehrere Online-Angebote, auch die Vorkurse in der

²⁶ Online-Vorbereitungskurs Mathematik der Technischen Universität Dresden. URL: <https://tu-dresden.de/mn/math/studium/lehrrangebot/brueckenkurs>. Letzter Zugriff am 09.01.2018

²⁷ HTWD Vorbereitung auf das Studium. URL: <https://www.htw-dresden.de/studium/studieninteressierte/vorbereitung-auf-das-studium/up2study.html>. Letzter Zugriff am 09.01.2018

Höheren Mathematik und der Vorkurs in Mathematik für Studieninteressierte und Studienanfänger entwickelt wurden. Beide Module sind in der Lernmanagementplattform OPAL umgesetzt und bauen auf einer Mischung aus Theorievermittlung und Selbsttest auf.

Die Technische Universität Chemnitz hat die Online-Angebote in Mathematik auf zwei Schritte aufgeteilt. Die Studienanfänger haben als erstes die Möglichkeit am angebotenen Online "Ein- und Ausgangstest in Mathematik" teilzunehmen, wo sie ihr Mathematikwissen anhand kurzer Tests zu je 10 Fragen testen können. Hier bekommen die Studierenden eine allgemeine Auswertung des Wissensniveaus im Bereich Mathematik. Für mehr Möglichkeiten, selbstständig Mathematik-Kenntnisse zu festigen sowie anhand von Übungsaufgaben zu üben, sei auf "Online-Brückenkurs und Übungstool Mathematik" verwiesen.²⁸ Dieser Kurs zur Mathematik ist für all diejenigen eine Anlaufstelle, die eigenständig ihre Mathematikkenntnisse (Abiturniveau) auffrischen möchten. Zu jedem der behandelten Themen gibt es eine kurze theoretische Einführung, in der jeweils alle wesentlichen "Bausteine" knapp zusammengefasst sind sowie Beispielaufgaben präsentiert werden. Nach dem Theorieblick gibt es eine Möglichkeit, zu jeweiligen Themen passend konzipierte Übungsaufgaben zu bearbeiten.

3.3 Umsetzungskonzept für das Pilotmodul

Die E-Learning Form des Moduls wurde beabsichtigt als primäre Lernform ausgewählt. Solche innovativen Lehrmethoden bereiten den Weg für zukünftige Generationen von Studierenden. Um die Lehrmethoden zu optimieren, ist es notwendig, sich mit den Besonderheiten der neuen Generation von Lernenden auseinanderzusetzen. Viele junge Menschen gelten als "Digital Natives" - sie sind mit dem Internet aufgewachsen und der Umgang mit Smartphone und Tablet ist für sie eine Selbstverständlichkeit. Jüngere Nutzer suchen nach Angeboten mit multimedialen Lerninhalten, wo sie keine langen Lerneinheiten haben und kurzfristige Lernerfolge erzielen sowie auch ihr Lerntempo selbst bestimmen können.

Wichtig ist es an dieser Stelle, die Zielgruppe erfolgreich ansprechen zu können. Anstelle der wissenschaftlichen Sprache wird im Modul die jugendgemässe Sprache verwendet. Alle Texte (Hinweise, Informationen zum Modul, Aufgabenstellungen in den Tests) sollen aus diesem Grund bewusst umgangssprachliche Formulierungen beinhalten. Im gegebenen Fall erleichtert es das Verständnis und schafft für angehende Studierende das vertrauensvolle und gewohnte psychologische Umfeld.

Alle Einleitungen, Hinweise sowie auch die Aufgabenstellungen im Test nutzen die Du-Form als Anrede für die Studierenden. Es gibt eine Reihe von Gründe dafür. Siezen

²⁸ Brückenkurse der TU Chemnitz. URL:<https://www.tu-chemnitz.de/qpl/tu4u/studierende/brueckenkurse/onlinekurse>. Letzter Zugriff am 09.01.2018

betont Distanz und Hierarchie, die bei der Ausarbeitung des Moduls vermieden werden sollten. Ehrlichkeit und Offenheit lassen sich durch Duzen schneller und einfacher realisieren. Der Studierende wird als gleichwertige Person angesprochen und soll weder Angst noch Misstrauen bei der Kontaktaufnahme mit Ansprechpartnern für fachliche Fragen bei Problemen und Fehlern haben. Daneben hat das Duzen ein modernes und jugendliches Image.

Bei der Ausarbeitung von Hinweistexten wurde gezielt mit einer grossen Anzahl von Bildern gearbeitet. Wie es schon in der Theorie von Um erläutert wurde, spielt die ästhetische Gestaltung eine zentrale Rolle bei der Planung von Lernmodulen in einer E-Learning Umgebung. Dafür spricht die Untersuchung von Bellebaum aus dem Bereich der Wahrnehmungspsychologie, die besagt, dass nicht alle Sinne gleichermassen an der Informationsaufnahme beteiligt sind. Der Sehsinn ist der dominanteste aller Sinne.²⁹ Ansprechende Bilder werden schneller aufgenommen. Während man aus den Bildern oder auch Symbolen binnen weniger Nanosekunden eine Bedeutung erschliesst, muss das Gehirn beim Konsum von Texten einen wesentlich längeren und komplexeren Prozess durchlaufen. Das Gehirn verknüpft die aufeinanderfolgenden Bilder, also die Buchstaben, zu einem Wort und weist ihm eine bestimmte kontextabhängige Bedeutung zu.

Für die Themenauswahl und die Fertigstellung der Reihenfolge wird das Spiralprinzip und die Orientierung an Leitideen verwendet. Alle drei Themen sind so festgelegt, wie sie im Rahmen der Schulausbildung vorkommen und bezüglich des Schwierigkeitsgrades aufsteigend geordnet.

Da das Modul in sich selbst einen Einstiegstests zur Basis hat, geht man davon aus, dass das Fundament hier die Unterrichtsmethode bildet, bei dem der Problemlöseprozess durch Fragen beim Lernenden initiiert wird und so dem Lernenden hilft, sich Wissen selbst anzueignen. Dafür steht allen Studierenden ein ausführliches Feedback zur Verfügung. Dieses Feedback sollte nicht in erster Linie auf mangelnde Kompetenz des Lernenden, sondern auf die zu steigernde Anstrengung abzielen.

Bei der Feedbackkonzipierung wurde sich bei zahlreichen Beratungen der Arbeitsgruppe für vier weiterführende Angebote entschieden: Literatur, externe Internetangebote, Lernvideos und Angebote der HS Mittweida.

Ein Vorteil der Literaturempfehlung liegt darin, dass sie eine klassische und eine weitverbreitete Lernform ist. Die Arbeitsgruppe hat sich für die Nutzung des Buches von Walter Purkert "Brückenkurs Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler" entschieden und im Feedback genau die Seiten, auf denen der entsprechende Inhalt des Tests behandelt wurde, angegeben, was die Suche erleichtert.

²⁹ vgl. Bellebaum C.; Thoma P.; Daum I., S. 31, 2012

Als externes Internetangebot wird die Seite "www.mathebibel.de" empfohlen. Diese kostenlose Web-Nachhilfe bietet verständliche Erklärungen und Abbildungen sowie Beispiele mit Schritt-für-Schritt-Lösungen zu allen Themengebieten des Moduls.

Als drittes Angebot des Feedbacks wurden zahlreiche YouTube-Fachvideos ausgesucht. Ein Erklärvideo ist ein optimales Lerninstrument. Es spricht gleich mehrere Sinne an, nämlich sowohl die visuelle als auch die auditive Wahrnehmung. Zudem steigert die Kombination aus bewegten Bildern und gesprochenem Text das Verständnis: So ergab eine Studie, dass Schüler schwierige Konzepte besser verstehen, wenn sie den Lernstoff in Form von Videos präsentiert bekommen.³⁰

Der Erfolg von E-Learning in den Hochschulen wird im Wesentlichen davon abhängen, ob es gelingt, die internen Strukturen und Aufgaben entsprechend anzupassen und übergreifend aufzubauen. Es stellt sich die Frage: Wie kann das entwickelte Modul im Studieneinstiegsprozess für alle Studienanfänger integriert werden? Dies bedeutet, die Bekanntmachung in den betroffenen Studiengänge und das Wecken des Interesses zur Teilnahme. Deshalb wurde ein Gespräch mit dem Dezernat Studienorganisation über die Freischaltung für die immatrikulierten Studierenden bereits ab September durchgeführt. Es wurde entschieden, dass das Modul den Anfängern von 2 Studiengängen (zwei Seminargruppen des Diplom-Studienganges Wirtschaftsingenieurwesen, eine Seminargruppe des Bachelor Studiengangs Industrial Management), die das Modul Wirtschaftsmathematik im 1. Semester belegen, ab 01.09.2017 zur Verfügung gestellt wird. Die betroffenen Studierenden (geschätzt ca. 70) bekommen zu diesem Zeitpunkt eine E-Mail mit einer kurzen Anweisung bezüglich ihrer Anmeldung in OPAL und der Navigation zum Modul. Ab dann dürfen sie die Arbeit mit dem Modul anfangen.

³⁰ vgl. Dalacosta K., Kamariotaki-Paparrigopoulou M., Palyvos J.A., Spyrellis N., P. 741-748, 2009

4 Praktische Realisierung des Pilotmoduls zum Studieneinstieg Mathematik

4.1 Entwicklung der Grobstruktur des Pilotmoduls in OPAL

Wie es schon im Konzipierungsteil beschrieben wurde, sind die Studienanfänger der Hochschule Mittweida die Zielgruppe für die Nutzung des Moduls. Diese Studierenden müssen gezielt angesprochen und für die Nutzung des entwickelten Angebotes motiviert werden. Dabei wird kein förmlicher Sprachstil benutzt, sondern alle Einleitungen, Hinweise und weiteren Texte, die im Kurs vorkommen, werden jugendgemäss formuliert. Dies ist schon im Titel des ersten Kursbausteins "Lass uns kennen lernen" sichtbar. Normalerweise beinhaltet er den Steckbrief der Lehrenden, wo der Lehrende sich mit seiner Kurzvita vorstellt. In diesem Modul wurde er von einer Studentin des 5. Semesters des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen in einer sehr persönlichen Form geschrieben (siehe Abbildung 4.1).

Hallo zukünftige Studentin oder zukünftiger Student,

zuerst möchte ich mich vorstellen. Mein Name ist Sophie, ich bin 21 Jahre alt und studiere Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule Mittweida. Bevor ich mit dem Studium beginnen konnte, musste ich jedoch noch die Hochschulreife erlangen. Diese erwarb ich an dem Berufsschulzentrum für Ernährung, Technik und Wirtschaft in Annaberg-Buchholz. Seit Oktober 2015 bin ich nun an der Hochschule Mittweida eingeschrieben und studiere somit bereits im 5. Semester. Neben meinem Studium bin ich als studentische Hilfskraft im Bereich Mathematik tätig. Meine erste Aufgabe war die Erstellung eines E-Learning-Testes zu den mathematischen Grundlagen. Darüber hinaus leitete ich den Vorkurs Mathematik sowie das Tutorium Wirtschaftsmathematik für die Studiengänge Industrial Management (B.Eng.) und Wirtschaftsingenieurwesen (Diplom) im Wintersemester 2016/17.

Nun bin ich für Dich da!

Du hast Fragen zum Modul **Studieneinstieg Mathematik**, dann bin ich die Ansprechperson, die Deine Fragen beantwortet. Kontaktiere mich einfach per [E-Mail](#) oder nutze das [Forum für fachliche Fragen](#). Wenn Du technische Probleme bei der Arbeit mit dem Modul hast, steht das [Forum für technische Fragen](#) für Dich zur Verfügung oder schreib Deine Fragen per [E-mail](#) an den technischen Support unseres Moduls.

- 4 **Studieneinstieg Mathematik**
- Einschreibung
- Lass uns kennenlernen!
- Warum bin ich hier?
- Probier mal aus!
- Forum für technische Fragen
- Forum für fachliche Fragen
- E-Mail für fachliche Fragen
- E-Mail für technische Fragen



**Für das Arbeiten im Modul Studieneinstieg
Mathematik wünsche ich Dir
viel Spaß und Erfolg!**

Abbildung 4.1: Kursbaustein mit Vorstellung der Tutorin

Ferner werden die Studenten im Baustein "Warum bin ich hier" über die Ziele und Hauptinhalte informiert. Die Darstellung lässt sich mit einem Prozessdiagramm vergleichen, in dem alle Schritte visualisiert und durch Pfeile zur Angabe des nächsten Schritts verbunden sind (siehe Abbildung 4.12).

Warum bin ich hier?

Viele Studienanfänger haben Lücken im mathematischen Grundwissen. Oft fehlen auch die Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Rechengesetze der Mathematik anzuwenden und grundlegende Aufgaben ohne Taschenrechner zu lösen.

Geht es Dir auch so?

Wenn ja, dann nutze den Kurs „Studieneinstieg Mathematik“. Er wird Dir helfen, den Übergang zwischen Schule und Studium besser zu meistern.

So ist der Kurs aufgebaut:



Viel Spaß und Erfolg!

