

# Wirtschaftsmathematik durch online-gestützte Lehr- und Lernformen innovativer gestalten

Umsetzung des Blended Learning-Konzeptes Open Engineering

---

Hochschule Mittweida

Dr.-Ing. Dagmar Israel, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen

Prof. Dr. rer. nat. Regina Fischer, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Sophie Melzer, Studentische Hilfskraft im Projekt Open Engineering 2

Felix Mühlberg, Studentische Hilfskraft im Projekt Open Engineering 2

## Abstract

Im Projekt Open Engineering wurde im Rahmen einer innovativen Lehrprozessgestaltung ein Blended Learning-Konzept für das Modul Wirtschaftsmathematik entwickelt und beschrieben, welches im Pilotstudiengang Bachelor Engineering Industrial Management begonnen wurde zu erproben.

Die pilothafte Erprobung im Studiengang und weitere Nutzung für alle Studiengänge der Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen ist gleichzeitig Bestandteil der Realisierung der Studienplattform Open Engineering, die von der Makrostruktur eines gesamten Studiengangs, über die Studienorganisation bis hin zur Mikrostruktur in Form von Modulen und des Lernens der Studierenden allein und in Gruppen im Lernmanagementsystem abgebildet wird.

Im Mittelpunkt des Beitrages stehen die Beschreibung der Forschungsarbeiten zum Aufbau und zur Umsetzung des Konzeptes als Abbildung des Studienganges und der Studienmodule in OPAL, der Online-Plattform für Akademisches Lehren und Lernen sächsischer Hochschulen und Universitäten, sowie die Beschreibung der Vorgehensweisen und Inhalte ausgewählter Lernszenarien. Ergebnisse der Erprobung und deren Evaluation ermöglichen Schlussfolgerungen für weitere Arbeiten.

Mai 2019

## Inhalt

1. Wirtschaftsmathematik als Bestandteil der Bachelorausbildung an der Hochschule Mittweida.....	2
2. Ansatz im Modul Wirtschaftsmathematik an der Hochschule Mittweida .....	3
2.1 Ansatz vor dem Projekt Open Engineering .....	3
2.2 Entwickelter Ansatz im Projekt Open Engineering .....	4
3. Entwicklungsansatz des Blended Learning-Konzepts.....	6
3.1 Struktur und Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik.....	6
3.2 Modul begleitendes Tutorium durch online-Anbindung.....	12
4. Erprobung neuer Lernformen Wirtschaftsmathematik mittels Blended Learning im Rahmen des Projekts Open Engineering.....	13
4.1 Ansatz und Vorgehensweise der Erprobung .....	13
4.2 Ergebnisse der Evaluation der Durchführung der Lehre nach neuem Lernansatz im Studienfach Wirtschaftsmathematik aus Sicht der Studierenden.....	14
4.2.1 Methodik der Evaluation.....	14
4.2.2 Gesamteinschätzung des Lernmoduls .....	18
4.2.3 Erkenntnisse zu Veränderungen im Studienmodul im Ergebnis der Befragung der Studierenden .....	20
4.3 Erreichte Studienleistungen der Studierenden .....	22
5. Zusammenfassung der Ergebnisse und Ableitung weiterer Arbeiten zur Verwertung der Ergebnisse im Rahmen der Mathematikausbildung für Wirtschaftsingenieure .....	25
Abbildungsverzeichnis.....	26
Tabellenverzeichnis.....	26
Literaturverzeichnis .....	27

### Hinweis:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit beziehen sich die Ausführungen auf die männliche Form der Beschäftigten. Selbstverständlich sind damit sowohl Männer als auch Frauen gemeint.

# 1. Wirtschaftsmathematik als Bestandteil der Bachelorausbildung an der Hochschule Mittweida

Das Modul Wirtschaftsmathematik ist in vielen ingenieurwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Studiengängen der Hochschule Mittweida im Rahmen des Grundstudiums verankert. Hierbei handelt es sich um die Studiengänge „Immobilien- und Facilities Management“, „Wirtschaftsingenieurwesen (Diplom)“, „Betriebswirtschaft“ und den Pilotstudiengang Bachelor „Industrial Management“. Ab 2018 wird auch der Studiengang Energie- und Umweltmanagement (EU) einbezogen

Inhalte der Vorlesung umfassen neben den „Allgemeinen mathematischen Grundlagen“:

- Grundlagen der linearen Algebra
- Grundlagen der Analysis
  - Differentialrechnung bei Funktionen einer Variablen
  - Differentialrechnung bei Funktionen von mehreren Variablen
  - Integralrechnung bei Funktionen einer Variablen
- Grundlagen der Finanzmathematik

Bei allen Themen steht die Anwendung der Mathematik in den Wirtschaftswissenschaften im Vordergrund.

Das Modul schließt mit einer 90-minütigen Klausur, bestehend aus Anwendungsaufgaben zu den einzelnen Themen. In der Prüfung sind der Taschenrechner und Formelsammlungen ohne Beispiele zugelassen.

In den vergangenen Jahren hat sich gezeigt, dass Abbrüche des Studiums in MINT-Studiengängen unter anderem durch Fehlleistungen im Fach Mathematik begründet sind. Zudem haben sich Defizite im Bereich der Elementarmathematik herausgestellt, denen durch geeignete Unterstützungs- und Lernangebote im Rahmen des Projektes begegnet wird.

Mit der Auswertung der Beteiligung an den Prüfungsklausuren (Abbildung 1 und Abbildung 2) werden verschiedene Ursachen sichtbar: Ein Drittel der Studierende fühlt sich nicht bereit für die Prüfung und schreibt sich nicht ein. Etwa jeder zehnte Studierende besteht die Prüfung nicht. Zwischen zwei und fünf Prozent der Studierenden nehmen nicht an der Prüfung teil. Sie haben den Studiengang gewechselt oder schon das Studium abgebrochen.

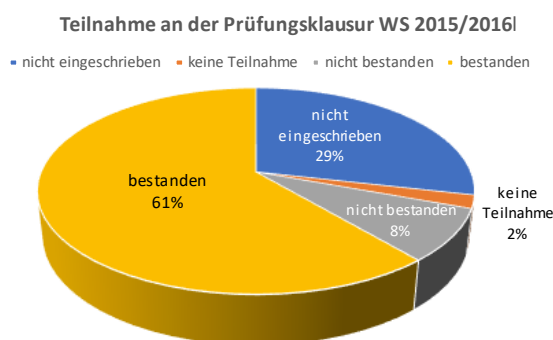


Abbildung 1: Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik WS2015/16 (Wirtschaftsingenieure)

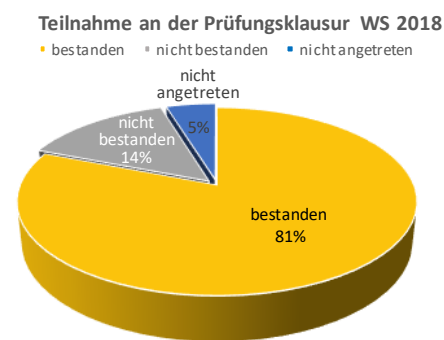


Abbildung 2: Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik WS2018 (Pilotgruppe Wirtschaftsingenieure) - nur eingeschriebene Studierende

Die Auswertung der Studienleistungen der Studierenden zeigt jedoch auch, dass der verfolgte Ansatz der begleitenden Unterstützung durch die Einbindung von online-Lernelementen im Verlauf des Semesters zu einer Erhöhung der Studienerfolgsquote geführt hat: Eine Steigerung um 20 % der bestandenen Prüfungen ist zu verzeichnen.

Die Studienfehlleistungen sind vor allem auf mangelnde Kenntnisse der mathematischen Grundlagen zurückzuführen. Als Unterstützungsangebot der HSMW im Vorfeld des Studiums wird daher ein dreiwöchiger Vorkurs unmittelbar vor Studienbeginn angeboten. Aufgrund teilweise fehlender Kenntnis dieses Angebotes und Bereitschaft der Studierenden, diesen zu nutzen, werden

die vorhandenen Wissenslücken nur bei einem geringfügigen Teil der Studienanfänger geschlossen. Seit 2010 werden daher ergänzend im 1. Semester an der HSMW studienbegleitende Tutorien angeboten.

Seit Wintersemester 2016/17 werden diese auf der Basis eines neu entwickelten E-Learning-Konzeptes realisiert<sup>1</sup> (siehe Artikel Melzer, S.; Fischer, Prof. R. (2017)), welches durch die gesamt-sächsische Lehr-/Lernplattform OPAL unterstützt wird.

## 2. Ansatz im Modul Wirtschaftsmathematik an der Hochschule Mittweida

### 2.1 Ansatz vor dem Projekt Open Engineering

An der Hochschule Mittweida umfasst das Modul Wirtschaftsmathematik 5 SWS (3 SWS Vorlesung und 2 SWS Seminar) an Präsenzveranstaltungen und eine Prüfungsklausur von 90 Minuten. Es wird mit 5 ECTS bewertet (Abbildung 3).

Zu Beginn der Lehrveranstaltungen wird klassisch ein Eingangstest mit den Studierenden zur Überprüfung des mathematischen Grundwissens absolviert. Dem im Ergebnis der Auswertung erkennbaren Problem der mangelnden mathematischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden wird neben den Tutorien zur Festigung der mathematischen Grundlagen auch mit gezielter Prüfungsvorbereitung begegnet.

Das Tutorium wird für die Studierenden fakultativ angeboten: Im ersten Schritt bereitet das Tutorium die Studierenden auf eine Bonusklausur zur Elementarmathematik vor – im zweiten Schritt werden die Studierenden bei der Prüfungsvorbereitung unterstützt. Mit erfolgreichem Abschluss der Bonusklausur können bis zu 5 Bonuspunkte für die Prüfung am Ende des Semesters erreicht werden.