Abbildung 4.2: Informationskursbaustein mit Zielen und Hauptinhalten des Moduls

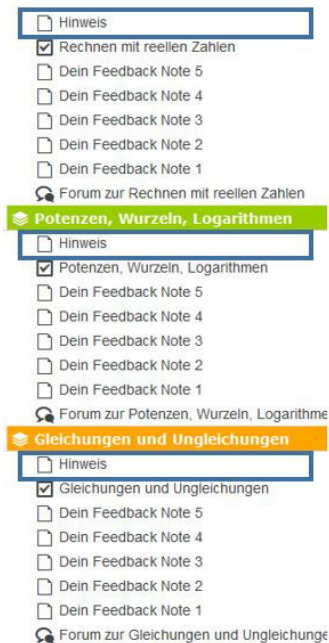
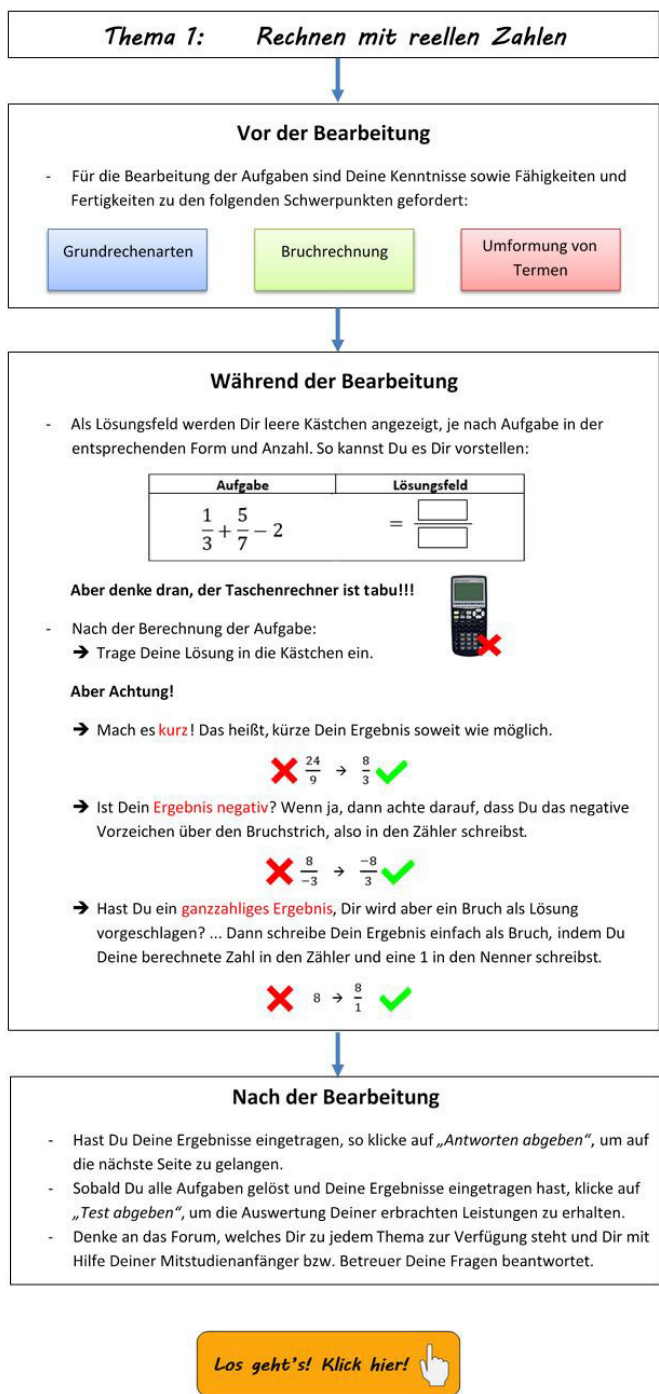


Abbildung 4.4: Drei Kursbausteine mit allgemeinen Hinweisen zu jedem Thema

Der Hinweistext zur Arbeit mit jedem Selbsttest ist ebenfalls in Form einer Prozessbeschreibung realisiert. Nach Auflistung der Schwerpunkte folgen die Darstellung von möglichen Aufgaben und Lösungseingabefeldern sowie die technischen Hinweise zum Kürzen von Brüchen, zur Eingabe negativer Ergebnisse und zur Beachtung von ganzzahligen Lösungen. Es wurde sich für die bildliche Visualisierungsform in den Hinweistexten entschieden. Die Beispiele für Aufgaben und Lücken werden als Screenshots genau in der Form, wie sie im Test vorkommen, dargestellt. Die Nutzung von Farben und Piktogrammen soll das Einweisungsverständnis erleichtern. Für die bessere Navigation werden am Ende des Hinweistextes zu den jeweiligen Themen die Buttons mit den verlinkten Testseiten für einen schnelleren Start in den Test integriert (siehe Abbildung 4.5).



Viel Spaß und Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Abbildung 4.5: Hinweistext zur Arbeit mit dem Selbsttest zum Thema "Rechnen mit reellen Zahlen"

Nach dem Testdurchlauf wird in der Menüstruktur stets ein Feedback aus dem letzten Testversuch angezeigt. Hier werden die Sichtbarkeits- und Zugangseinstellungen über Expertenregeln vereinbart. Je nach Ergebnis (punktzahlabhängig) bekommt der Student eine Empfehlung für das Selbststudium, die man jederzeit noch mal nachlesen

und alle angebotenen Möglichkeiten (Literaturempfehlungen, Internet-Angebote, Video-Links und Hochschulangebote) anschauen kann. Die Abbildung 4.6 veranschaulicht das Feedback für die Note 5 des Tests zum Thema "Gleichungen und Ungleichungen".

Unser Feedback für Dich!

Schade, Du hast den Test **leider nicht bestanden**.
Das ist aber kein Grund gleich aufzugeben, sondern nach vorn zu blicken und weiter zu machen!

*Ups, da ist etwas schief
gegangen...
versuche es einfach noch einmal!*



Damit Du Deine Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Thema **Gleichungen und Ungleichungen** wiedererlangen kannst, hast du im Folgenden ein paar Angebote, die Dir auf jeden Fall helfen werden. Konzentriere Dich dabei auf folgende Schwerpunkte:

- Lösen von linearen Gleichungen
- Lösen von quadratischen Gleichungen
- Lösen von Ungleichungen
- Umstellen von Formeln

Wenn Du Dich mit einem der Angebote beschäftigt hast und Deine Kenntnisse besser sind, dann versuche Dich erneut am Test zum [Thema 3 – Gleichungen und Ungleichungen](#)

Klick auf das Angebot (Bild) , das Du für Dich zum Lernen am Besten findest:



Literaturangebot



Internetangebot



Lernvideos



Angebot der HS Mittweida

Viel Erfolg! Du schaffst das!!!

Abbildung 4.6: Feedback mit verschiedenen Angeboten für das Selbststudium

Als Wiedererkennungseffekt wurde in allen Angeboten dieselbe Farbe für die Schrift verwendet. Die Angebote wurden durch Bilder visualisiert, wodurch der Student mit nur einem Klick aus der allgemeinen Feedbackübersicht in das ausgewählte Angebot gelangt.

Wie die Abbildung 4.7 veranschaulicht, wird im Literaturangebot die Empfehlung für die Arbeit mit dem Buch von Walter Purkert "Brückenkurs Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler"³¹ gegeben. Für ein schnelleres Auffinden werden den Studenten für die jeweiligen Schwerpunkte die Seitenangaben und einige Tipps für die Arbeit mit dem Stoff gegeben. Die farbliche Unterscheidung der Schwerpunkte, Visualisierungsfiguren sowie die entsprechende Formatierung (Schriftgröße, Abstände) tragen zu einer erhöhten Benutzerfreundlichkeit und besseren Gestaltung der Seite bei.

³¹ Purkert W. Brückenkurs Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler. Teubner Verlag; Auflage: 4. Aufl., 2001



Literaturangebot für Dich!

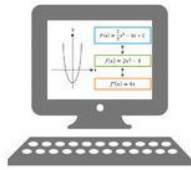
Nimm Dir das Buch von Walter Purkert „**Brückenkurs Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler**“ (4. Auflage, ISBN: 3-519-10248-X, erhältlich in HS Bibliothek) zur Hand.

- **Lösen von linearen Gleichungen:** Im Kapitel 1 werden unter Punkt 1.1.3 (Seite 29f) allgemeine Regeln zu linearen Gleichungen aufgestellt. Anhand von Beispielen werden diese verdeutlicht.
- **Lösen von quadratischen Gleichungen:** Ausführliche Erklärungen und zahlreiche Beispiele zu quadratische Gleichungen, erhältst Du im Kapitel 2 unter den Punkten 2.4.2 (Seite 90ff).
- **Lösen von Ungleichungen:** Weiterhin gibt es im Punkt 1.4.1 (Seite 52ff) eine ausführliche Erklärung zum Thema Lösen von Ungleichungen.
- **Umstellen von Formeln:** Ebenfalls in Punkt 1.1.3 (Seite 33f) findest Du einige Beispiele zum Thema Umstellung von Formeln.

***Hinweis:** Versuche alle Erläuterungen und Beispiele nachzuvollziehen und rechne die dazugehörigen Aufgaben, damit Du siehst, ob Du es verstanden hast oder vielleicht doch noch einmal nachlesen solltest.*

Abbildung 4.7: Literaturangebot des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" für das Selbststudium

Der Aufbau des Feedbacks mit Internetangeboten ist dem des Literaturangebotes nachempfunden. Hier werden wieder die Schwerpunkte des Tests genannt und für jeden Schwerpunkt 2-3 Angebote aus dem Internet zur Verfügung gestellt. Es sind hauptsächlich externe Übungsaufgaben, bei denen auch theoretische Blöcke nachzulesen sind, aufgelistet. Für das ganze Modul wurden hauptsächlich die externe Seiten "unterricht.de" und "mathebibel.de" genutzt (siehe Abbildung 4.8).



Internetangebot für Dich!

Wenn Du der Meinung bist, Bücher sind altmodisch, dann nutze die E-Learning – Angebote im Internet.

- **Lösen von linearen Gleichungen** ([Einführung](#), [Fortgeschritten](#))
- **Lösen von quadratischen Gleichungen** ([Lösen durch Umstellen](#), [Lösen durch Ausklammern](#), [Lösen mit Hilfe der p-q-Formel](#))
- **Lösen von Ungleichungen** ([Einführung](#), [Fortgeschritten](#))
- **Umstellen von Formeln:** Für das Umstellen von Formeln benötigst Du Kenntnisse zu den Themen Gleichungen lösen, Potenzgesetze, Wurzelgesetze sowie Logarithmengesetze.

Hinweis: Klicke die Links an und gehe auf den Button „**Jetzt üben**“. Wenn Du keinen Login hast, verahre als **Gast** weiter. Löse die Aufgaben die angezeigt werden.

Wenn Du mal eine Aufgabe falsch haben solltest, nicht in Panik verfallen ..., der Lösungsweg wird Dir ausführlich erklärt.

Abbildung 4.8: Internetangebot des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" für das Selbststudium

Das Feedback mit Lernvideos stellt eine Reihe von Videos zu den jeweiligen Themen zur Verfügung (siehe Abbildung 4.9). Es sind externe Videos der Videoplattform YouTube, die auf ihre Korrektheit und Relevanz im Rahmen der Modulentwicklung sorgfältig von der Arbeitsgruppe geprüft wurden. Das wichtigste Kriterium für die Auswahl der Videos waren nicht nur die fachliche Korrektheit, sondern auch die Länge des Videos. Es ist in der Regel nicht länger als 6-8 Minuten. Es wurde davon ausgegangen, dass der Studierende nicht gelangweilt und mit den Videoinhalten nicht überfordert werden soll.



Lernvideos für Dich!

Wenn Du eine Person benötigst, die Dir etwas erklärt, weil Du besser lernst, wenn Du jemanden zuhören kannst, dann ist **YouTube** Dein Freund und Helfer!

In diesen Videos werden die Schwerpunkte sehr gut erklärt.

- [Lösungsmengen bei Gleichungen Ungleichungen](#)
- [Lösen von linearen Gleichungen](#)
- [Lösen von quadratischen Gleichungen](#) ([Allgemeines zu quadratischen Gleichungen](#), [Lösen durch Ausklammern](#), [Lösen mit Hilfe der p-q-Formel](#))
- [Lösen von Ungleichungen](#)
- **Umstellen von Formeln:** Für das Umstellen von Formeln benötigst Du Kenntnisse zu den Themen Gleichungen lösen, Potenzgesetze, Wurzelgesetze sowie Logarithmengesetze.

Hinweis: Klicke die Links an und schau Dir die Videos an, versuche die Rechenbeispiele nachzuvollziehen und rechne mit.

Wenn es Dir zu schnell geht, klicke auf Pause, gehe die Schritte noch einmal durch und schau Dir das Video weiter an.

Abbildung 4.9: Videoangebot des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" für das Selbststudium

Das letzte Angebot, das im Feedback enthalten ist, ist das interne Angebot der Hochschule. Je nachdem, welche Punktzahl der Studierende nach dem Test erreicht hat, kann er im Selbststudium das Übungsheft mit zusätzlichen Aufgaben, das zum Download gleich über den Link zur Verfügung gestellt wird, durchrechnen bzw. die semesterbegleitenden Tutorien im Fach Wirtschaftsmathematik besuchen (siehe Abbildung 4.10). Die Empfehlung zum Tutorium wird allen Studierenden unabhängig von der Punktzahl gegeben. Es werden verschiedene Formulierungen benutzt, bei denen den Studierenden mit einem guten und sehr guten Ergebnis gesagt wird, dass der Besuch des Tutoriums nicht unbedingt notwendig ist und die Wissenslücken durch selbständige Arbeit mit dem Übungsheft geschlossen werden können. Der Hauptgrund dafür ist, dass das Tutorium als Lernformat mehr für die Studenten mit schlechterem Wissensstand geplant ist. Es ist wichtig für die Studierenden, die grosse Fachprobleme haben, die Tutorien zu besuchen, da sie vor Ort vom Tutor Erklärungen und Hilfestellungen bekommen können. In kleineren Gruppen kann die Durchführung von Tutorien effektiver sein, da der Tutor jedem Studenten gezielt helfen kann. Darum wird der Besuch des Tutoriums für Studenten mit guten und sehr guten Leistungen nicht empfohlen, jedoch aber nicht verboten.



Angebot der HS Mittweida für Dich!

Wenn Du Jemanden brauchst, der auf deine Fragen eingeht, Aufgaben bereitstellt und Erklärungen zu den jeweiligen Themengebieten gibt,

dann besuche unbedingt das **Tutorium 4**, welches als Studieneinstiegsbegleitung an der Hochschule angeboten wird. Dort hilft Dir eine Studentin

oder Student Deine Lücken zu schließen.

Hinweis: Mit Beginn des Semesters kannst Du dieses Tutorium besuchen. Für das Modul (Tutorium Wirtschaftsmathematik) ist eine Einschreibung erforderlich. Dies ist mit Semesterbeginn über das Studentenportal möglich.

Abbildung 4.10: Angebot der HS Mittweida des Themas "Gleichungen und Ungleichungen" mit dem Hinweis auf das semesterbegleitende Tutorium

Für jedes Teilgebiet wird ein separates Forum zur Verfügung gestellt. Hier können die Studierenden ihre Fragen zu bestimmten Themen stellen. Die anonyme Publikation von Fragen ist ebenfalls möglich. Die Abbildung 4.11 zeigt die Forumimplementierung für die drei Themengebiete. Die Einrichtung von drei Foren schafft eine gute Strukturierung und sorgt dafür, dass die Fragen aus verschiedenen Fachgebieten nicht gemischt werden. Die Studierenden haben damit eine gute Orientierung und es ist immer klar, auf welches Thema es sich bezieht.