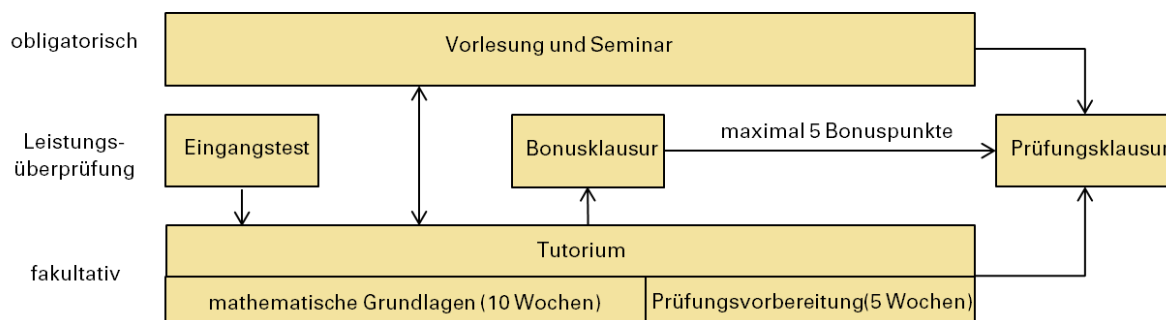


Abbildung 3: Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik

Im ursprünglichen Lernkonzept an der Hochschule Mittweida wurden die Materialien zu diesem Modul im Intranet der Hochschule auf einem separaten Laufwerk bereitgestellt. Die Studierenden finden eine Einführung mit Inhalt und Literatur der Vorlesung. Zudem werden verschiedene Folien zur Verfügung gestellt, die in die zugehörigen Gebiete der Vorlesung eingeordnet sind. Zu jedem Thema existieren Übungsaufgaben, welche die Studierenden selbstständig ausdrucken oder dem angegebenen Arbeits- und Übungsbuch entnehmen können. Dabei gibt es neben Grundaufgaben eine Vielzahl von anwendungsnahen Aufgaben, durch die der Studierende ein Gefühl erhält, wofür die gelernten Inhalte notwendig sind.

Für die Prüfungsvorbereitung standen drei Probeklausuren als PDF-Dokument zur Verfügung. Diese waren nur mit Endergebnissen versehen und konnten im Intranet heruntergeladen werden. Im Studienjahr 2015/16 wurde für das Modul Wirtschaftsmathematik ein Klausurtrainer in Form eines Skriptes entwickelt, der im WS 2016/17 erstmalig eingesetzt wurde. Grundlage der Aufgabensammlung im Klausurtrainer sind Prüfungsklausuren, die in den letzten 10 Jahren an der Hochschule Mittweida nach einer einsemestrigen Ausbildung das Modul Wirtschaftsmathematik abschlossen.

<sup>1</sup> Melzer, S.; Fischer, Prof. R.: Mathematik-Tutorium als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung, URL: <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html> [21.05.2019]

Der Klausurtrainer enthält die fünf Teilgebiete des Moduls Wirtschaftsmathematik. Die mathematischen Schwerpunkte werden mit Verweis auf drei folgende Beispielaufgaben mit Musterlösungen benannt. Die Musterlösungen zeigen den Studierenden zum einen, wie die mathematische Theorie zur Lösung der Aufgaben eingesetzt wird. Zum anderen wird ein nachvollziehbarer Rechenweg dargelegt. Es folgen weitere Aufgaben zum selbstständigen Üben, für die am Schluss jedes Kapitels die Endergebnisse angegeben sind. Den Abschluss der Aufgabensammlung bilden drei reale Prüfungsklausuren zum Selbsttest durch Vergleich mit den im Anschluss stehenden Endergebnissen.

## 2.2 Entwickelter Ansatz im Projekt Open Engineering

Der im Projekt Open Engineering entwickelte Ansatz zur Optimierung der Lehre im Modul Wirtschaftsmathematik geht vom Ansatz der Anreicherung der einzelnen Lehrelemente durch E-Learning-Elemente aus (Abbildung 4). Ziel ist die Bereitstellung von erweiterten Übungs- und Lernmöglichkeiten für die Studierenden unter teilweiser Einbindung von online bzw. Blended Beratungs- und Lösungsangeboten.

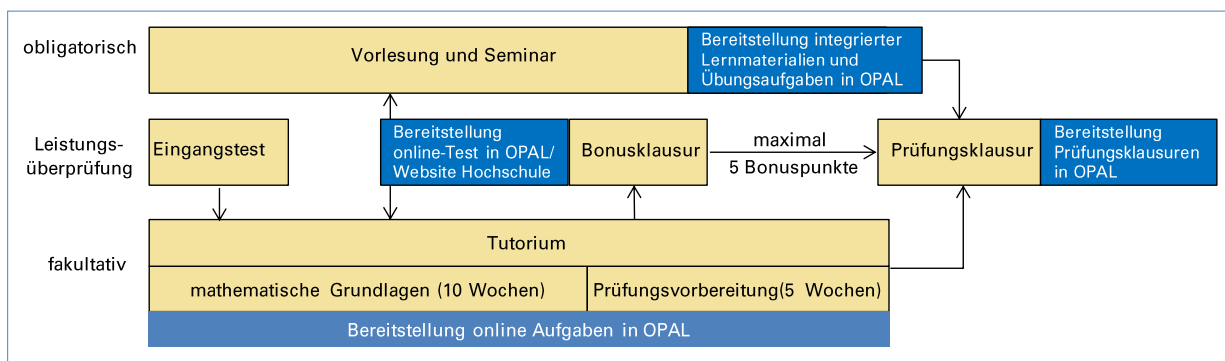


Abbildung 4: Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik unter Einbindung von E-Learning-Ansätzen

Zur Realisierung der Zielstellung wurden im Rahmen des Projektes differenzierte neue methodisch-didaktische Strategien für die E-Learning Phasen in Form von Selbsttests entwickelt. Sie basieren auf vier aufeinander aufbauenden Umsetzungsstufen der Auswertung der vom Test-Nutzer eingegebenen Lösung, die in einzelne Lernelemente des Studienmoduls (Abbildung 5)<sup>2</sup> eingehen.

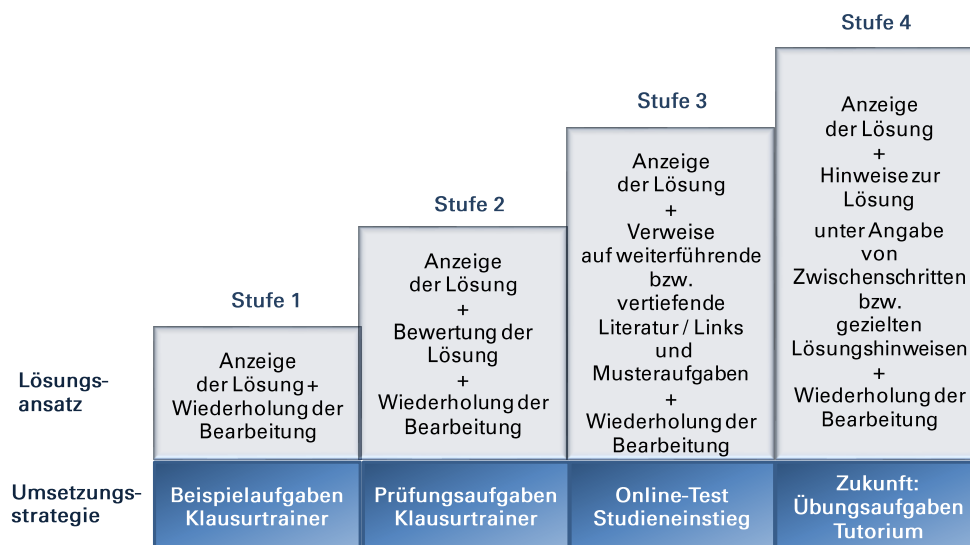


Abbildung 5: Stufenmodell der Umsetzung von Übungsaufgaben Mathematik mittels E-Learning Ansätzen

<sup>2</sup> s. auch Ausführliche Darstellung des Ansatzes in Dolganova, Y.: Erhöhung der Lerneffektivität bei Studienanfängern durch Nutzung von E-Learning Angeboten am Beispiel von Eingangstests zur Elementarmathematik, Masterarbeit, Mittweida, 2018

In **Stufe 1** des Konzeptes bekommen die Studierenden eine Aufgabe vorgegeben, die sie mit Stift und Papier selbständig lösen sollen. Sobald der Studierende die Aufgabe gelöst hat, besteht die Möglichkeit, das Ergebnis zu prüfen und die richtige Lösung einzublenden. Die angezeigte richtige Lösung wird von ihm mit seinen berechneten Ergebnissen verglichen. Die Wiederholung der Bearbeitung ist möglich.

Ein Feedback für die Lernenden bei falsch berechneten Aufgaben wird nicht gegeben. Der Studierende muss selbständig die Fehler im Berechnungsweg suchen und bekommt keine Hilfestellung.

Das Implementierungsszenario der **Stufe 2** geht davon aus, dass der Studierende seine Lösung in die Lücke der programmierten Aufgabe eingibt und diese auf Richtigkeit ausgewertet bekommt. Anhand eines entsprechenden Piktogramms (rotes Kreuz für falsche Lösung und grünes Häkchen für richtige Lösung) wird angezeigt, ob seine Antwort falsch oder richtig ist. Bei einer falschen Antwort erscheint sofort die richtige Lösung. Mit der Anzeige der Lösung wird angestrebt, dass der Studierende die fehlerhafte Rechnung nochmals überdenkt, um sie wiederholt zu rechnen und das Ergebnis durch Eingabe auf gleiche Art und Weise überprüft. Die Wiederholung der Bearbeitung in dieser Stufe ist somit zugelassen.

Nachteil ist, dass die Fehler 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 genügend 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.

**Stufe 3** erweitert das Konzept von Stufe 2, indem nicht nur die Anzeige der Lösung und Wiederholung der Bearbeitung von falsch gelösten Aufgaben erfolgt, sondern der Studierende 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 erhält. Die Implementierung dieser Aufgabentypen 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 die Wissenslücken beseitigen und 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 die Feedbackfunktion und Betreuung der Lernenden möglich macht. Diese Form der Konzeptionierung wurde für den Einstiegstest Mathematik im Vorfeld des Studiums angewandt.

Nachteil dieser Stufe ist, dass auf konkrete Fehler des Lernenden nicht eingegangen wird. Es wird kein, auf die individuellen Probleme bezogenes Feedback gegeben, sondern eine allgemeine Empfehlung zur Arbeit mit Angeboten bzw. zu Schwerpunkten des Themas. Dieser Nachteil der fehlenden Möglichkeit, sofort persönlichen Ratschlag einzuholen bzw. eine Frage zu stellen, kann durch Einbindung von Kommunikationselementen im Lernmanagementsystem (Forum, E-Mail-Funktion) revidiert werden.

In **Stufe 4** des Konzeptes wird der Studierende, zusätzlich zum ausführlichen Feedback am Ende des Tests, schon nach Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zum einen auf die Richtigkeit oder Falschheit der Lösung hingewiesen, zum anderen bekommt er auch Hinweise und Kommentare, die bei der Korrektur seiner Berechnungen helfen sollen. Bei einer falschen Lösung wird ein Kommentar eingeblendet, der einen vorprogrammierten Hinweis auf einen möglichen Fehler in seinem Lösungsvorschlag beinhaltet. Basis dieser Angaben sind Erfahrungen der Lehrenden über falsche Rechenwege und Ergebnisse der Studierenden. Der Hinweis auf mögliche Fehler ist im Kommentarfeld nachzulesen. Als weitere Hilfe bekommt der Studierende die Rechenregeln zur gegebenen Aufgabe erläutert. Er hat somit die Möglichkeit, seine Rechnung unter Beachtung der Hinweise erneut durchzuführen und das Ergebnis nochmal abzugeben. Um in jeder Aufgabe

derartige Kommentarfelder mit Hinweisen auf mögliche Fehler und den richtigen Berechnungsweg vorzudefinieren, ist ein relativ großer Arbeits- und Zeitaufwand für die Realisierung durch den Programmierer und den Fachbetreuer des Moduls notwendig.

Die in den einzelnen Stufen des neuen Konzepts zur Umsetzung von Übungsaufgaben in Mathematik mittels E-Learning definierten Gestaltungsvarianten wurden innerhalb der Arbeit der Projektgruppe in unterschiedlichen Elementen des Studienmoduls Wirtschaftsmathematik umgesetzt:

Stufe 1: Beispielaufgaben mit Musterlösungen im Klausurtrainer

Stufe 2: Prüfungsaufgaben im Klausurtrainer

Stufe 3: Online-Test Studieneinstieg für Studienanfänger der Studiengänge des Wirtschaftsingenieurwesens

Stufe 4: Übungsaufgaben im Tutorium - künftiger Ansatz: noch nicht umgesetzt.

### 3. Entwicklungsansatz des Blended Learning-Konzepts

#### 3.1 Struktur und Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik

Im Rahmen der E-Learning-Lehrangebote der Fakultät wird die Einordnung der Lerninhalte der Mathematik differenziert nach Tutorium Mathematik und Modul Wirtschaftsmathematik (Abbildung 6).

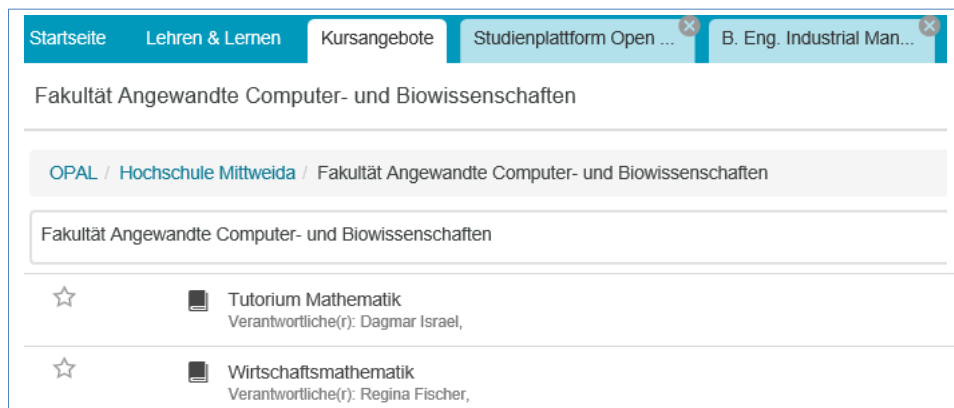


Abbildung 6: Bereitstellung der Unterlagen für den B. Eng. Industrial Management

Im Studienmodul "Wirtschaftsmathematik" befinden sich alle Vorlesungs- und Seminarunterlagen sowie Lerninhalte zur Wirtschaftsmathematik einschließlich Übungshilfen und Literaturverzeichnisse. Erstmals steht seit dem Studienjahr 2016/17 für alle Studierenden, die am Modul Wirtschaftsmathematik teilnehmen, mit dem „Klausurtraining Wirtschaftsmathematik“ eine Selbststudienhilfe zur Verfügung. Darin befinden sich Prüfungsaufgaben vergangener Jahre sowie komplette Klausuren mit zum Teil ausführlichen Lösungswegen. Somit hat der Studierende schon während des Semesters die Gelegenheit, die Lösung der Musteraufgaben nachzuvollziehen, selbständig Aufgaben zu lösen und im Tutorium dazu Fragen zu stellen.

Die Einbindung des Studienmoduls in die Gesamtstruktur des Studienganges erfolgt durch Einordnung in den Studienablaufplan.

Das Modul Wirtschaftsmathematik ist Bestandteil des Grundstudiums im 1. Semester des Studienganges (Abbildung 7). Die innere Struktur des Studienmoduls orientiert sich an den im Projekt Open Engineering definierten Konzeptansatz der Gestaltung der Studienmodule durch Anreicherung der Präsenzlehre mit online-basierten Elementen (OPAL-Kursbausteine)

entsprechend der Veranstaltungsformate klassischer Lehre: Vorlesung, Seminar/Übung, Selbststudium und Prüfungsvorbereitung<sup>3, 4</sup>.

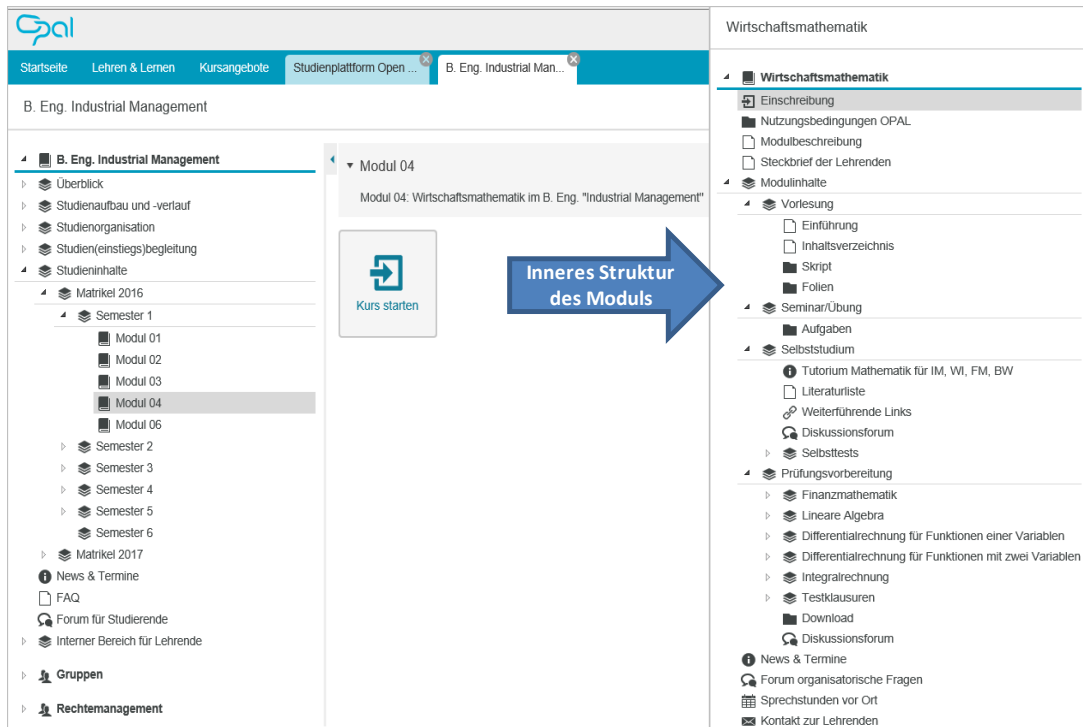


Abbildung 7: Einbindung des Studienmoduls in Gesamtstruktur des Studienganges

Der Zugang zum Modul ist durch eine Einschreibung der Studierenden geregelt. Wie in Abbildung 8 zu erkennen, haben im Erprobungsjahr 447 Studierende aus 2 Jahrgängen verschiedener Studiengänge das Modul Wirtschaftsmathematik belegt.