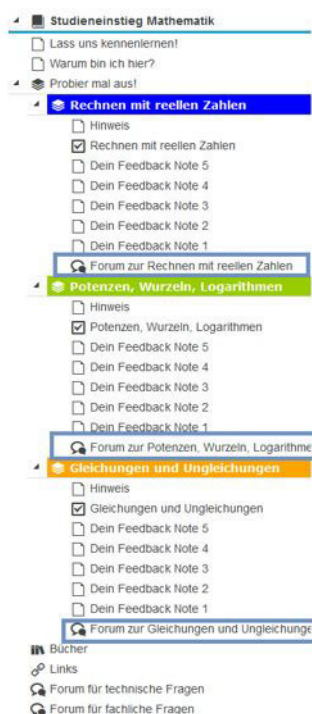


Abbildung 4.11: Diskussionsforen für die fachliche Fragen für jedes Themengebiet

Es wurden auch separate Foren für allgemeine fachliche und technische Fragen im Mo-

dul implementiert, wo die Studierenden in Form eines publizierten Beitrags ihre Frage stellen können. Die Beiträge können auch hier anonym eingereicht werden (siehe Abbildung 4.12).

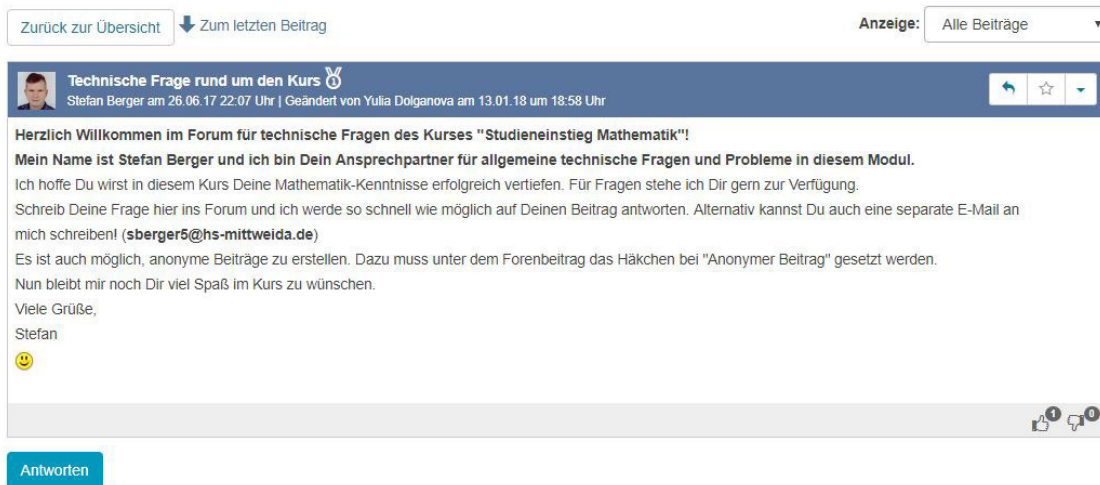


Abbildung 4.12: Forumsbeitrag vom Ansprechpartner für technische Fragen

4.2 Testentwicklung in der Editor-Umgebung ONYX

Die Entwicklung von Tests bildete die größte Herausforderung in der praktischen Realisierung des Moduls. Bei der Entwicklung von Aufgaben wurde sich verstärkt auf Berechnungsaufgaben konzentriert, da sie eine grössere Anforderung an das selbständige Arbeiten der Studenten stellt. Die Ausnahme bilden hier die Aufgaben im dritten Thema Gleichungen und Ungleichungen, wo die Studenten die vorgegebene Formeln nach bestimmten Variablen umstellen sollen. Hier wurden die Aufgaben in Form von Multiple-Choice Fragen realisiert. Ein Grund dafür ist die erschwerte Möglichkeit der Eingabe von LaTeX-Formatierungen und Symbolen der komplexen Formeln. Eine weitere Besonderheit bei der Entwicklung der Tests ist es, dass die Aufgaben in Form von Berechnungsaufgaben mit Variablen umgesetzt sind. Die Variablen definieren die Zufallsparameter in den Aufgaben. Variablen werden in ONYX für alle Aufgabentypen unterstützt und bieten insbesondere für Berechnungsaufgaben vielfältige Möglichkeiten. Durch Variablen können Aufgabenschablonen erstellt werden, welche automatisch zur Testlaufzeit unbegrenzt viele, unterschiedliche Test- und Prüfungsdurchläufe ermöglichen.³² Das heisst, der Studierende bekommt keine statischen, sondern dynamische Inhalte im Test. Es besteht kein Wiedererkennungswert der Aufgaben und der Lernende kann sich nicht mehr auf bestimmte Vorgabewerte konzentrieren, sondern auf das Verständnis des Berechnungsweges. Solche dynamischen Aufgabeninhalte benötigen keinen Änderungsaufwand und sind wiederverwendbar. Das bedeutet, dass die Vorbereitungsphase der

³² vgl. [4], BPS GmbH: Benutzerhandbuch OPAL. URL: <https://www.bps-system.de/help>. Letzte Zugriff am 21.05.2017

neuen Testdurchläufe in nachfolgenden Semestern komplett entfällt. Die Arbeitsschritte, die für die Erstellung von Berechnungsaufgaben zu vollziehen sind, werden in Abbildung 4.13 zusammengefasst.

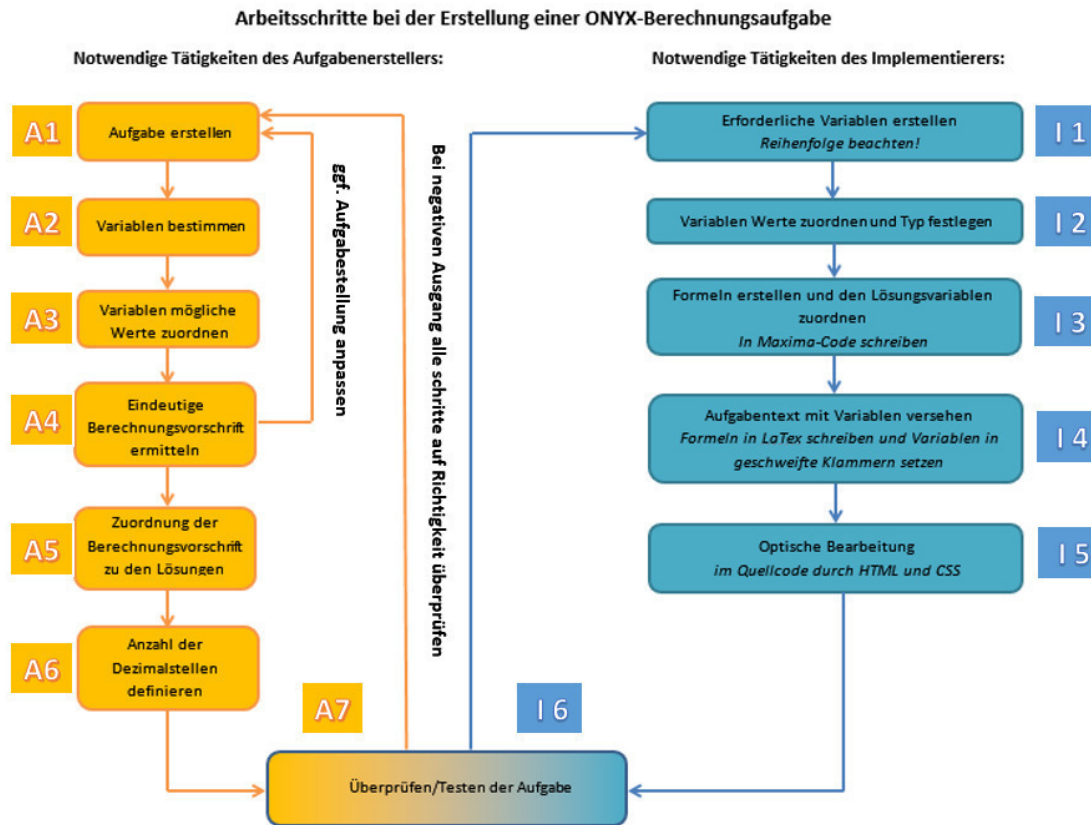


Abbildung 4.13: Arbeitsschritte für die Erstellung von ONYX Berechnungsaufgaben

Für die Erstellung einer ONYX-Berechnungsaufgabe sind bestimmte Tätigkeiten des Aufgabenstellers und bestimmte Tätigkeiten des Implementierers als Arbeitsschritte notwendig, um eine Testaufgabe für den Benutzer zur Verfügung stellen zu können. Der Aufgabensteller hat 6 Punkte abzuarbeiten, bevor der Implementierer mit seiner Arbeit (6 Punkte) beginnen kann. Dies beginnt mit der allgemeinen Aufgabenstellung. Der Ersteller muss sich erst das (mathematische) Problem ausdenken, welches es zu lösen gilt (A1). Als Schritt 2 müssen aus der Aufgabe heraus die Variablen bestimmt werden, deren Existenz einerseits den Sinn der Aufgabe beibehält und andererseits genug Variationen bildet, um genug Varianten der Aufgabe erstellen lassen zu können (A2). Danach werden den Variablen mögliche Werte zugeordnet, um die Lösungswege technisch einzugrenzen (A3). Als vierter Schritt wird eine eindeutige Berechnungsvorschrift ermittelt (A4). Sollte diese für die Aufgabenstellung nicht gefunden werden können, muss die Aufgabenstellung gegebenenfalls noch einmal angepasst werden und der Prozess beginnt von Neuem. Sollte die Berechnungsvorschrift erfolgreich gefunden worden sein, wird diese nun den Lösungen zugeordnet (A5). Als vorletzter Schritt muss die Anzahl der Dezimalstellen definiert werden (A6), um alle Punkte im letzten Schritt noch ein-

mal überprüfen zu können (A7). Sollten jetzt noch Fehler gefunden werden, müssen alle Schritte auf Richtigkeit überprüft werden. Sollte jedoch alles richtig sein, kann der Implementierer mit seiner Arbeit und den 6 weiteren Arbeitsschritten beginnen. Dieser muss als ersten Schritt die erforderlichen Variablen erstellen, wobei hier auf die Reihenfolge geachtet werden muss (I1). Den Variablen müssen nachfolgend Werte und ein Typ zugeordnet werden (I2), um danach in Maxima-Code die Formeln zu erstellen und die Lösungsvariablen zuordnen zu können (I3). Darauf folgt die Bearbeitung des Aufgabentextes, der mit den Variablen versehen wird. Die Formeln werden hierbei in LaTeX und die Variablen in geschweifte Klammern geschrieben (I4). Für eine bessere Optik wird im vorletzten Schritt eine optische Bearbeitung durchgeführt, diese geschieht vorrangig direkt im Quellcode mittels der Sprachen HTML³³ und CSS³⁴ (I5). Abschliessend muss auch der Implementierer seine Eingaben testen (I6) und gegebenenfalls die vorgenommenen Schritte überprüfen, sollte es zu Fehlern gekommen sein. Ist dies nicht der Fall kann die Aufgabe aus dem ONYX-Testeditor in der OPAL-Lernplattform verwendet werden.

Die Entwicklung einer Aufgabe mit Variablen wird anhand des Beispiels der Aufgabe aus dem Test Potenzen, Wurzeln und Logarithmen veranschaulicht. Der Studierende sieht die Aufgabe im Testdurchlauf wie folgt (siehe Abbildung 4.14):

The screenshot shows a test interface with the following elements:

- Header:** "Potenzen, Wurzeln, Logarithmen" and "Test abschließen".
- Sub-headers:** "Aufgaben 2. a) - e)" and "Punkte: 5 | Kein Antwortversuch bisher".
- Text:** "Vereinfache folgende Terme:" and "Denke an: Kürzen; negative Vorzeichen im Zähler; Darstellung ganzer Zahlen als Bruch."
- Question a):** $4 \cdot (a + 9) \cdot (a - 9) - (2a + 4)^2 = \square a - \square$
- Question b):** $\left(\frac{(a+4) \cdot x^7}{ax} + 8x^6 \right) \cdot \frac{a}{x^6} = \square a + \square$
- Question c):** $\sqrt{x^9} : \sqrt{\frac{x^9}{81}} = \square x$
- Question d):** $\lg(u^8 \cdot v^3) = \square \lg u + \square \lg v$
- Question e):** $\ln \frac{\sqrt[3]{a}}{e^4} = \frac{\square}{\square} \ln a + \square$
- Buttons:** "Antworten abgeben", "Zurück", and "Frage 2/2".

Abbildung 4.14: Aufgabe aus dem Test "Potenzen, Wurzeln und Logarithmen" als Studierenden-Vorschau

³³ HTML: engl. Hypertext Markup Language

³⁴ CSS: engl. Cascading Style Sheets

Da die mit grün markierten fünf Stellen als Variable vereinbart sind, erhält der Studierende beim nächsten Testdurchlauf eine Aufgabe mit anderen Zahlen an dieser Stelle. Die Antwort muss vom Studierenden in zwei vorgebenen Lücken eingegeben werden, so dass die Endterme die richtige Vereinfachung der vorgebenen Terme sind.

Für die Entwickler gibt es zwei wichtige Editoransichten, wo die Variablen erst einmal definiert werden und im zweiten Schritt ihre Werte bekommen. Die Definition der Variable soll durch Angabe des Variablen-Namens in der Aufgabenstellung und im Antworttext erfolgen. Ebenfalls ist die direkte Integration in LaTeX-Formeln möglich (siehe Abbildung 4.15). Der definierte Variablenname muss in geschweiften Klammern stehen. ONYX erkennt automatisch, ob eine Variablen-Deklaration mit entsprechendem Namen vorliegt. Wird ein Bezeichner verwendet, der nicht definiert ist, wird dieser ignoriert und als Text ausgegeben.

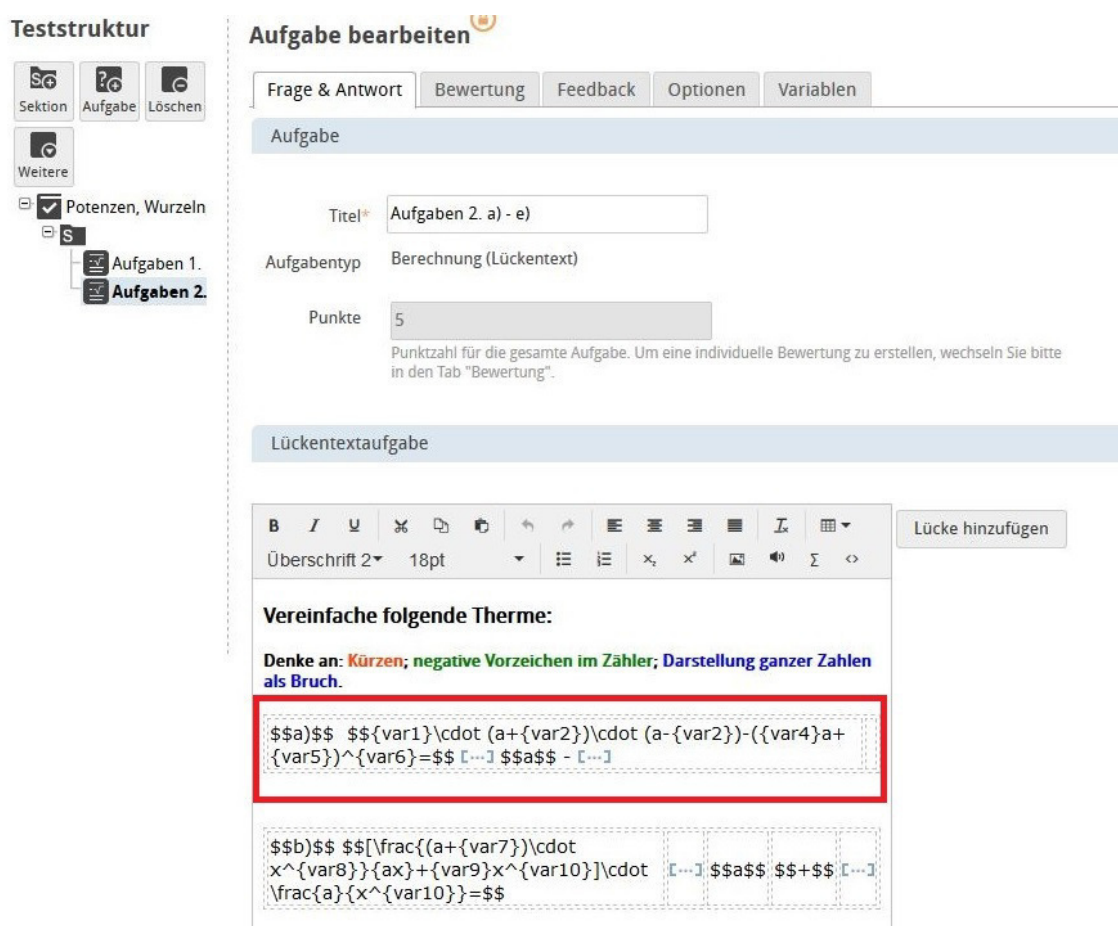


Abbildung 4.15: Variablen im LaTeX-Text der Aufgabenstellung im Bearbeitungsmodus

Jede Variable muss eindeutig benannt werden, da der Variablen-Name als Identifier dient und die Nutzung der Variable im Aufgabentext ermöglicht. Es dürfen keine Umlaute, Sonder- und Leerzeichen im Variablen-Namen verwendet werden. Die Gross- und Kleinschreibung muss beachtet werden. Wird eine Variable mit dem Namen "a" definiert,

kann mit dem Platzhalter {a} darauf zugegriffen werden.³⁵

Die Bearbeitung von Variablen erfolgt im Menue Variablen im Aufgabenbearbeitungsmodus. Wie in der Abbildung 4.16 zu sehen ist, erhält der mit rotem Rahmen markierte Bereich die Variablen der Beispielaufgabe.

Teststruktur

Sektion Aufgabe

Löschen Weitere

Potenzen, Wurzeln

Aufgaben 1. Aufgaben 2

Aufgabe bearbeiten

Frage & Antwort Bewertung Feedback Optionen Variablen

Berechnungsvariablen

Definieren Sie Variablen, um dynamische Werte in ihren Testinhalten zu verwenden. Fügen Sie die Variablen in Ihre Aufgabenstellung oder den Antworttext durch die Angabe des Variablennamens ein (bspw. {Name}).

Variable	Typ	Wert	Aktionen
{var1}	Ganze Zahl	Zufällige Auswahl: 4; 9; 16	[edit] [minus] [plus]
{var2}	Ganze Zahl	Wertebereich: min=1, max=10, step=1	[edit] [minus] [plus]
{var4}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $\text{sqrt}(\{\text{var1}\})$;	[edit] [minus] [plus]
{var5}	Ganze Zahl	Zufällige Auswahl: 2; 3; 4; 5	[edit] [minus] [plus]
{var6}	Ganze Zahl	Wert: 2	[edit] [minus] [plus]
{sol1}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $-\{\text{var4}\} * 2 * \{\text{var5}\}$	[edit] [minus] [plus]
{sol2}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $\{\text{var5}\} * \{\text{var5}\} + \{\text{var2}\} * \{\text{var2}\} * \{\text{var1}\}$	[edit] [minus] [plus]
{kommentar1}	Text	Zufällige Auswahl:aufgabe 2.....	[edit] [minus] [plus]
{var7}	Ganze Zahl	Wertebereich: min=1, max=4, step=1	[edit] [minus] [plus]
{var8}	Ganze Zahl	Wertebereich: min=3, max=7, step=1	[edit] [minus] [plus]
{var9}	Ganze Zahl	Wertebereich: min=2, max=10, step=1	[edit] [minus] [plus]
{var10}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $\{\text{var8}\} - 1$	[edit] [minus] [plus]
{sol3}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $\{\text{var9}\} + 1$	[edit] [minus] [plus]
{Komentar2}	Text	Zufällige Auswahl:Aufgabe 3.....	[edit] [minus] [plus]
{var12}	Ganze Zahl	Wertebereich: min=2, max=10, step=1	[edit] [minus] [plus]
{var13}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $\{\text{var12}\} * \{\text{var12}\}$	[edit] [minus] [plus]
{zwischen}	Ganze Zahl	Berechnung (MAXIMA): $\text{mod}(\{\text{var12}\}, 2)$	[edit] [minus] [plus]
{var12_2}	Ganze Zahl	Wertebereich: min=1, max=10, step=1	[edit] [minus] [plus]
Bedingung		IF zwischen = 0 THEN var12_2 = Zufällige Auswahl: 2; 4; 6; 8 ELSE var12_2 = Zufällige Auswahl: 3; 5; 7; 9	[edit] [minus] [plus]

Abbildung 4.16: Definition von Berechnungsvariablen

³⁵ vgl. BPS: Benutzerhandbuch OPAL. URL: <https://www.bps-system.de/help>. Letzte Zugriff am 21.05.17

Als erstes muss für jede Variable ein Typ hinterlegt werden. Es stehen folgende Variablentypen zur Verfügung:

- Numerische Variablen (ganze Zahlen, Gleitkommazahlen)
- Text Variablen
- Bild Variablen.

Abhängig vom gewählten Variablentyp stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Wertermittlung bereit:

- Wertebereich
- Wert
- Zufällige Auswahl
- Berechnung im Computer-Algebrasystem MAXIMA.

Für die Programmierung der drei Selbsttests wurden nur die numerischen Variablen benutzt. Für die Wertermittlung kamen die Wertebereiche und die zufällige Auswahl aus vorgegebenen ganzen Zahlen und Gleitkommazahlen zum Tragen. In unserem Fall haben wir für eine Variable "var1" die zufällige Auswahl aus drei Werten, für "var2" die zufällige Auswahl aus einem ganzen Wertebereich von Zahlen von 1 bis 10 und für "var5" wieder die zufällige Auswahl aus vier Werten hinterlegt. Die Variable "sol1" ist die Antwort für die erste Lücke des Endtermes und "sol2" die Lösung für die zweite Lücke. Diese zwei Variablen wurden durch das Computeralgebra-System MAXIMA mit Involvierung von vorher definierten Variablen berechnet und mit den entsprechenden Lücken verbunden.

Die Programmierung des Feedbacks nach dem Testdurchlauf spielt eine besondere Rolle. Wie in der Konzipierung schon beschrieben ist, wurde bei der Implementierung auf Realisierung eines lernfördernden Feedbacks geachtet. Wie in der Abbildung 4.17 zu sehen ist, beinhaltet das Feedback ein leistungsabhängiges Emoji. Je nach Punktzahl wird es in verschiedenen Farben (Palette von grün für sehr gute Leistung bis rot für nicht bestandenen Test) angezeigt. Hier wurde sich nach Diskussionen in der Arbeitsgruppe entschieden, vom Notenprinzip für die Auswertung wegzukommen und zur Motivationssteigerung einen Emoji mit Motivationsspruch zu nutzen. Weiterhin werden alle Schwerpunkte zusammengefasst und den Studierenden Informationen über mögliche Angebote gegeben. Aus diesem Feedback heraus landet der Studierende durch Klick wieder in der OPAL-Umgebung, wo abhängig von der gesammelten Punktzahl aus dem Test das entsprechende Feedback in Form einer internen Seite noch einmal angezeigt wird. Beim Klick auf das Angebot, das der Studierende für das Lernen am Besten findet, wird das detaillierte Angebot (Literaturempfehlung, verlinkte Internetseiten, YouTube-Videos und Verweis auf das Tutorium bzw. Übungsheft) angezeigt.

Testergebnisse

✘ Nicht bestanden

*Upps, da ist etwas schief
gegangen...
versuche es einfach noch einmal!*



Schade. Du hast den Test **leider nicht bestanden** (Auswertung siehe unten).

Das ist aber kein Grund gleich aufzugeben, sondern nach vorn zu blicken und weiter zu machen!

Damit Du Deine Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Thema **Gleichungen und Ungleichungen** wiedererlangen kannst, hast du im Folgenden ein paar Angebote, die Dir auf jeden Fall helfen werden. Konzentriere Dich dabei auf folgende Schwerpunkte:

- **Lösen von linearen Gleichungen**
- **Lösen von quadratischen Gleichungen**
- **Lösen von Ungleichungen**
- **Umstellen von Formeln**

Wenn Du Dich mit einem der Angebote beschäftigt hast und Deine Kenntnisse besser sind, dann öffne den Eingangstest und versuche Dich erneut an dem **Thema 3 – Gleichungen und Ungleichungen**.

Klicke [hier](#) um aus folgenden Lernangeboten zu wählen:



Literatur



Internetangebote



Lernvideos



Angebot der HS Mittweida

Viel Erfolg! Du schaffst das!!!

Punkte: 0 / 10

Notwendige Punktzahl für Bestanden: 4

Benötigte Zeit: 00:05

OK

Abbildung 4.17: Feedback mit Empfehlung für das Selbststudium des Tests "Gleichungen und Ungleichungen"

Die Verzahnung der Umgebungen OPAL- und ONYX-Testsuite, die für das technische Verständnis der Modulimplementierung wichtig ist, wird in folgender Abbildung noch einmal dargestellt (siehe Abbildung 4.18).

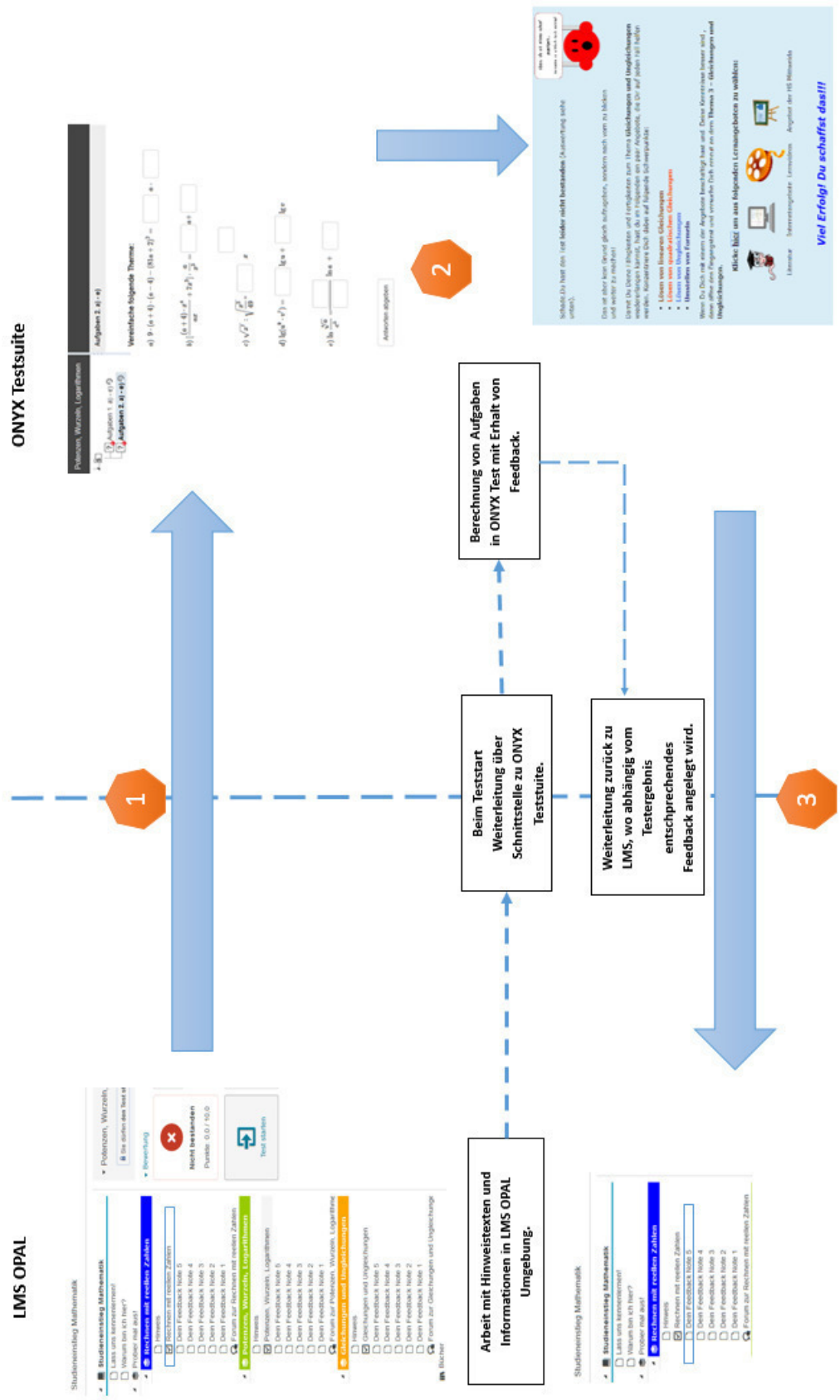


Abbildung 4.18: Prozessabbildung zur Arbeit mit dem Modul Studieneinstieg Mathematik

Die Studierenden finden im Lernmanagementsystem OPAL das Modul Studieneinstieg Mathematik. Im Strukturbaum befindet sich je ein Strukturelement zu den drei Hauptkapiteln "Rechnen mit reellen Zahlen", "Potenzen, Wurzeln, Logarithmen" und "Gleichungen und Ungleichungen". Diese Kapitel enthalten wiederum einen Hinweistext, einen Selbsttest, die notenabhängigen Feedbacks und ein Forum für die Studenten, in dem sie zum Thema an die Dozentin Fragen stellen können. Wählt der Student den Kursbaustein "Test" und klickt auf "Test starten" wird er automatisch über eine Schnittstelle an die ONYX- Testsuite weitergeleitet. Hier werden die zum jeweiligen Stoff implementierten Aufgaben (Multiple-/Single Choice-Aufgaben, Lückentextaufgaben, usw.) bereitgestellt. Der Student berechnet diese mit Stift und Papier, gibt seine Antworten ein und erhält nach Abgabe seiner Ergebnisse eine Zusammenfassung seiner Leistung. Zusätzlich erhält er, je nach Anzahl der erreichten Punkte, ein Feedback zur äquivalenten Note und Hinweise, wo und wie er seine Leistungen verbessern kann. Auf dieser Ergebnisseite gibt es einen Link, durch den man zurück in die Lernplattform OPAL und auf die konkrete Seite "Dein aktuelles Feedback" gelangt. Hier befinden sich umfassende Literatur, Video, Web und -Hochschulangebote.