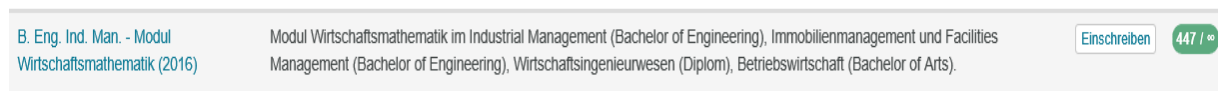


Abbildung 8: Baustein „Einschreibung“ als Zugang zum Modul Wirtschaftsmathematik

Ein wesentliches erfolgsförderndes Element des online-Lernens ist eine gute Strukturierung der Lerninhalte und aussagefähige Erläuterungen zur Arbeit mit den Lernsequenzen. Im Modul Wirtschaftsmathematik ist für jedes Veranstaltungsformat eine Erläuterung im Lernmodul enthalten (Abbildung 9).

<sup>3</sup> Brennecke, K.; Hoffmann, M.: Neue Lehr-/Lernformen durch den Einsatz von Blended Learning. Neue Formen der Lehrprozessgestaltung mittels E-Learning: Blended Learning-Konzept für den Bachelorstudiengang „Industrial Management“ (B. Eng.) unter <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>, 12.11.2018

<sup>4</sup> Israel, D.; Dolganova, Y.; Berger, S.: Studierende durch online-gestützte Lernformen motivieren. Umsetzung des Blended Learning-Konzeptes Open Engineering unter <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering-1-foerderphase/endergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>, 12.11.2018



▼ **Modulinhalte**

**Vorlesung**  
 Liebe Studierende,  
 die vorliegenden Dokumente umfassen eine einführende Beschreibung des Moduls und der Präsenzveranstaltungen, die darin verwendeten Folien, welche auch über eine Inhaltsverzeichnisverlinkung zugänglich sind, sowie ein Skript mit der Kurzfassung der wichtigsten Vorlesungsinhalte.

**Seminar/Übung**  
 Liebe Studierende,  
 zu jedem Teilgebiet der Vorlesung Wirtschaftsmathematik steht Ihnen ein umfangreicher Aufgabenpool, bestehend aus Grund- und Anwendungsaufgaben zur Verfügung. Diese Aufgaben sollen Sie anhand Ihrer in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse in Vorbereitung auf das Seminar selbstständig lösen. Dabei kommt es nicht nur auf die Ermittlung des richtigen Ergebnisses an, sondern auch auf die Darlegung eines nachvollziehbaren Rechenweges.  
 In den Seminaren werden typische Aufgabenklassen ausführlich behandelt und Schwerpunkte wiederholt. Probleme, die beim selbstständigen Lösen der Aufgaben auftraten, können Sie im Seminar ansprechen. Diese werden diskutiert und durch gemeinsames Lösen der Aufgaben beseitigt.

**Selbststudium**  
 Liebe Studierende,  
 im Selbststudium sollen Sie sich zu einem intensiven mit den Inhalten des Moduls Wirtschaftsmathematik beschäftigen und zum Anderen durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben überprüfen, inwieweit sie anwendungsbereite Kenntnisse besitzen. Sie finden dazu hier eine Literaturliste der in Ergänzung zu den Präsenzveranstaltungen empfohlenen Bücher und zu jedem Teilgebiet Selbsttests.  
 Für Studierende mit mangelnden mathematischen Grundkenntnissen ist ein intensives Selbststudium zu deren Wiedererlangung notwendig. Als Unterstützung dazu wird das Buch von Purkert empfohlen sowie die Teilnahme am Tutorium.

**Prüfungsvorbereitung**  
 Liebe Studierende,  
 das Modul Wirtschaftsmathematik schließt mit einer 90-minütigen Klausur ab, in der Taschenrechner und Formelsammlungen (auch selbst erstellte) ohne Beispiele zugelassen sind. Zu jedem der 5 Teilgebiete der Wirtschaftsmathematik ist eine Anwendungsaufgabe zu lösen, wobei die Rechenwege nachvollziehbar darzulegen sind.  
 Hier finden Sie derartige Aufgaben aus Prüfungsklausuren vergangener Jahre. Zunächst werden zu jedem Thema die mathematischen Schwerpunkte benannt mit Verweis auf die 3 Beispielaufgaben mit Musterlösungen, in denen sie benötigt werden. Diese Musterlösungen demonstrieren, wie ausführliche Lösungswege darzulegen sind. Es folgt dann jeweils ein Selbsttest mit weiteren Aufgaben. Den Abschluss bilden Selbsttests mit 3 realen Prüfungsklausuren.

Abbildung 9: Erläuterung der Lerninhalte und Arbeitsweisen in den einzelnen Veranstaltungsformaten

Die Übersicht der Themen der Lernkomplexe ist in den einzelnen Lernabschnitten mit einer Erläuterung in Inhaltsfolien zu jedem Thema verlinkt (Abbildung 10).

▼ **Inhaltsverzeichnis**

Liebe Studierende,  
 die Vorlesung "Wirtschaftsmathematik" wird nach folgendem Inhaltsverzeichnis gehalten. Die dabei verwendeten Folien sind mit den Abschnitten, in denen sie genutzt werden, verlinkt.

**Sie dürfen Inhalte lesen, und Inhalte bearbeiten.**

**Einführung**

**1. Allgemeine mathematische Grundlagen**

**1.1. Grundlagen der Mengenlehre**

**1.2. Reelle Zahlen**

**2. Grundlagen der linearen Algebra**

**2.1. Matrizen**

2.1.1. Definitionen und Bezeichnungen  
 2.1.2. Vektoren als spezielle Matrizen  
 2.1.3. Rechnen mit Matrizen (Matrizenoperationen), Matrizenrelationen  
 2.1.4. Wirtschaftliche Anwendung der Matrizenrechnung

**2.2. Lineare Gleichungssysteme**

2.2.1. Definitionen und Bezeichnungen  
 2.2.2. Gaußscher Lösungsalgorithmus  
 2.2.3. Lösbarkeit und Rang

**2.3. Inverse Matrix**

2.3.1. Definition und Eigenschaften  
 2.3.2. Berechnung der inversen Matrix mittels Gauß-Algorithmus  
 2.3.3. Lösung linearer Gleichungssysteme mittels inverser Matrix

**Grundbegriffe der Mengenlehre**

**Menge** = Zusammenfassung bestimmter wohlunterschiedener Objekte (Elemente) unserer Anschauung oder unseres Denkens

**Beschreibung einer Menge:**

- Verbale Beschreibung
- Aufzählung der Elemente
- Angabe der Bildungsvorschrift, d. h. Angabe der die Elemente kennzeichnenden Eigenschaften

**Spezielle Mengen:**

Grundmenge  $\Omega$ : Menge, die alle betrachteten Elemente enthält (Universalmenge)  
 leere Menge  $\emptyset$ : Menge, die kein Element enthält

**Mengenrelationen:**

Gleichheit  $A = B \Leftrightarrow \forall x \text{ gilt: } x \in A \Leftrightarrow x \in B$   
 Teilmenge  $A \subset B \Leftrightarrow \forall x \text{ gilt: } x \in A \rightarrow x \in B$   
 Potenzmenge  $P(M) = \{A \mid A \subset M\}$

**Mengenoperationen:**

Durchschnitt  $A \cap B = \{x \mid x \in A \wedge x \in B\}$   
 Vereinigung  $A \cup B = \{x \mid x \in A \vee x \in B\}$   
 Differenz  $A \setminus B = \{x \mid x \in A \wedge x \notin B\}$   
 Komplement  $\bar{A} = \{x \mid x \in \Omega \wedge x \notin A\}$

Produktmenge  $A \times B = \{(a,b) \mid a \in A \wedge b \in B\}$

Produktmenge (Verallgemeinerung)  
 $A, X, A, X, \dots, X, A_n = \{(a_1, a_2, \dots, a_n) \mid a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \dots, a_n \in A_n\}$

WIMA\_Grund\_1MP1 Prof. R. Fischer 2009

Abbildung 10: Verlinkung der Lernmaterialien im Inhaltsverzeichnis des Lernmoduls

Ein E-Skript, als Kurzfassung der Vorlesung, ergänzt die Darstellung der Lerninhalte mit der Beschreibung der zu vermittelnden Wissensinhalte im Modul Wirtschaftsmathematik (Abbildung 11).

Wirtschaftsmathematik

Prof. Dr. rer. nat. Regina Fischer

1 Einleitung

Die Mathematik ist aus vielen Bereichen der ökonomischen Theorie und Praxis nicht mehr wegzudenken. Die Wirtschaftsmathematik hat sich so zu einem wichtigen Teilgebiet der Angewandten Mathematik entwickelt. In den vorliegenden Ausführungen wird auf einige grundlegende Anwendungen der Mathematik in der Wirtschaft eingegangen. Dabei können die dafür erforderlichen mathematischen Grundlagen nur in dem Maße dargestellt werden, wie sie für das Verständnis der Ausführungen unbedingt notwendig sind. Das umfangreiche Literaturverzeichnis bietet die Möglichkeit, sich intensiv mit der Wirtschaftsmathematik und der benötigten Elementarmathematik zu beschäftigen. In diesem Sinne ist das vorliegende Kapitel nur als eine Einführung in die Wirtschaftsmathematik aufzufassen.

2 Finanzmathematik

2.1 Zins- und Zinseszinsrechnung

Der Zins ist der Preis für die Überlassung von Geld oder Kapital, den der Schuldner dem Gläubiger zu zahlen hat. Damit zahlt bei einem Kredits der Kunde Zinsen an die Bank und bei einem Guthaben die Bank Zinsen an den Kunden. Je nachdem, ob die Zinsen angezahlt oder dem Kapital zugeschlagen werden, spricht man von *Verzinsung ohne* oder mit *Zinseszins*. Die Höhe der Zinsen sind neben dieser Art der Verzinsung weiterhin abhängig von der Höhe des *Anfangskapitals*  $K_0$ , dem *Jahreszins*  $i$  und der *Laufzeit*  $n$ .