4.3 Test, Fehlerbehebung und Verbesserung der Piloterprobung

Die Testphase umfasste zwei Wochen vor Freischaltung des Angebots und wurde neben dem Entwickler durch einen Mathematiker durchgeführt. Seine Unterstützung wurde hauptsächlich für das Testen und das Prüfen von Aufgaben und definierten Lösungen auf fachliche Fehler sowie Prüfung von Aufgaben mit verschiedenen Variablenkombinationen notwendig.

In der Testphase wurden durch Besprechungen der Arbeitsgruppe Änderungen in der Gestaltung des Moduls durchgeführt. Die wesentlichen Veränderungen betreffen die Feedbackdarstellung. Es wurde sich für die kürzere Version des Feedbacks entschieden, also nur mit der Auflistung der Schwerpunkte des Tests und mit dem Link zum zusammenfassenden Feedback in der OPAL-Umgebung. Das Feedback in OPAL wurde auch angepasst. Somit werden die Lernempfehlungen nicht alle einer Seite angezeigt, sondern auf einzelnen Seiten für Literaturangebot, Internetangebot, Lernvideos und Angebot der HS Mittweida verteilt. Für eine bessere Navigation wurden mit den Tests verlinkte Buttons in die Hinweistexte eingefügt. Die Tests wurden sehr aufwendig auf Fehler getestet und es wurden Anpassungen der Variablenwerten gemacht (Abgrenzung der Wertebereiche, Einführung zusätzlicher Hilfsvariablen für Berechnungen, Anpassungen bezüglich Vorzeichen und Hinweistexten in Aufgabenstellungen). Die Differenzierung zwischen den Feedbacks für einzelne Noten wurde ebenso nachgebessert. Die Empfehlung zum Besuch des semesterbegleitenden Tutoriums wurde auch für eine sehr gute (Note 1) und gute (Note 2) Leistung angezeigt. Je nach Thema wird ein bestimmter Tutorientermin, anstatt aller Tutorien, empfohlen, bei dem die Studierenden gezielt zu diesem Thema Fragen stellen können. Ausserdem wurden Änderungen in der Gestaltung der Emojis als motivierendes Element vorgenommen. Jeder Emoji beinhaltet jetzt einen motivierenden Spruch: den Versuch nach der Arbeit mit den Lernempfehlung des Feedbacks zu wiederholen bzw. eine Belobigung für gute Leistung (siehe Abbildung 4.19).

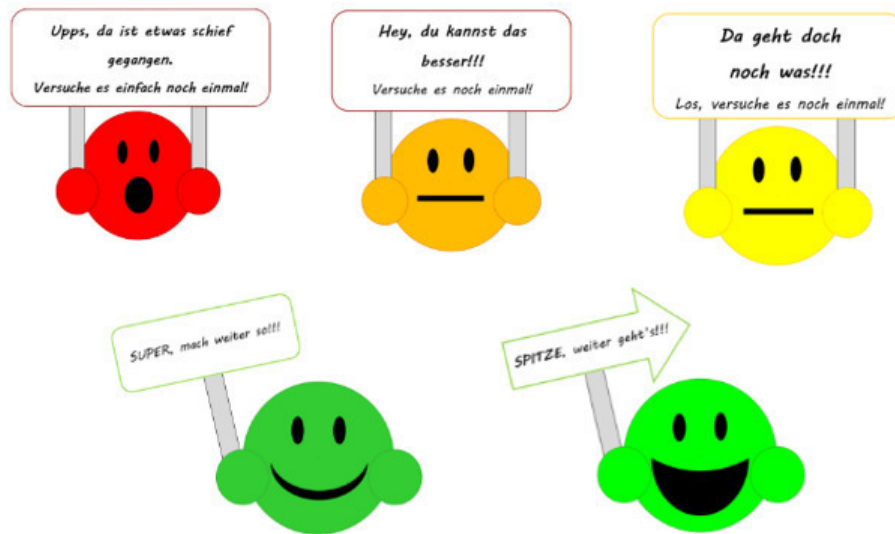


Abbildung 4.19: Emojis als motivierendes Element des Testfeedbacks

Als letztes wurden Formatierungsänderungen durchgeführt, die das Anpassen der Schriftart, Schriftgröße, Umbrüche in Texten, Farbe der Links und Schwerpunkte umfasste. Am 30.08.2017 wurde das Modul vom Entwickler, nach der Durchsicht durch die ganze Arbeitsgruppe und der fachlichen Projektleiterin, für die Freischaltung freigegeben.

4.4 Freischaltung und Durchführung des Pilot-Moduls

Die Bekanntgabe des Moduls über eine Rundmail an Studierenden wurde am 01.09.2017 durchgeführt. In der E-Mail wurde, wie auch in dem Modul, jugendgemässe Sprache benutzt. Die Studienanfänger wurden geduzt und die Absender wurden als Studierende verschiedener Studiengänge der HS Mittweida, die aus ihrer Studierenerfahrung heraus sprechen, dargestellt. Für eine erleichterte Navigation zur Lernmanagementplattform OPAL und zum Modul selbst wurde ein Leitfadendokument zusammengefasst, in dem den Studenten detailliert erklärt wurde, wie sie zum Lernmodul gelangen können und welche Schritte dazu notwendig sind (siehe Abbildung 4.20).

58 Kapitel 4: Praktische Realisierung des Pilotmoduls zum Studieneinstieg Mathematik

Liebe zukünftige Studentin, lieber zukünftiger Student,

wir sind Studenten der Hochschule Mittweida der Diplom- und Masterstudiengänge Wirtschaftsingenieurwesen, Elektro- und Informationstechnik und Industrial Management. Aus unserer Erfahrung heraus können wir sagen, dass einige grundlegende Kenntnisse aus der Mathematik für viele Fächer im Studium wichtig sind.

Um Dir den Einstieg ins Studium zu erleichtern, haben wir gemeinsam mit unserer Mathematikprofessorin ein E-Learning-Angebot in Mathematik für Dich vorbereitet. Du wirst merken, wenn Du es schon jetzt intensiv nutzt, dass Dir der Start ins Studium leichter fallen wird!

Das Modul haben wir für Dich auf der OPAL-Lernplattform eingerichtet. Klick auf die folgende Link:

<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/13998555139/CourseNode/96027571025491>

wähle bei Anmeldung die HS Mittweida aus der Liste aus und melde Dich mit Deinem Hochschulbenutzernamen und Password in OPAL an. (Bei Erstanmeldung musst Du auch den Nutzerbedingungen zustimmen). Anschließend musst Du Dich für den Kurs einschreiben und schon kannst Du loslegen!

Wir haben aber auch eine PDF vorbereitet, die genau beschreibt, wie Du den Weg zu OPAL findest. Diese ist im Anhang zu dieser E-Mail.

Wenn Du Fragen zur Arbeit mit dem Mathe-Einstiegskurs hast, stehen wir Dir gern zur Verfügung!

Viel Erfolg wünschen Dir

Yulia Dolganova (ydolgano@hs-mittweida.de)
Stefan Berger (sberger5@hs-mittweida.de)
Sophie Melzer (seltma1@hs-mittweida.de)

Wir sprechen Deutsch, English und Russisch!

Abbildung 4.20: Freischaltungs- E-Mail an Studierende

Nach einer Kontrollzeit von ca. 3,5 Wochen und aufgrund geringer Teilnahmezahlen im Modul Studieneinstieg Mathematik wurde über eine wiederholte Rundmail am 26.09.2017 entschieden. Der Text der E-Mail wurde geringfügig geändert und sie wurde mit Eingangs- und Lesebestätigung verschickt. Weiterhin wurden die Studierenden über das Angebot während der Campusführungen informiert und über die Gründe, warum sie es sich noch nicht angeschaut und ausprobiert haben, befragt. Die häufigste Aussage war, dass sie sich noch nicht in den Hochschul-E-Mailaccount eingeloggt haben und somit die E-Mail noch nicht gesehen und gelesen haben. Nach der Campusführung und persönlicher Absprache mit den Studienanfängern haben sich schon die ersten 4 Studierenden angemeldet und das Modul ohne Durchrechnen von Aufgaben angeschaut (siehe Abbildung 4.21).



4 Einträge

Tabelle herunterladen Tabelle anpassen Anzeige Rechnen mit reellen Zahlen

Nachname	Vorname	Matrikelnummer	Versuche	E-Mail-Adresse	Punkte	Note	Prädikat	Bestanden
			0					
			0					
			1			0,0		
			0					

Abbildung 4.21: Nutzungsanalyse anhand des Bewertungswerkzeugs am Beispiel des Tests "Rechnen mit reellen Zahlen". Stand 27.09.2017

Es wurde in der ersten Erprobungsphase über andere Möglichkeiten nachgedacht, wie die Studierenden für die Teilnahme am Modul Studieneinstieg Mathematik motiviert werden könnten. Nach der Besprechung mit der Leitung des Projektes und Mitgliedern der Arbeitsgruppe Mathematik wurde entschieden, dass man das Rechnen der Aufgaben des Tests als Teil des ersten Tutoriums Wirtschaftsmathematik in der ersten Semesterwoche durchführt. Die Studenten werden gebeten, sich während der ersten Lehrinheit (90 min.) in das Modul einzuloggen und die Tests erstmalig ohne detailliertes Durcharbeiten der Feedbacks zu lösen.

Hiermit werden zwei Arten von Erprobungsszenarien unterschieden: die freiwillige Arbeit von Zuhause aus (die Bekanntgabe über E-Mail, die schon durchgeführt wurde bzw. Bekanntgabe während der Campusführung) und die Arbeit mit den Tests vor Ort, wo die Studierenden gebeten wurden, das Modul zu öffnen und die Tests zu lösen. Damit bekommen die Studienanfänger schon einen Überblick über ihre Wissenslücken und den Antrieb für die weitere selbstständige Arbeit mit den Feedbacks aus den Tests von Zuhause aus (Videos, Internetangebot, Hochschulangebot). Das Tutorium fand am 04.10.2017 in einem Computerpool statt. Es waren 15 Studenten anwesend, was 50% der gesamten Zielgruppe entspricht. Die Veranstaltung war sehr informativ für die Erstsemesterler. Einige Studenten haben sofort bemerkt, dass grosse Lücken bei ihnen vorhanden sind, die beseitigt werden sollen und dass sie zusätzliche Hilfe für die Wissensaneignung benötigen. Fast alle Studenten haben die Aufgaben der ersten zwei Themen durchgerechnet. Etwa drei Studenten haben den dritten Test angefangen, diesen aber aufgrund von Zeitmangel abgebrochen. Zur fachlichen Betreuung und bestehenden mathematischen Fragen war eine Tutorin, die auch das semesterbegleitende Tutorium bei diesen Studenten durchführen wird, vor Ort. Die Tutorin konnte den Wissenstand der Studenten einschätzen und schon planen, mit welchen Themen in dem ersten Tutorium angefangen werden sollte.

Während der Erprobung im Tutorium wurden die ersten Verbesserungswünsche von Seiten der Studenten geäußert. Der erste betrifft die Aufgabendarstellung: Zur Zeit wurde sich für die Darstellung von fünf Aufgaben pro Seite entschieden. Den Studierenden erschien es zu viel und sie wünschten sich die Darstellung einer einzelnen Aufgabe pro Seite. Da die Auswertung nur nach der Berechnung von allen Aufgaben möglich ist, wirkte es sehr demotivierend.

Bei der Berechnung von Aufgaben haben die Studierenden aktiv miteinander kommuniziert und mögliche Berechnungswege diskutiert. Der Kursbaustein Forum wurde während der Erprobung des Moduls von den Studenten trotz Empfehlung nicht benutzt. Aus diesem Grund wurde ein Versuch unternommen, die Diskussion im Forum bezüglich fachlicher Fragen anzustossen. Dafür wurden anonyme Beiträge von Seiten der Betreuer des Moduls erstellt und es wurde gehofft, damit die Diskussion anzuregen. Leider waren diese Versuche erfolglos und es wurden keine weiteren Beiträge und Antworten erzeugt. Der Hauptgrund dafür war, dass die Studierenden das Forum als Kursbaustein

nicht abonniert und somit keine Benachrichtigung über die erstellten Beiträge bekommen haben. Die Studierenden sollten die Foren selbstständig auf neue erstellte Inhalte prüfen, was nicht gemacht wurde. Bezüglich der Nutzung des Forums als Kommunikationselement wurde sich im Auswertungsfragebogen erkundigt und die darauf bezogene Antwort im Abschnitt der qualitativen Auswertung dargestellt.

Abschliessend lässt sich sagen, dass die gewählte Form der Erprobung des E-Learning Moduls während der Lehrveranstaltung vor Ort im Computerpool sehr erfolgreich war. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, ihre Kenntnisse mit den Tests zu prüfen und bestehende Fragen gleich an den Tutor zu stellen.

5 Quantitative und qualitative Evaluation der Nutzung des Pilotmoduls

In diesem Kapitel wird eine quantitative Evaluation durchgeführt, die die statistische Auswertung des einzelnen Kursbausteines (Tests) und Auswertung der Ergebnisse der letzten Testversuche nach Nutzern sowie auch die qualitative Bewertung des Moduls durch Analyse des in der Zielgruppe ausgeteilten Fragebogens umfasst.

Laut Bewertungswerkzeug in OPAL, haben den Test zum ersten Thema und den Test zum zweiten Thema jeweils 9 Studenten gelöst. Der letzte Test hat die kleinste Teilnehmerzahl, da dort nur 5 Studierende die Aufgaben gerechnet haben. Im Test zum ersten Thema ist erkennbar, dass die Anzahl von Antworten weit über der Anzahl von Studenten selbst ist. Dies deutet an, dass manche Studierenden den Test mehrmals gelöst haben, um die bessere Punktzahl zu erreichen.

Wie in der Abbildungen 5.1, 5.2 und 5.3 zu sehen ist, haben die Studierenden kaum einen Test mit 100 % Richtigkeit gelöst. Weiterhin ist zu erkennen, dass der prozentuale Anteil von Testversuchen mit Fehlern viel höher ist, als die absolut richtig gelösten Aufgaben.

Nr.	Aufgabe	Statistik
1	 Aufgaben 1. a) - e)	19 Antworten 37% 63% 0%
2	 Aufgaben 2. a) - e)	20 Antworten 15% 75% 10%

Abbildung 5.1: Statistische Auswertung des Tests zum Thema "Rechnen mit reellen Zahlen". Stand 27.10.2017

Die grössten Schwierigkeiten hatten die Studierenden, laut Auswertung, mit dem zweiten Teil des zweiten Tests und dem ersten Teil des dritten Tests. Hier beträgt die Quote von falsch gelösten Aufgaben entsprechenderweise 11% und 17%.

Nr.	Aufgabe	Statistik
1	 Aufgaben 1. a) - e)	9 Antworten 22% 78% 0%
2	 Aufgaben 2. a) - e)	9 Antworten 11% 78% 11%

Abbildung 5.2: Statistische Auswertung des Tests zum Thema "Potenzen, Wurzeln und Logarithmen". Stand 27.10.2017

Nr.	Aufgabe	Statistik
1	 Aufgaben 1. a) - c)	6 Antworten 33% 50% 17%
2	 Aufgaben 1. d) - f)	2 Antworten 100% 0% 0%
3	 Aufgaben 2. a) - b)	2 Antworten 50% 50% 0%

Abbildung 5.3: Statistische Auswertung des Tests zum Thema "Gleichungen und Ungleichungen". Stand 27.10.2017

Die Studenten hatten für das Lösen von Aufgaben eine unbegrenzte Anzahl von Versuchen. Beim ersten Test hatten die Studierenden zwischen einem und vier Versuchen benütigt, was einem Durchschnitt für abgeschlossene Durchläufe von 1,7 Versuchen entspricht. Die erreichte Anzahl von Punkten variiert im ersten Test zwischen 6,5 bis 9,5. Im Durchschnitt haben die Studierenden, die den Test abgeschlossen haben, 8,3 von 10 Punkten erreicht, was laut der festgelegten Notenskala der Note 2 entspricht (siehe Abbildung 5.4).³⁶

Nachname »	« Vorname »	« Matrikelnummer »	« Versuche »	« E-Mail-Adresse »	« Punkte ↑ »	« Note »	« Prädikat »	« Bestanden »
			4		9,5 / 10,0			Bestanden ✓
			2		9,25 / 10,0			Bestanden ✓
			3		9,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		9,0 / 10,0			Bestanden ✓
			2		9,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		8,5 / 10,0			Bestanden ✓
			1		8,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		6,75 / 10,0			Bestanden ✓
			1		6,5 / 10,0			Bestanden ✓
			1		0,0			
			1		0,0			
			6		0,0 / 10,0			
			0					
			0					
			0					

Abbildung 5.4: Teilnehmerergebnisse des Tests zum Thema "Rechnen mit reellen Zahlen". Stand 27.10.2017

Im Test 2 (Potenzen, Wurzeln und Logarithmen) variiert die Anzahl der benoteten Versuche zwischen 1 bis 3, was im Durchschnitt 1,6 Versuchen entspricht. Die Punktzahl, die von den Studenten erreicht wurde, liegt im Thema 2 zwischen 0,0 und 10 Punkten, was im Durchschnitt von 5,27 Punkten der Note 4 entspricht (siehe Abbildung 5.5).

³⁶ Verweis auf die Note dient ausschliesslich Vergleichszwecken für Lehrende. Die Benotung des Tests im Modul wurde bewusst weggelassen, um die Motivation von Studierenden nicht unterdrücken.

Nachname »	Vorname »	Matrikelnummer »	Versuche »	E-Mail-Adresse »	Punkte ↑	Note »	Prädikat »	Bestanden
			1		10,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		8,5 / 10,0			Bestanden ✓
			3		8,0 / 10,0			Bestanden ✓
			3		6,0 / 10,0			Bestanden ✓
			2		6,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		5,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		3,0 / 10,0			Nicht bestanden ✗
			1		2,5 / 10,0			Nicht bestanden ✗
			2		0,0 / 10,0			Nicht bestanden ✗
			1		0,0			
			1		0,0			
			0					
			0					
			0					
			0					

Abbildung 5.5: Teilnehmerergebnisse des Tests zum Thema "Potenzen, Wurzeln und Logarithmen". Stand 27.10.2017

Bei Test 3 (Gleichungen und Ungleichungen) haben die Studierenden von 1 bis 3 Versuchen gebraucht. Das entspricht im Durchschnitt für alle fünf Ergebnisse 1,8 Versuche. Die Punktzahl, die von den Studenten erreicht wurde, liegt im Thema 3 zwischen 0 und 9 Punkten, was einem Durchschnitt von 6,7 Punkten (Note 3) entspricht (siehe Abbildung 5.6).

Nachname »	Vorname »	Matrikelnummer »	Versuche »	E-Mail-Adresse »	Punkte ↑	Note »	Prädikat »	Bestanden
			2		9,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		9,0 / 10,0			Bestanden ✓
			3		8,5 / 10,0			Bestanden ✓
			2		6,0 / 10,0			Bestanden ✓
			1		1,0 / 10,0			Nicht bestanden ✗
			1		0,0			
			1		0,0			
			2		0,0			
			0					
			0					
			0					
			0					
			0					
			0					

Abbildung 5.6: Teilnehmerergebnisse des Tests zum Thema "Gleichungen und Ungleichungen". Stand 27.10.2017

Es lässt sich sagen, dass sich mit der Erhöhung des Schwierigkeitsgrads eine konstante Abnahme der Teilnehmerzahl ergibt. Nach Zusammenfassung aller Ergebnisse lässt sich folgende Statistik für die Anzahl von Versuchen und Durchschnittsnoten zusammenfassen:

Testnummer	ØPunktzahl	ØAnzahl der Ver- suche	Teilnehmeranzahl
Test 1	8,3(Note 2)	1,7	9
Test 2	5,27(Note 4)	1,6	9
Test 3	6,7(Note 3)	1,8	5

Tabelle 5.1: Statistik für die Anzahl von Versuchen und durchschnittlichen Noten für alle drei Tests des Moduls

Die qualitative Auswertung des Moduls wurde durch eine Befragung der Zielgruppe durchgeführt. Sie fand während des dritten Tutoriums zum Fach Wirtschaftsmathematik für die relevanten Seminargruppen am 24.10.2017 statt. Es wurden insgesamt 16 Rückmeldungen erfasst. Ergebnisse sollen dazu beitragen, die Qualität des Moduls zu beurteilen und zu verbessern. Die Studierenden wurden gebeten, diesen Fragebogen sorgfältig auszufüllen. Es geht in erster Linie darum, die Gestaltung des Moduls zu bewerten und mehr über die Motivation der Studenten während Arbeit mit dem Modul zu erfahren.

Der Fragenbogen ist in vier Teile gegliedert: Nutzerfreundlichkeit, Lerninhalte, Motivation und Gesamteinschätzung. Der Teil Nutzerfreundlichkeit enthält Fragen zum Erreichen des Moduls in OPAL, zur Navigation innerhalb des Moduls und zur Zeit, die sowohl technisch für die Tests vorgegeben ist, als auch die Zeit, die allgemein zur Nutzung des Angebotes verwendet wurde.

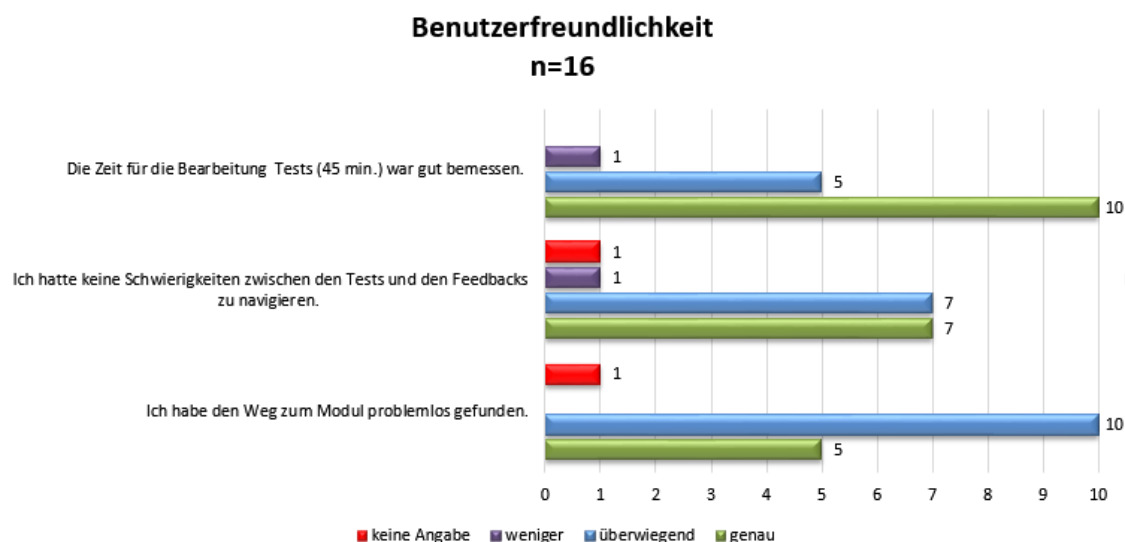


Abbildung 5.7: Auswertung der Benutzerfreundlichkeit des Moduls

Im Abschnitt Benutzerfreundlichkeit zeichnet sich bei den Antworten ein sehr unterschiedliches Bild ab (siehe Abbildung 5.7). Zwei Drittel der befragten Studierenden empfanden die Zeit für die Bearbeitung eines Tests von 45 min genau als gut bemessen. Dies lässt darauf schliessen, dass die gewählte Bearbeitungszeit beibehalten werden sollte.

Bei der Frage nach bestehenden Schwierigkeiten bei der Navigation zwischen den Tests und den Feedbacks gaben je 7 der 15 Befragten an, gar keine bzw. überwiegend keine Probleme gehabt zu haben.

Bei der Frage, ob der Weg zum Modul problemlos gefunden wurde, waren es zwei Drittel der Studenten, die überwiegend keine Problem damit hatten. Hier könnte eine Vorführung in einer Präsenzveranstaltung zur Besserung beitragen, in der der Weg Schritt für Schritt erklärt wird.

Weiterhin wurden die Studierenden nach der gesamten Zeit, die sie für die Arbeit mit dem Modul investiert haben, gefragt.

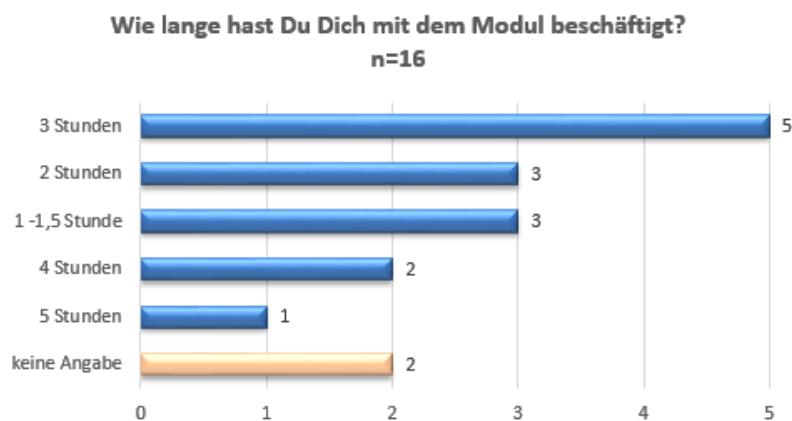


Abbildung 5.8: Auswertung des Zeitaufwandes bei der Arbeit mit dem Modul

Wie in Abbildung 5.8 zu sehen ist, haben die meisten zwischen 1 und 3 Stunden für die Arbeit mit allen drei Tests gebraucht. Im Durchschnitt waren die Studierenden 2,6 Stunden mit den drei Themen beschäftigt. Nach Durchsicht aller Ergebnisse der Tests nach Nutzern wurde herausgefunden, dass fast alle (ausser zwei Studenten) sich nicht von Zuhause aus, sondern während des Vorort-Tutoriums mit den Tests beschäftigt haben. Dies beweist die Aussage, dass die Durchführung von solchen Studieneinstiegsangeboten am Besten vor Ort funktioniert.

Der zweite Teil des Fragebogens beschäftigt sich mit den Fragen bezüglich des Schwierigkeitsgrades der Tests, der Feedbackinhalte und Formen sowie der Einschätzung zur Wissenlückenbeseitigung.

Der Schwierigkeitsgrad wird von den Studierenden als ausgewogen angesehen (siehe Abbildung 5.9). Auf einer Skala von sehr leicht bis sehr schwer haben etwa 80 % der Benutzer den Anspruch der Aufgaben genau in der Mitte angesetzt. Die Aufgaben wurden also so gut ausgewählt, dass sie einerseits die Bearbeiter nicht überfordern, ihnen aber andererseits noch eine Herausforderung bei der Lösung bieten.

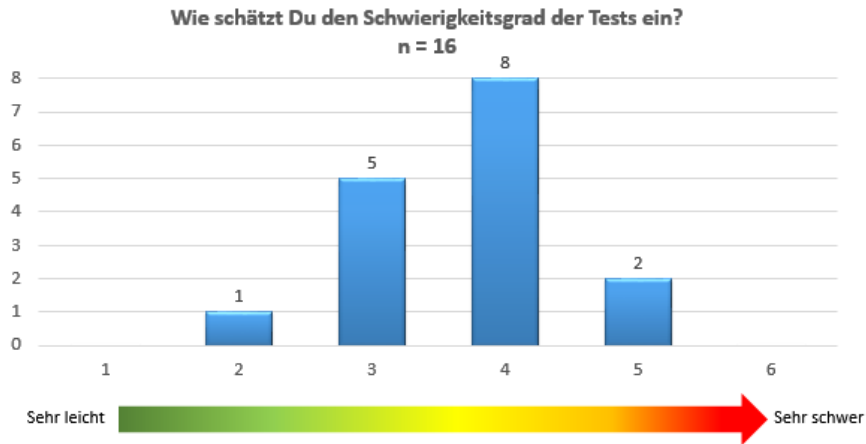


Abbildung 5.9: Auswertung des Schwierigkeitsgrades des Tests

Die Bewertung des Feedbacks, als eines der wichtigsten Elemente des Moduls, spielt eine zentrale Rolle. Wie in der Abbildung 5.10 zu sehen ist, gaben etwas mehr als zwei Drittel der Studierenden an, dass durch die Arbeit mit dem Modul überwiegend Wissenslücken in der Elementarmathematik geschlossen werden konnten. Diese Tendenz deutet auf eine gute Basis bei der Auswahl der Aufgaben hin.