2.1.1 Zinsrechnung ohne Zinseszins (einfache Verzinsung)

Es werden jeweils am Ende der Zinsperiode Zinsen auf das Kapital berechnet, gutgeschrieben und mit weiter verzinst. Da die Zinsen stets aus dem gleichen Anfangskapital  $K_0$  ermittelt werden, fällt bei *jährlicher Verzinsung ohne Zinseszins* in jedem Jahr der gleiche Zinsbetrag  $K_0 \cdot i$  an. Somit gilt für das *Endkapital*  $K_n$  nach  $n$  Jahren:

$$K_n = K_0 + n \cdot K_0 \cdot i \quad \text{und somit} \quad K_n = K_0 + n \cdot K_0 \cdot i = K_0(1 + n \cdot i).$$

Die Verzinsung ohne Zinseszins wird bei Geldgeschäften zwischen Privatpersonen angewendet und deshalb auch *halbjährliche Verzinsung* genannt. Die Mehrheit der Geldgeschäfte findet jedoch in Verbindung mit Banken statt und unterliegt damit der Verzinsung mit Zinseszins. Ist hierbei aber die Laufzeit kürzer als eine Zinsperiode, so werden die Zinsen an-

stelle mit einfacher Verzinsung berechnet. In diesem Fall wird  $n$  durch  $t$  Zeiteinheiten der Länge  $\frac{1}{m}$  ersetzt und man erhält die Formel

$$K_t = K_0 + \frac{t}{m} \cdot K_0 \cdot i = K_0 \left(1 + \frac{t \cdot i}{m}\right)$$

Zu beachten ist hierbei die *Verzinsung in der kaufmännischen Zinsrechnung*, dass 1 Jahr aus 12 Monaten zu je 30 Tagen und somit aus 360 Tagen besteht.

**Beispiel:** Werden 1.000 € bei einem Jahreszinsfuß von 3 % über einen Zeitraum von 73 Tagen angelegt, so ergibt sich als Endkapital:

$$K_{73} = 1.000 \cdot \left(1 + \frac{73}{360} \cdot 0,03\right) = 1.000 + 1.000 \cdot \frac{73}{360} \cdot 0,03 = 1.006,08 \text{ €}$$

Hierbei werden mit dem zweiten Summanden die Gesamtzinsen von 6,08 € ermittelt.

2.1.2 Zinsrechnung mit Zinseszins

Es werden jeweils am Ende der Zinsperiode Zinsen auf das Kapital berechnet, gutgeschrieben und mit weiter verzinst. Da die Zinsen auf den gesamten am Jahresanfang vorhandenen Kontostand ermittelt werden, ist bei *jährlicher Verzinsung mit Zinseszins* der Zinsbetrag im Jahresende  $K_{n-1} \cdot i$ . Somit gilt für das *Endkapital* nach  $n$  Jahren:

$$K_n = K_{n-1} + K_{n-1} \cdot i = K_{n-1}(1+i) \quad \text{und somit} \quad K_n = K_0(1+i)^n = K_0 q^n.$$

Dabei stellt  $q = 1+i$  den *Zinsfaktor* dar.

Ist die Zinsperiode kleiner als ein Jahr, so liegt *unterjährliche Verzinsung* vor. Teilt man das Jahr in  $m$  Zinsperioden der Länge  $\frac{1}{m}$  auf (z. B. in 12 Monate), so wird das Kapital mit dem Periodenzins  $i' = \frac{i}{m}$  verzinst. Für das Endkapital nach  $t$  Zinsperioden bzw. nach  $n$  Jahren mit folglich  $t = m \cdot n$  Zinsperioden gilt

$$K_t = K_0 \left(1 + \frac{i}{m}\right)^t \quad \text{bzw.} \quad K_n = K_0 \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{m \cdot n}$$

Aufgrund des *Zinseszinseffektes* (d. h. der Mitverzinsung der unterjährlich gebuchten Zinsen) führt Verzinsung in kleineren Zinsperioden auf ein höheres Endkapital als jährliche Verzinsung. Dessenjähre Jahreszins, der bei einmaliger Verzinsung am Jahresende auf das gleiche Endkapital führt, wie die  $m$ -malige Verzinsung mit dem Periodenzins  $i'$  heißt *effektiver Jahreszins*  $i_{eff}$ . Er berechnet sich aus

$$K_0 \left(1 + i_{eff}\right) = K_0 \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m \quad \text{und somit} \quad i_{eff} = \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m - 1.$$

**Beispiel:**

Werden 1.000 € bei einem Jahreszinsfuß von 3 % monatlich verzinst, so ergibt sich für das Endkapital nach 1 bzw. 10 Jahren

$$K_1 = 1.000 \cdot \left(1 + \frac{0,03}{12}\right)^{12} = 1.030,42 \text{ €}, \quad K_{10} = 1.000 \cdot \left(1 + \frac{0,03}{12}\right)^{120} = 1.349,35 \text{ €}.$$

Die jährliche Verzinsung mit 3 % ergäbe die niedrigeren Konstante  $K_1 = 1.030 \text{ €}$  und  $K_{10} = 1.343,92 \text{ €}$ .

Als *Effektivzins* erhält man  $i_{eff} = \left(1 + \frac{0,03}{12}\right)^{12} - 1 = 0,030416 = 3,0416 \%$ .

Wird die Anzahl der Zinsperioden pro Jahr immer größer und ihre Länge immer kleiner, so gelangt man mit dem Grenzfalle  $m \rightarrow \infty$  zu *unbegrenzter Verzinsung*. Das Endkapital nach  $n$  Jahren ergibt sich als Grenzwert der unbeschränkten Verzinsung:

$$K_n = \lim_{m \rightarrow \infty} K_0 \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{m \cdot n} = K_0 \left(\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m\right)^n = K_0 e^{i \cdot n}$$

Da sich der Konstant zu jedem Zeitpunkt  $t$  ändert, ersetzt man  $n$  durch  $t$  und erhält mit  $K(t) = K_0 e^{i \cdot t}$  die Formel der stetigen Verzinsung, die auch für alle *Wachstums- und Zerfallsvorgänge* in Natur und Technik gilt.

2.1.3 Barwertrechnung (Diskontierung)

Der Anfangsbetrag  $K_0$ , der im entsprechenden Zinsmodell nach  $n$  Jahren den Endbetrag  $K_n$  liefert, wird *Barwert* oder *diskontierter Wert* genannt. Es ergeben sich somit folgende Formeln:

Verzinsungsart	Endwert	Barwert
Verzinsung ohne Zinseszins	$K_n = K_0(1 + n \cdot i)$	$K_0 = \frac{K_n}{1 + n \cdot i}$
Verzinsung mit Zinseszins	$K_n = K_0(1+i)^n = K_0 q^n$	$K_0 = \frac{K_n}{(1+i)^n} = \frac{K_n}{q^n}$
stetige Verzinsung	$K(t) = K_0 e^{i \cdot t}$	$K_0 = \frac{K(t)}{e^{i \cdot t}}$

Eine wichtige Anwendung der Barwertrechnung, die *Kapitalwertmethode* (Cash Flow) zur finanzmathematischen Beurteilung von Investitionen, wird im folgenden genauer vorgestellt. Bei einer Investition fallen nach einer Anschaffungs Ausgabe zu Beginn der Investition über

Abbildung 11: Darstellung der zu vermittelnden Wissensinhalte im E-Skript

Im Rahmen des Modulteils Selbststudium können die Studierenden mit einem Selbsttests prüfen, ob sie ihr erworbenes Wissen selbstständig zur Lösung von Aufgaben anwenden können (Abbildung 12). Dabei kommt es nicht nur auf die Ermittlung des richtigen Ergebnisses an, sondern auch auf die Darlegung eines nachvollziehbaren Lösungsweges.

The screenshot shows a web-based learning environment. On the left is a navigation menu for 'Wirtschaftsmathematik' with sub-items like 'Einschreibung', 'Vorlesung', 'Seminarübung', and 'Selbststudium'. The 'Selbststudium' section is expanded to show '1. Lineare Algebra'. The main content area displays '1.1 Lineare Algebra, Matrizenrechnung' with a list of tasks from 'Aufgabe 1.1' to 'Aufgabe 10.3'. A blue arrow points from this list to the detailed view of 'Aufgabe 1.1' on the right. This task view includes a matrix  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 2 & 1 & 4 \end{pmatrix}$  and asks to calculate  $C = 2A^t + 3B$  where  $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 3 \\ 4 \end{pmatrix}$ . Below the task list, a 'Test mit Bewertung' box indicates that the current attempt was aborted and can be resumed at 16:49. A blue arrow points from this box back to the task list.

Abbildung 12: Bereitstellung von Aufgaben zur selbständigen Lösung durch die Studierenden im Selbststudium

Jeder Studierende hat somit für sich selbst die Entscheidung zu treffen, wie er die Aufgaben bewältigt. Empfehlenswert ist, sich an die Vorschriften zu halten, da auch die Bonusklausur ohne Taschenrechner stattfindet.

Weil es aufgrund mathematischer Zeichen und Symbole nicht möglich ist, alle Ergebnisse per Tastatur einzugeben, wurde für derartige Aufgaben eine Multiple Choice Variante benutzt, in der die richtige Antwort angeklickt werden soll. In Abbildung 13 wird der Aufbau des Selbsttests und einige Aufgabenbeispiele dargestellt.