Die Aussage, dass das Feedback nach der Testdurchführung hilfreich war, sahen etwa die Hälfte der Befragten als genau richtig und die andere Hälfte als überwiegend richtig an. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Feedbacks in ihrer Form angenommen werden und ihr Inhalt eine gute Basis für eventuelle Verbesserungen darstellt.

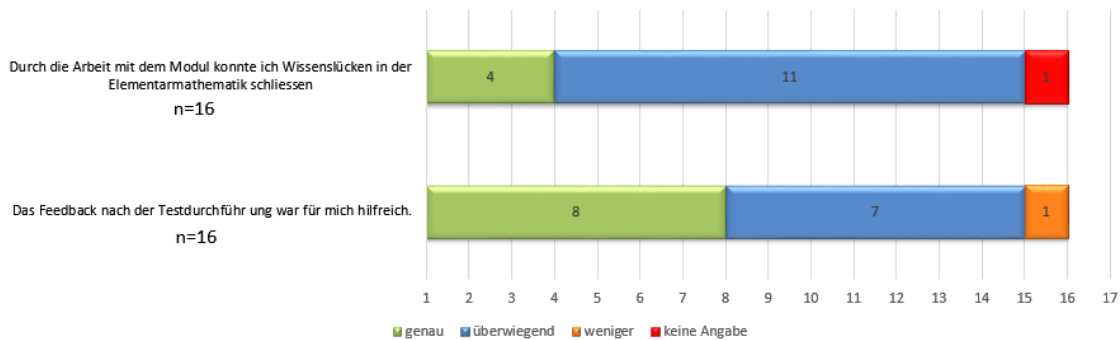


Abbildung 5.10: Auswertung der Effektivität der Arbeit mit dem Modul und Zweckmässigkeit des Feedbacks

Aus den 4 Hauptangeboten im Feedback, Internetangebot, Videos, Literaturangebot und Hochschulangebot, wählten 60 % der Studierenden das Hochschulangebot als das Nützlichste. Darauf folgten das Internetangebot mit 20 % und Literaturangebot und Videos mit je 10 %. Neben der Nutzung der anderen Möglichkeiten, erhält das Angebot, eine Präsenzveranstaltung mit einem Tutor zu besuchen, bei den Studierenden also den grössten Zuspruch.

Welche Angebote aus dem Feedback fandst Du am Nützlichsten?

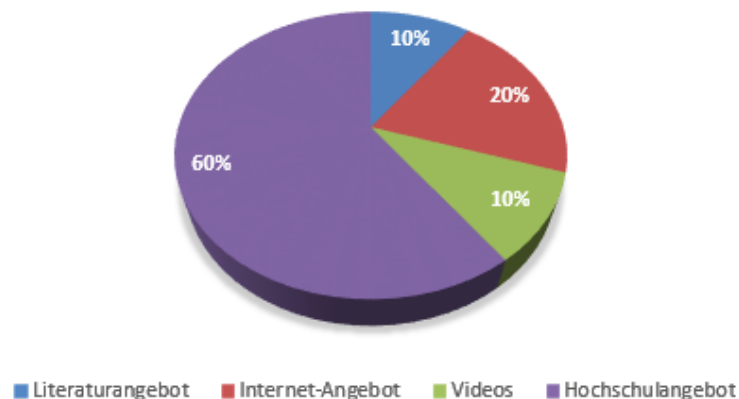


Abbildung 5.11: Auswertung der Angebote des Feedbacks

Die Abfrage der Motivation spielt eine zentrale Rolle der Befragung. Auf einer Skala von 'sehr gut motiviert' bis 'überhaupt nicht motiviert' schätzen sich etwa 75 % auf der Seite von 'motiviert' bis 'sehr gut motiviert' ein, wobei sich ein Grossteil der Befragten im mittleren Bereich sieht (siehe Abbildung 5.12). Die Studierenden haben das Angebot also nicht nur wahrgenommen, sondern einen Nutzen für sich selbst auch angenommen.

Wie schätzt Du Deine Motivation bei der Arbeit mit diesem Modul ein?
n = 16

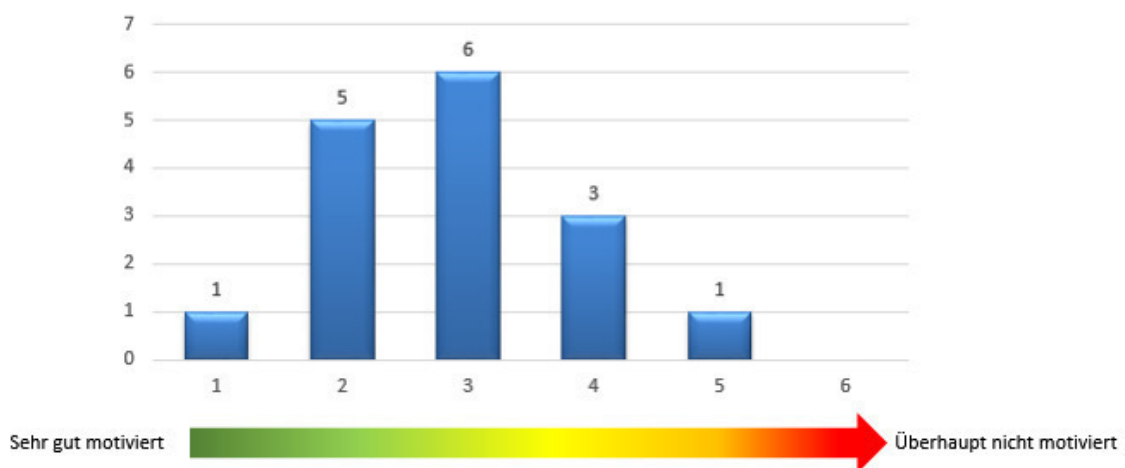


Abbildung 5.12: Auswertung der Motivation bei der Arbeit mit dem Modul

Die Studierenden wurden nach Aufgaben, bei denen sie die Arbeit im Modul beenden wollten, gefragt. 31 % der Befragten haben die Frage bejaht. Einen Motivationsverlust spürten die Studierenden bei komplizierten Aufgaben, vor allem bei denen mit höheren Wurzeln, da dort die Berechnung ohne Taschenrechner als besonders schwer angesehen wird. Ausserdem wurden Doppelbrüche und Logarithmen als eine weitere grosse Schwierigkeit gesehen (siehe Abbildung 5.13).

Gab es Aufgaben, bei denen Du am liebsten aufgehört hättest?

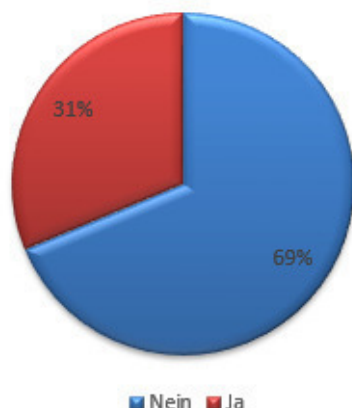


Abbildung 5.13: Auswertung von Meilensteinen für den Motivationsverlust und Unterbrechung der Arbeit mit dem Modul

Das Modul besitzt mehrere Elemente, durch deren Entwicklung die Erhöhung der Gesamtmotivation und damit die Attraktivität des Moduls gesteigert wurden. Es wurden die wichtigsten Eigenschaften des Kurses, die bis jetzt in keinem Angebot der Hochschule implementiert wurden, zusammengefasst und nach ihren interessesteigernden Funktionen bewertet. Das Feedback nach dem Test wurde aus Sicht der Befragten als das wichtigste Element angesehen (11 aus 16 Studierenden), dass das weitere Interesse für die Arbeit mit dem Modul förderte. Hier geht es vor allen um den ergebnisrelevanten Emojy und die Anzahl der Punkte der Tests. Die Lernangebote selbst wurden nur von 2 Studierenden als interessesteigernde Elemente bewertet, was schlussfolgern lässt, dass die vorgeschlagenen Angebote keinen Drang zum Selbstlernen erzeugt haben. Ein Vielfaches an Aufgaben wurde von 10 aus 16 Befragten auch als positives interessesteigerndes Element bewertet (siehe Abbildung 5.14).

Was steigert Dein Interesse an der Arbeit mit diesem Modul?
n = 16

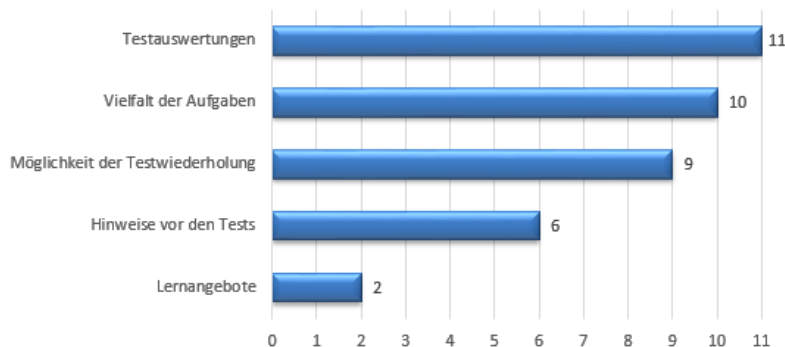


Abbildung 5.14: Auswertung von motivierenden Elementen des Moduls

Die Wahl der Kommunikationsform im Rahmen der Arbeit mit E-Learning Angeboten hat eine grosse Relevanz. Die Studierenden wurden im Rahmen der Evaluation gefragt, welche Kommunikationsform zu den Aufgaben für sie günstig ist. 79 % der Befragten bevorzugen die direkte Kommunikation mit dem Tutor oder den Kommilitonen (siehe Abbildung 5.15). Das im Modul angebotene Forum wurde von den Studenten nicht benutzt. Das erklärten sie damit, dass aufkommende Fragen und Verständnisprobleme bei direkter Kommunikation besser geklärt werden können. Die direkte Kommunikation sei im Allgemeinen unkomplizierter und die Kommilitonen konnten sich untereinander gezielter helfen.

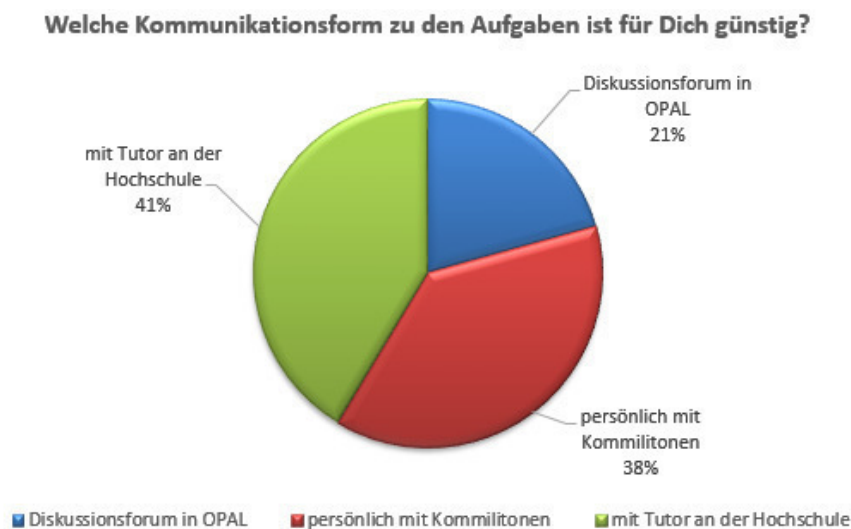


Abbildung 5.15: Auswertung von bevorzugten Kommunikationsformen

In der Gesamteinschätzung wurde nach der allgemeinen Meinung zum E-Learning Angebot gefragt sowie auch nach Verbesserungsvorschlägen. Wie in Abbildung 5.16 zu sehen ist, geben 50 % der Studierenden auf einer Skala von 'sehr gut' bis 'gar nicht' an, dass es ihnen 'gut' gefällt und weitere 25 % dass es ihnen sogar 'sehr gut' gefällt. Abschliessend lässt sich also ableiten, dass die Akzeptanz und Sympathie gegenüber dem erarbeiteten E-Learning Modul sehr hoch ist.

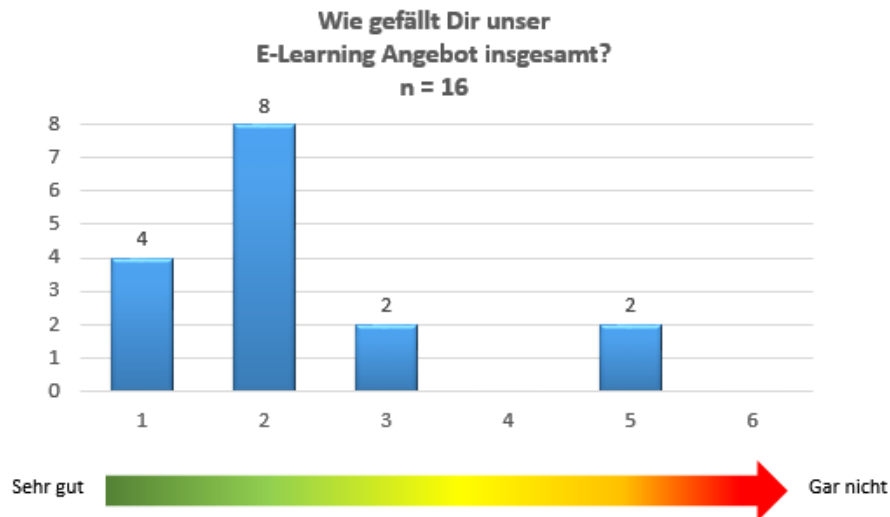


Abbildung 5.16: Gesamteinschätzung des Moduls

Weiterhin wurde der Vorkurs (vor Ort) von mehreren Studienanfänger erwähnt und sie werteten ihn als eine gute Vorbereitungsform für das Studium.

Zu den Verbesserungsvorschlägen der Studenten gehörten vor allem, dass nicht nur das Ergebnis einer Aufgabe, sondern eine Angabe des Lösungsweges angezeigt werden sollte. Eine Testunterbrechung ist ebenso erwünscht wie der Einbau von Theorieblöcken zwischen den Aufgaben. Des Weiteren wurde bemängelt, dass ein Testabbruch bereits als Versuch gezählt wurde und es zu technischen Fehlermeldungen beim Testversuch kam.

Positiv bewertet wurden die Qualität und das umfangreiche Angebot der sich ändernden Aufgaben. Dies ermögliche die Überprüfung von Wissen und das Testen und Auffrischen der Kenntnisse, welche im angebotenen Präsenz-Tutorium verbessert werden konnten. Weiterhin wurde gelobt, dass man mit solch einem Angebot nicht allein mit dem Fach Mathematik gelassen würde und eine direkte Hilfe bekäme. Diese sehr übersichtliche Hilfestellung würde ihre Aufgabe gut erfüllen, die Wissenslücken zu beseitigen.