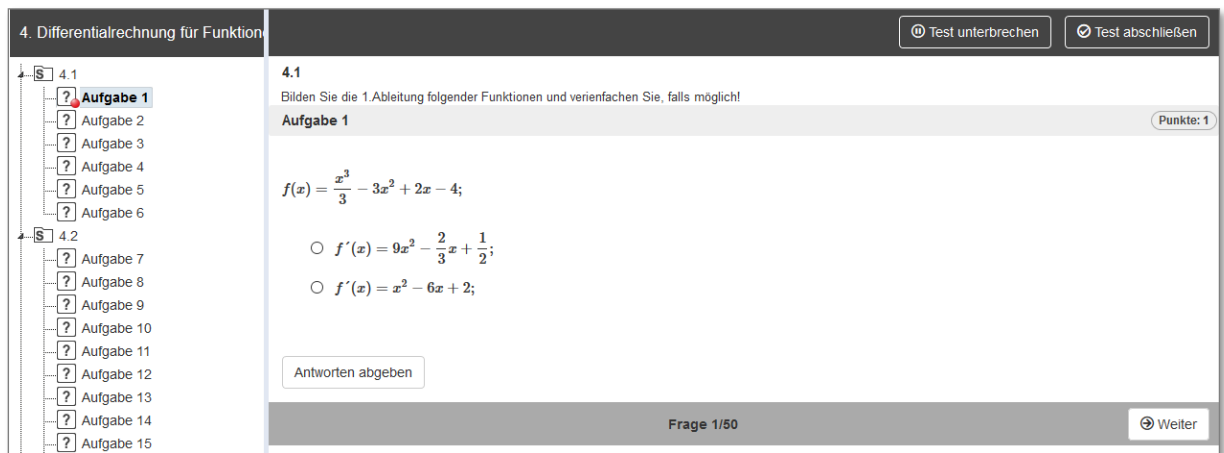


Abbildung 13: Aufbau des Selbsttestes und ausgewählter Aufgaben zur Differentialrechnung

Der gesamte Test umfasst über 100 Aufgaben und kann mehrfach unterbrochen oder auch abgebrochen werden. Die Aufgaben müssen also nicht in streng vorgegebener Reihenfolge mit einem Mal durchgearbeitet werden – der Studierende kann sich die Zeit zur Lösung der Aufgaben selbst einteilen. Der Test kann dabei jederzeit unterbrochen werden. Allerdings ist systembedingt ein erneuter Zugang erst nach 5 Minuten wieder möglich, um die Arbeiten fortzusetzen.

Eine Verbindung des Lernprozesses i.S. Blended Learning erfolgt, indem die Ergebnisse vom Lehrenden (Tutor) über den Baustein *Bewertungswerkzeug* eingesehen werden können. Daraus können Rückschlüsse gezogen werden, inwieweit die Studierenden die Inhalte beherrschen. Sind die Kenntnisse noch nicht ausgereift aufgrund einer hohen Anzahl fehlerhafter Ergebnisse, erfolgen nochmals Erklärungen in der Präsenzzeit des Tutoriums. Im positiven Fall der erfolgreichen Lösung der Aufgaben werden die Inhalte zur Kenntnis genommen und es besteht kein weiterer Lern- und Handlungsbedarf.

Ein Teil der Aufgaben des Tests stammt aus dem "Übungs- und Arbeitsbuch für Wirtschaftswissenschaftler". In diesem Buch sind zu jedem Thema typische Beispiele mit Musterlösungen angegeben und die verwendeten theoretischen Grundlagen anschaulich zusammengestellt. Am Ende des Buches sind zudem ausführliche Lösungen für die Übungsaufgaben zu finden. Die Studierenden können das Buch und die anderen in der Literaturliste empfohlenen Bücher nutzen, falls sie Probleme bei der Lösung der Testaufgaben haben.

Die Vorbereitung auf die Prüfung im Studienmodul wird im Lernsystem begleitet durch einen Klausurtrainer. Die Einbindung erfolgt anhand ausgewählter Beispiele mit ausführlicher Erläuterung des Rechen-/ Lösungsweges zu jedem der 5 Themen sowie jeweils einem anschließenden online-Test, in dem die Studierenden selbständig ihr Wissen überprüfen können (Abbildung 14).

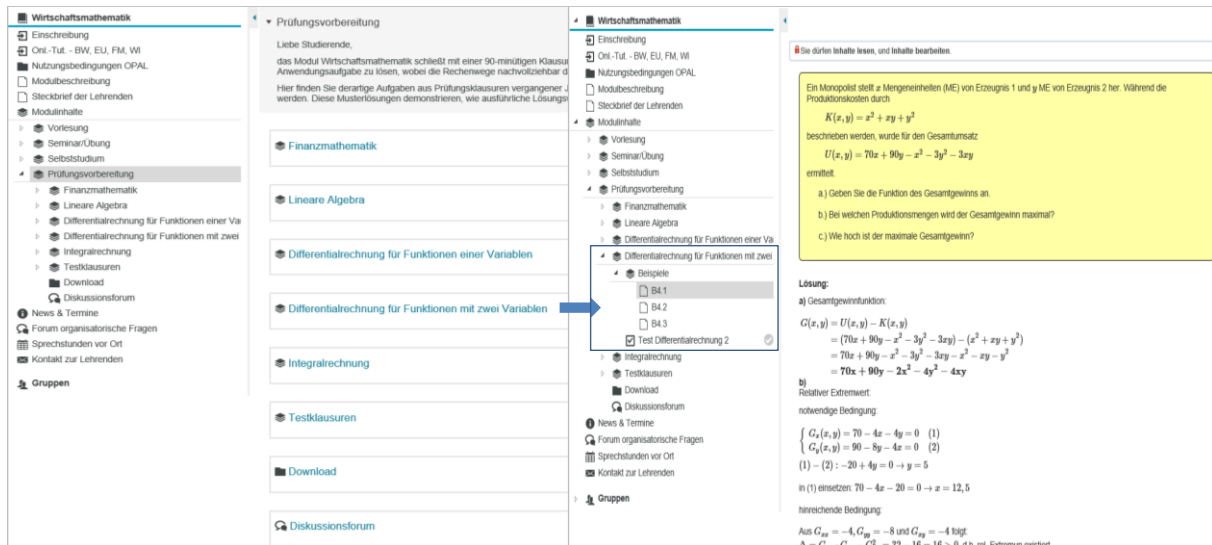


Abbildung 14: Gestaltung des Veranstaltungsformats Prüfungsvorbereitung

Eingebunden in die Prüfungsvorbereitung ist zudem für die Studierenden die Möglichkeit, eine eigenständige Simulation von Prüfungssituationen mit dem Absolvieren von Probeklausuren mit definierter Zeitbegrenzung wie unter realen Prüfungsbedingungen zu erleben. Dafür werden vom Dozenten Probeklausuren vergangener Prüfungen zur Verfügung gestellt (Abbildung 15).

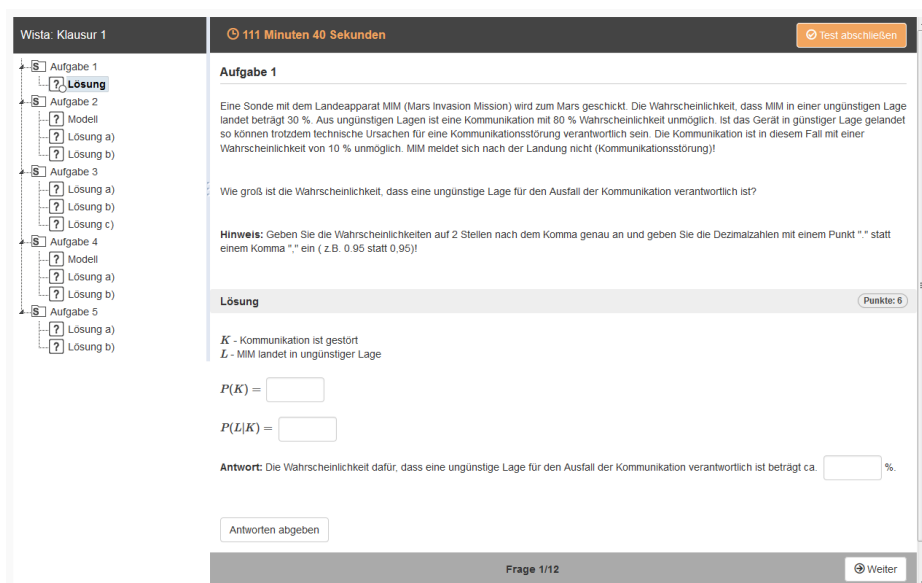


Abbildung 15: Probeklausur auf Zeit in der Wirtschaftsmathematik

Der Test in Form einer E-Klausur ist zeitlich begrenzt, so dass die Studierenden die Prüfungssituation vor der eigentlichen Prüfung ausprobieren können. Sie erhalten mit der Erprobung ein Gefühl, wie gut sie die Aufgaben aufgrund ihrer bisherigen Vorbereitung lösen können und wieviel Zeit sie benötigen.

Die bereitgestellten elektronischen Prüfungen können beliebig oft wiederholt werden.

Der Studierende erhält ein sofortiges Feedback durch Anzeige der benötigten Zeit, dem Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung, der erreichten Note und der Punktzahl je Klausuraufgabe im Vergleich zur maximal erreichbaren Punktzahl. Zugleich erfolgt ein Hinweis auf die notwendige Punktzahl zum Bestehen der Prüfung.

Parallel zur Möglichkeit der online-Prüfungsvorbereitung bereiten die Tutoren die Studierenden in 5 Präsenztutorien auf die Prüfung vor. Sie haben ebenfalls Einblick in die online-Ergebnisauswertung. Damit ergibt sich der Vorteil, zu erkennen, an welchem Kenntnisstand der Studierenden

sie mit ihrer fachlichen Unterstützung ansetzen können. Zudem bietet die Auswertung des Tests den Vorteil, dass nicht alle Placement-Tests per Hand ausgewertet werden müssen. Damit entstehen ein erheblicher Zeitvorteil und ein guter Überblick, welche Studierenden welches Niveau haben und welche verschiedenen Kurse eingegliedert werden müssen. Damit sind bessere Möglichkeiten der individuellen Ausrichtung der Wissensvermittlung gegeben und verbesserte Lernerfolge für den Einzelnen können gezielter angestrebt werden.

### 3.2 Modul begleitendes Tutorium durch online-Anbindung

Von großer Bedeutung für eine schnelle Auffindbarkeit aller notwendigen Wissenszugänge für die Studierenden ist eine übersichtliche Struktur und Verbindung der einzelnen Veranstaltungsformate an einem Ort, um aufwendige Suchroutinen für die Studierenden zu vermeiden. Die einzelnen Format Vorlesung/ Präsenz – Übung – Selbststudium werden daher geschlossen im Modul eingebunden. Im Bereich Selbststudium erfolgt eine Verbindung (Verlinkung und Beschreibung) zum begleitenden Tutorium in der Wirtschaftsmathematik (Abbildung 16).

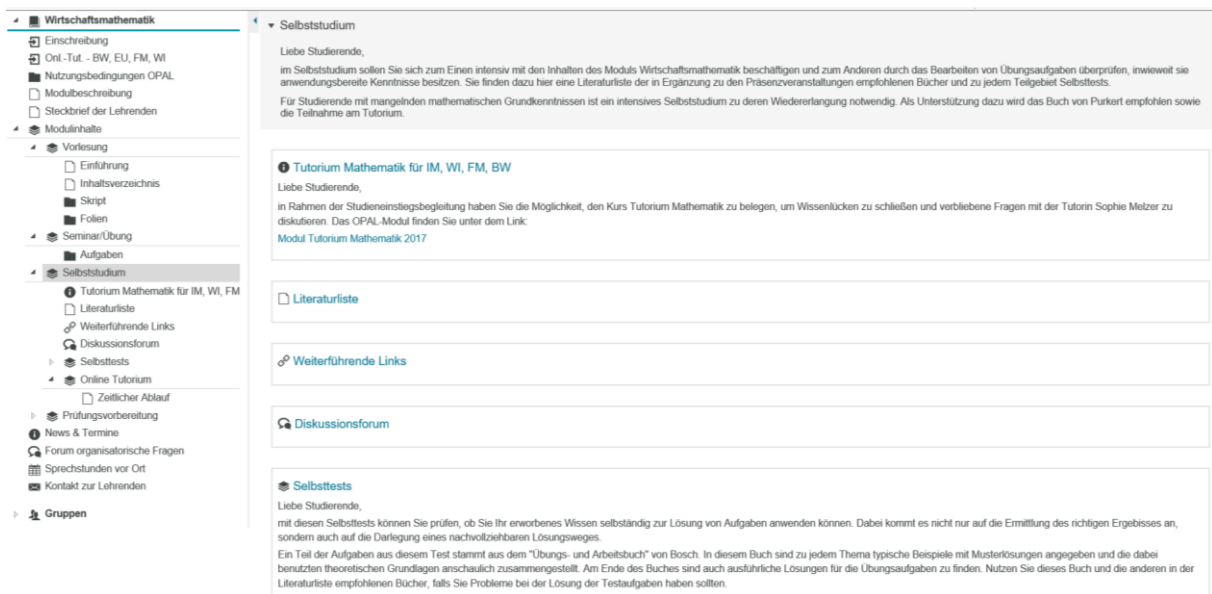


Abbildung 16: Einbindung des begleitenden Tutoriums in der Wirtschaftsmathematik

Den strukturellen Aufbau des nach einer Ersterprobung<sup>5</sup> neu erstellten Moduls Tutorium Mathematik zeigt Abbildung 17.

<sup>5</sup> s. dazu Melzer, S.; Fischer, R.: Mathematik-Tutorium als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung, URL: <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>, 13.11.2018 und Melzer, S.; Fischer, R.; Römer, L.: Ergebnisse der Erprobung des Mathematik-Tutoriums als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung unter <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering-1-foerderphase/endergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>, 13.11.2018

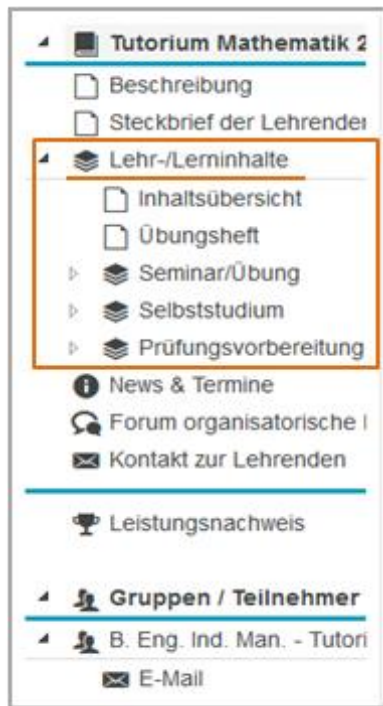


Abbildung 17: Gliederung des Tutoriums Mathematik 2016

Neben der Beschreibung des Kurses und dem Steckbrief der Lehrenden befinden sich die *Lehr- und Lerninhalte* als Übersicht der Themen des Tutoriums in der Struktur.

Die in den einzelnen Tutorien verwendeten Lernunterlagen, z.B. Folien, werden im Ordner Seminar- und Übungsunterlagen abgelegt. Somit besteht für die Studierenden die Möglichkeit der Wiederholung des Wissensaneignung, indem die Inhalte vergangener Tutorien aufgerufen und mit dem *Übungsheft* Mathematik gearbeitet werden kann.

So sind zum Beispiel die Theoriebestandteile abrufbar über den Pfad: *Seminar/Übung* → *Folien* → *Tutorium 1-10* (Abbildung 18).

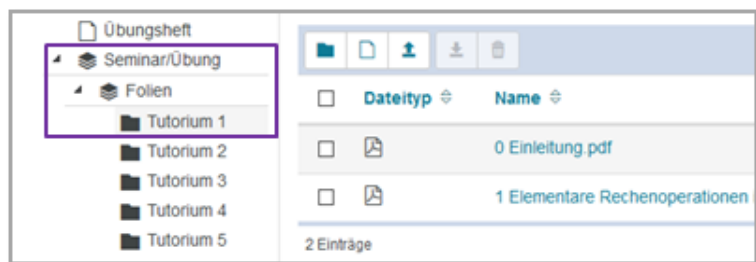


Abbildung 18: Seminar- und Übungsunterlagen

Über den Link *Prüfungsvorbereitung* gelangen die Studierende in das Klausurtraining Wirtschaftsmathematik im Modul

In den drei Gliederungspunkten *Seminar/Übung*, *Selbststudium* und *Prüfungsvorbereitung* (Abbildung 17) ist jeweils ein *Diskussionsforum* eingebunden. Mit dieser Funktion können die Studierenden miteinander über die Inhalte des Moduls Wirtschaftsmathematik und dessen Tutorium kommunizieren bzw. diskutieren. Daraus folgt, dass Fragen über das Forum schnell geklärt werden können und eine gegenseitige Hilfestellung zwischen den Studierenden gegeben ist. Auch hier kann die lehrende Person Einsicht nehmen und ebenfalls auf Fragen antworten. Probleme, die sich im Diskussionsforum nicht bewältigen lassen, können zur nächsten Präsenzeinheit angesprochen und gelöst werden.

Über den Button *Forum organisatorische Fragen* können aktuelle Informationen bekanntgegeben werden, wie zum Beispiel eine Raumänderung, Themen für die nächste Veranstaltung oder mögliche Vorbereitungen, die die Studierenden bis zur nächsten Einheit erledigen sollen.

## 4. Erprobung neuer Lernformen Wirtschaftsmathematik mittels Blended Learning im Rahmen des Projekts Open Engineering

### 4.1 Ansatz und Vorgehensweise der Erprobung

Die dargestellte ganzheitliche Vorgehensweise der Umsetzung der Lehre Wirtschaftsmathematik mit Unterstützung durch ein online-gestütztes Lernmodul wurde erstmalig im Wintersemester 2016/17 erprobt.

Die pilothafte Erprobung erfolgte mit den Studierenden im Pilotstudiengang „Bachelor of Engineering Industrial Management“ unter weiterer Nutzung des online-Angebotes durch alle Studiengänge der Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen.

Insgesamt nahmen 447 Studierende aus 2 Jahrgängen an der Erprobung teil.

## 4.2 Ergebnisse der Evaluation der Durchführung der Lehre nach neuem Lernansatz im Studienfach Wirtschaftsmathematik aus Sicht der Studierenden

### 4.2.1 Methodik der Evaluation

Das Qualitätssicherungskonzept im Projekt Open Engineering im Pilotstudiengang Industrial Management (B. Eng) verfolgt in besonderem Maße die Bewertung der neuen Formen der Lehrprozessgestaltung sowie auch die Evaluation ausgewählter Lernmodule im Studienprozess.

Ziel ist die Prüfung der Einsatzfähigkeit des Lernmoduls mit der Identifikation von fachlichen Entwicklungspotenzialen sowie Potenzialen hinsichtlich der Lehrgestaltung und der Umsetzung der Blended Learning Angebote. Gegebenenfalls sollen Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden können.

Das **Einholen von Feedback der Studierenden** wird mithilfe eines Modulfragebogens realisiert. Dabei handelt es sich um einen klassischen Paper-Pencil-Fragebogen, der sich in drei Kategorien gliedert:

- I. Didaktik und Inhalt der Präsenzveranstaltung
- II. Blended Learning Angebote
- III. Gesamteinschätzung

Die insgesamt 23 Fragen sind überwiegend als geschlossene Fragestellungen (Single-Choice, gerade 4er-Ordinalskala) konzipiert. Bei der Gesamteinschätzung kamen ebenso offene Fragen zum Einsatz. Sogenannte halboffene Fragestellungen befinden sich zum einen im Teil der Kategorie Blended Learning Angebot und zum anderen im Teil der Kategorie Gesamteinschätzung, jeweils in Verbindung mit einer Nominalskala.