6 Analyse der Zielerreichung

Der Einsatz digitaler Medien und Technologien kann zu einer nachhaltigen Verbesserung der Betreuungssituation von Studierenden beitragen. In der Studieneinstiegsphase ergibt sich eine besondere Notwendigkeit für das Einsetzen von Szenarien, die eine zeit- und ortsunabhängige Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden ermöglichen.

Im Rahmen der Masterarbeit wurden neue Lehrmethoden entwickelt und getestet, die speziell auf die Bedürfnisse von Studienanfängerinnen und Studienanfängern abgestimmt sind. Die Erkenntnisse aus diesem Bereich wurden allen Studierenden des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen zugänglich gemacht, um die Orientierungsphase im Bereich Mathematik auszuweiten. Die Erhöhung der Lerneffektivität und Motivation zur Nutzung des Studieneinstiegsmoduls stand im Mittelpunkt des Konzeptes.

Nach der ersten Erprobung wurde festgestellt, dass das gesamte Freischaltungs- und Bekanntgabekonzept Verbesserungsbedarf aufweist. Es stellt sich vor allem die Frage: Wie können die Studenten am besten für eine Nutzung des Moduls motiviert werden?

Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Informieren der Studierenden vor Anfang des Semesters per E-Mail über studienvorbereitende Angebote nicht effektiv ist. Dies liegt vor allem daran, dass sich die Studienanfänger noch nicht im Intranet-Account anmelden und das E-Mail-Postfach nicht prüfen können. Die Benachrichtigung bleibt damit ungelesen. Das Informieren der Studierenden während der Campusführung gleich zu Beginn des Semesters hat auch keine besondere Effektivität gezeigt. Im Rahmen der Erprobungsphase des Moduls wurde die Zielgruppe in der Campusführung auf das Modul aufmerksam gemacht, was eine danach folgende Anmeldung von nur 2 von 29 Studenten erzielt hat. Die Erprobung während des ersten Tutoriums hatte den grössten Teilnahmeanteil zur Folge.

Die Durchführung der zusätzlichen Veranstaltung im Computerpool mit den Ansprechpartnern sowohl für technische, als auch für fachliche Fragen war erfolgreich und wurde von 15 aus 29 Studenten in Anspruch genommen.

Die Praxis zeigt, dass die Erprobung solcher Vorbereitungsangebote vor Ort im Rahmen der Einführungsveranstaltung bzw. des fachlichen Tutoriums immer noch die effektivste Möglichkeit ist. Darauf folgend kann eine Reihe von Lösungsvorschlägen für die Bekanntgabe und Durchführung solcher Vor-Studienangebote gegeben werden. Es soll eine separate Veranstaltung organisiert werden, wo die Studierenden in das Lernmanagementsystem eingeführt werden. Die Schwerpunkte dabei sind die Anmeldeverfahren in OPAL, die Nutzung von Suchfunktion für das Finden von Angeboten und das gezielte Informieren über diese Angebote, die für das Vorbereiten des Studiums genutzt werden

können. Diese Informationsveranstaltungen sollte am besten im Computerpool durchgeführt werden, wo die Studierenden die Möglichkeit haben, sich selbst anzumelden und das Modul vor Ort auszuprobieren.

Ein weiterer Vorschlag wäre das Informieren über den Versand von Werbeflyern mit den Immatrikulationsunterlagen an die Studienanfänger per Post. Die Nachteile hier sind, dass das Drucken des Flyers zusätzliche Kosten verursacht und dass das Abschicken mit anderen Unterlagen mit dem Immatrikulationsamt abgestimmt werden muss. Solch eine Bekanntgabe des Moduls kann pilotweise mit danach folgender Nutzungsanalyse unternommen werden.

Es lässt sich aus der allgemeinen Erfahrung des Durchführens und Auswertens des Moduls sagen, dass solche online Angebote sehr gut für das Vorort-Tutorium bzw. die Präsenz-Vorbereitungskurse geeignet sind. Ein Szenario könnte wie folgt aussehen: Die Studierenden lösen im Computer-Pool die angebotenen Aufgaben zu den für die Lehrveranstaltung relevanten Themen, wo der Tutor bzw. der Leiter des Kurses nur die beratende Rolle hat und nur bei Fragen aktiv werden muss.

Zur Analyse der Zielerreichung gehört auch die Überprüfung, ob ein Aufschluss zu den gestellten Forschungsfragen gegeben wurde. Der Abgleich des Wissensniveaus der Studienanfänger im Bereich Elementarmathematik mit dem erforderlichen Hochschulniveau kann durch Implementierung und Bereitstellung von Selbsttests auf Basis vom OPAL und ONYX realisiert werden. Hierbei ist es wichtig, eine Vielfalt von Aufgaben anzubieten und keine pauschalen Feedbacks nach Lösung der Aufgaben zu geben. Es muss, neben der Gesamtempfehlung mit zusätzlichen Materialien, auch der ausführliche Lösungsweg (im Fall der Mathematik) für falsch gelöste Aufgaben bereitgestellt werden.

Wenn man die Modelle und Konzepte erwähnt, die dazu beitragen können, einen leichteren Studieneinstieg für Studienanfänger zu schaffen, muss vor allem die Synthese des Virtualisierungs- und Integrationskonzeptes im Lehrprozess vollzogen werden. Es reicht nicht nur, die Studierenden virtuell im Studieneinstieg zu unterstützen, sondern auch vor Ort Beratungsmöglichkeiten anzubieten. Um den Studierenden in der Studieneingangsphase zu helfen, sind vor allem Auskünfte über die bei ihnen vorhandenen Schwierigkeiten bei der Studienbewältigung heranzuziehen. Dies bedeutet nicht nur, mit den Studierenden in Dialog zu treten, sondern kontinuierlich eine intensive Betreuung durch Lehrende zu gewährleisten. Wenn man genau das aktive Nachholen und Schließen von Wissenslücken betrachtet, muss bei deren Planung auf die Theorien der klassischen Lehre (Skinner, Gagne) Bezug genommen werden. Die genaue Planung von einzelnen Lerneinheiten (E-Learning Blöcken), die ständige Übersicht von deren Lehr- und Lernzielen, die Obliegenheit des Feedbacks und die Rückmeldung während des gesamten Lernprozesses sind unumgänglich.

Die Durchführung des Moduls vor Ort und die Pflichtform der Lehrveranstaltung zeigen sich als die beste motivationssteigende Praxis. Die Anwesenheit vom Tutor vor Ort gibt einen grosse Anreiz für die Studenten, den Stoff vor Ort zu betrachten und die auftretenden Fragen gleich zu stellen. Die Erprobung des Moduls Studieneinstieg Mathematik hat gezeigt, dass das Blended Learning Szenario (Verzahnung von Online und Präsenzformen) sehr effektiv und zielführend für diese Lehr- und Lernformate sein kann.

Anhang A:



Evaluationsfragebogen Modul Studieneinstieg Mathematik

Die Befragung dient dem Ziel, das Studienmodul und insbesondere das Blended Learning Konzept zu bewerten und es in den folgenden Jahren zu verbessern und zu optimieren. Alle Daten werden unter Beachtung der datenschutzrechtlichen Bedingungen vertraulich behandelt und anonym ausgewertet.

I. Nutzerfreundlichkeit:

1. Die Aussage trifft... zu ->	genau	überwiegend	weniger	nicht
Ich habe den Weg zum Modul problemlos gefunden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hatte keine Schwierigkeiten zwischen den Tests und den Feedbacks zu navigieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Zeit für die Bearbeitung eines Tests (45 min.) war gut bemessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Wie lang hast Du Dich mit dem Modul beschäftigt?

ca. Stunden

II. Lerninhalte:

3. Wie schätzt Du den Schwierigkeitsgrad der Tests ein?

Sehr leicht	1	2	3	4	5	6	Sehr schwer
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

4. Die Aussage trifft... zu ->	genau	überwiegend	weniger	nicht
Das Feedback nach der Testdurchführung war für mich hilfreich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch die Arbeit mit dem Modul konnte ich Wissenslücken in der Elementarmathematik schließen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Welche Angebote aus dem Feedback fandst Du am nützlichsten? (Mehrfache Auswahl möglich)

- Literaturangebot
- Internet-Angebot (Externe Links)
- Videos
- Hochschulangebot (Übungsheft/Tutorium)

III. Motivation

6. Wie schätzt Du Deine Motivation bei der Arbeit mit diesem Modul ein?

Sehr gut motiviert	1	2	3	4	5	6	Überhaupt nicht motiviert
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	



7. Gab es Aufgaben, bei denen Du am liebsten aufgehört hättest?

<input type="radio"/> Nein	<input type="radio"/> Ja	Wenn ja , welche: _____
		Warum?: _____

8. Was steigert Dein Interesse an der Arbeit mit diesem Modul? (Mehrfache Auswahl möglich)

- die Hinweise vor den Tests
- die Vielfalt der Aufgaben
- die Möglichkeit der Testwiederholung
- die Testauswertungen
- die Lernangebote
- Sonstiges: _____

9. Welche Kommunikationsform zu den Aufgaben ist für Dich günstig? (Mehrfache Auswahl möglich)

- Diskussionsforum in OPAL
 - persönlich mit Kommilitonen
 - mit Tutor an der Hochschule
- Warum? _____

IV. Gesamteinschätzung

10. Wie gefällt Dir unser E-Learning Angebot insgesamt?

	1	2	3	4	5	6	
Sehr gut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Gar nicht

11. Und am Ende würden wir Dich bitten, uns Dein Feedback zum Modul Studieneinstieg Mathematik zu geben! 😊

😊 Besonders gut gefallen hat mir:	😞 Weniger gut gefallen hat mir:	😊 Meine Verbesserungsvorschläge:

Vielen Dank für Deine Mitwirkung!

Literaturverzeichnis

- [1] Aebli H.: Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Klett-Cotta: Stuttgart, 1983.
- [2] Bellebaum C.; Thoma P.; Daum I. : Visuelle Wahrnehmung: Was, Wo und Wie. In: Neuropsychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2012. S. 31.
- [3] Bloom. B.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich; Weinheim, Basel : Beltz, 2. Aufl., 1973.
- [4] BPS GmbH: Benutzerhandbuch ONYX Testsuite. URL:www.bps-system.de/help/display/ONYX/Variablen+verwenden. Letzter Zugriff am 21.05.2017.
- [5] Bremer, C.: Überblick über die Szenarien netzbasierten Lehrens und Lernens. URL:www.bremer.cx/material/Bremer_Szenarien.pdf Letzte Zugriff am 25.08.2017.
- [6] Brennecke K.: Neue Formen der Lehrprozessgestaltung mittels E-Learning: Blended LearningKonzept für den Bachelorstudiengang "Industrial Management" (B. Eng.). Hochschule Mittweida. Institut für Technologie- und Wissenstransfer, Dokumentation des Projektes "Open Engineering".URL: <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>. Letzter Zugriff am 09.01.2018.
- [7] Bruner J.S.: Grundfragen des Mathematikunterrichts. Braunschweig: Vieweg,6. Aufl., 1981.
- [8] Centeno Garcia A.: Mehr als die Klausur am Ende. Dokumentation des Workshops an der HS Mittweida, 18-19.05.2017. Information aus aufgeteilten Handouts.
- [9] Dalacosta K., Kamariotaki-Paparrigopoulou M., Palyvos J.A., Spyrellis N.: Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. In: Computers and Education. Vol. 52, 2009. S. 741-748.
- [10] Deci, E.L. Ryan, R.M.: A motivational approach to self: Integration in personality. Paper presented at the Nebraska symposium on motivation: Perspectives on motivation; Lincoln, 1991.
- [11] Ebner K.: Entwicklung der Studierfähigkeit als Aufgabe der Universität: Coaching

- studentischer Selbstmanagementkompetenzen. Zeitschrift für Hochschulentwicklung, S. 37, 2009.
- [12] Filler A.: Zusammenfassende Notizen zur Vorlesung Einführung in die Mathematikdidaktik, Teil 2. URL: <http://didaktik.mathematik.hu-berlin.de/files/einfmadid2lernpsych.pdf>. Letzter Zugriff am 09.01.2018
- [13] Fischer R., Melzer S.: Mathematik-Tutorium als Bestandteil der Studiengangsbegleitung. Projekt Open Engineering. URL: <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>. Letzter Zugriff am 09.01.2018
- [14] Gagne R.M.: Principles of Instructional Design. Holt, Rinehart, and Winston, Inc., New York, 1974.
- [15] Jones L. B., Carroll J. B., Sternberg R. J.: The encyclopedia of intelligence. Macmillan: New York, 1994.
- [16] Knoll M.: Nicht Dewey, sondern Comenius. Zum Ursprung der Maxime "learning by doing". In: ders.: Dewey, Kilpatrick und "progressive" Erziehung. Kritische Studien zur Projektpädagogik. Klinkhardt, Bad Heilbrunn 2011, S. 287-298.
- [17] Mager R. F.: Lernziele und programmierter Unterricht (35. Aufl.). Weinheim: Beltz, 1972.
- [18] Mayer, R. E.; Fennell, S.; Farmer, L., Campbell, J.: A personalization effect in multimedia learning. Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. Journal of Educational Psychology, 2004, S.389-395.
- [19] Puckert W.: Brückenkurs Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler. Teubner Verlag; Auflage: 4. Aufl., 2001
- [20] Sander B.: Didaktische Visualisierung. URL: <https://dbs-lin.ruhr-uni-bochum.de/lehreladen/e-learning-technik-in-der-lehre/>. Letzter Zugriff am 22.10.2017.
- [21] Scholz M., Jäger K.: Didaktik virtueller Lehr-/Lerneinheiten - Didaktisches Design. URL: <http://wiki.ilz.uni-halle.de/E-Didaktik>. Letzter Zugriff am 13.07.2017.
- [22] Skinner B.F.: The technology of teaching; Appleton-Century-Crofts, New York, 1968.
- [23] Terhart E.: Lehr-Lern-Methoden (4. Aufl.). Weinheim: Juventa, 2005.

-
- [24] Um, E.; Plass, J. L.; Hayward, E. O.; Homer, B. D.: Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 2012.
- [25] Vollrath, H.-J.: *Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe*, 2001.
- [26] Wittenberg, A.I.: *Bildung und Mathematik* Klett: Stuttgart, 1990.
- [27] Wittmann, E. Ch. Müller, G.N.: *Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd.1: Vom Einspluseins zum Einmaleins*. Stuttgart: Klett, 1990, S.157ff.

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich meine Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Arbeit noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Mittweida, 17. Januar 2018