Die Befragung erfolgt am Ende des Wintersemesters 2017/2018 bei den Studierenden im Pilotstudiengang Industrial Management (B. Eng) und den Studiengängen der Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen. Der Fragebogen wurde im Rahmen der abschließenden Präsenzveranstaltung durch die Dozentin ausgeteilt und vor Ort ausgefüllt.

Nicht alle Studierenden der Evaluation der Erprobung in einem Studiengang mit 200 Teilnehmenden gaben einen ausgefüllten Fragebogen ab. Der Stichprobenumfang beträgt somit  $n = 94$ , das entspricht 47% der beteiligten Zielgruppe.

Die Ergebnisse der Befragung widerspiegeln damit ein repräsentatives Abbild der im Entwicklungsprozess erreichten Veränderungen.

#### I. Didaktik und Inhalt der Präsenzveranstaltung

Hinsichtlich der Einschätzung der Didaktik und Inhalt der Präsenzveranstaltung zeigen sich überwiegend gute bis sehr gute Einschätzungen (Abbildung 19).

Die klare inhaltliche Ausrichtung des Studienmoduls wird von 73 Studierenden (77,7%) als „genau zutreffend“ und von 21 Studierenden (22,3%) als „überwiegend zutreffend“ bezeichnet. Dabei wird eingeschätzt, dass die Dozentin ausreichend auf Fragen eingeht: 58 Studierende (61,7%) geben „genau zutreffend an, 35 Studierende (37,2%) „überwiegend zutreffend“.

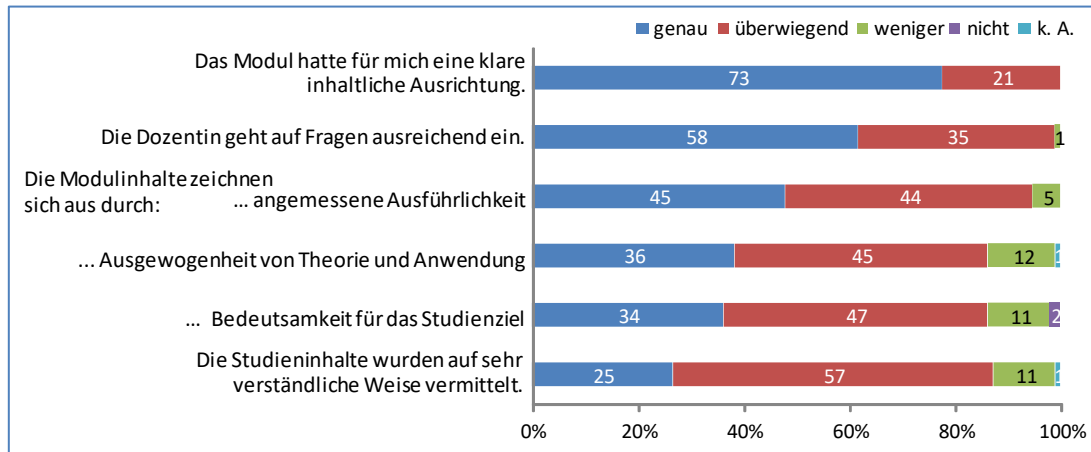


Abbildung 19: Bewertung der Didaktik und Inhalt der Präsenzveranstaltungen

Die Modul Inhalte werden von 45 Studierenden (47,9%) mit angemessener Ausführlichkeit und von 44 Studierenden (46,8%) mit überwiegend angemessener Ausführlichkeit beschrieben. Die genaue Ausgewogenheit von Theorie und Anwendung bestätigen dabei 36 Studierende (38,3%), 45 Studierende (47,9%) geben eine überwiegende Ausgewogenheit an. Die Bedeutsamkeit der Modul Inhalte für das Studienziel bestätigen 34 Studierende (36,2%) genau und 47 Studierende (50%) mit überwiegend.

Die Vermittlung der Studieninhalte auf sehr verständliche Weise wird von 25 Studierenden (26,6%) als genau zutreffend angegeben, 57 Studierende (60,6%) bezeichnen dies als überwiegend zutreffend.

Jeweils 11 bzw. 12 Studierende (11,7 bzw. 12,8%) geben an, dass die Ausgewogenheit von Theorie und Anwendung, die Bedeutsamkeit der Modul Inhalte für das Studienziel und die verständliche Vermittlung der Studieninhalte nur „weniger zutreffend“ war.

In der ergänzenden Beantwortung der offenen Frage nach den positiven und weniger positiven Erfahrungen und Eindrücken der Präsenzveranstaltung **Vorlesung** wurden die in Tabelle 1 dargestellten Einzelnennungen ausgeführt.

Tabelle 1: Erfahrungen und Eindrücke der Präsenzveranstaltung in der Vorlesung– Einzelnennungen

Besonders gut gefallen hat mir ...	Weniger gut gefallen hat mir ...
<b>Vermittlung der Lerninhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung der Lerninhalte zu den einzelnen Stoffgebieten:               <ul style="list-style-type: none"> <li>ausführlich und verständlich</li> <li>sehr gut</li> <li>sehr klare und verständliche Vermittlung</li> <li>Übermittlung des Stoffes mit Beispielen</li> <li>Generelle Übermittlung des Stoffes</li> <li>Verständliche Vortragsweise</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelaussagen bezogen auf Schnelligkeit:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeiten in der Vorlesung</li> <li>zum Ende der Vorlesung</li> <li>Durcharbeiten des Stoffes</li> </ul> </li> </ul>
<b>Strukturierung der Lerninhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>gute Strukturierung Gliederung der Veranstaltung -&gt; angemessene „Behandlung“ der Themengebiete</li> </ul>	
<b>Einsatz von Lernmaterialien</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>einige Folien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verweis auf Folien sorgt für offene Fragen</li> </ul>

Die Antworten der ergänzenden Beantwortung der offenen Frage nach den positiven und weniger positiven Erfahrungen und Eindrücken der Präsenzveranstaltung **Seminar und Übung** werden in Tabelle 2 als Auflistung der Einzelnennungen dargestellt.



Tabelle 2: Erfahrungen und Eindrücke der Präsenzveranstaltung Seminar und Übung – Einzelnennungen

Besonders gut gefallen hat mir ...	Weniger gut gefallen hat mir ...
Vermittlung der Lerninhalte	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsseminar</li> <li>• angebotene Seminare</li> <li>• Bonusklausur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schnelles Rechnen in den Übungen</li> <li>• evtl. mehr Aufgaben zu besonderen Beispielen/Fällen</li> </ul>
Strukturierung der Lerninhalte	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar und Vorlesung aufeinander abgestimmt:</li> <li>• Aufgaben im Seminar wurden gut erklärt</li> <li>• habe meine Fragen im Seminar beantwortet bekommen</li> <li>• Art und Weise, wie die Seminare durchgeführt wurden</li> <li>• Viele unterschiedliche Aufgaben</li> <li>• habe viel gelernt im Seminar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminartiming:</li> <li>• wichtige Themengebiete schnell abgearbeitet</li> <li>• wenig Zeit, um Lösungsweg zu erklären</li> <li>• Lösungswege zu Hausaufgaben waren nicht vorhanden, wurden z.T. im Seminar bearbeitet</li> </ul>

## II. Blended Learning Angebote – Nutzungsdauer und Bewertung

Ziel des Einsatzes der Blended Learning Angebote ist, Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Lösen von Grund- und Anwendungsaufgaben der Mathematik zu erzielen. Dabei erfolgt die Unterstützung des eigenständigen Lernens der Studierenden im Selbststudium in Ergänzung der Präsenzveranstaltungen sowie in der Vertiefung der in den Seminaren und Übungen vermittelten Lösungsstrategien von Aufgaben.

Die eingesetzten Blended Learning Angebote wurden nach methodisch-didaktischen, inhaltlichen und organisatorischen Aspekten evaluiert (Abbildung 20).

Mehr als die Hälfte der Studierenden bestätigten die Ziele

- Die E-Learning/ Blended Learning Angebote (Folien, Kurzschrift, online Aufgaben, Tests) ermöglichten mir eine individuelle Gestaltung des Lernweges.
- Die Lernaufgaben waren zur Festigung des Stoffes gut geeignet.
- Die bereitgestellten Materialien, Aufgaben und nutzbaren Aktivitäten im Lernsystem waren gut für das selbstorganisierte Lernen geeignet.
- Die Lernziele waren konkret vorgegeben.

als genau zutreffend.

Die Möglichkeit einer individuellen Gestaltung des Lernweges durch die E-Learning/ Blended Learning Angebote wird von 53 Studierenden (56,4%) als „genau zutreffend“ und von 34 Studierenden (36,2%) als „überwiegend zutreffend“ bestätigt.

Eine Bestätigung, dass die Lernaufgaben zur Festigung des Stoffes gut geeignet waren, geben 51 Studierende (54,3%) vollständig und 41 Studierende (43,6%) überwiegend an.

In vergleichbarem Umfang der positiven Aussagen wird die gute Eignung der bereitgestellten Materialien, Aufgaben und nutzbaren Aktivitäten im Lernsystem für das selbstorganisierte Lernen bestätigt: 50 Studierende (53,2%) mit der Aussage „genau zutreffend“ und 39 Studierende (41,5%) mit der Aussage „überwiegend zutreffend“.

Die konkrete Vorgabe von Lernzielen wird dabei von 49 Studierenden (52,1%) genau und 40 Studierenden (42,6%) überwiegend bestätigt.

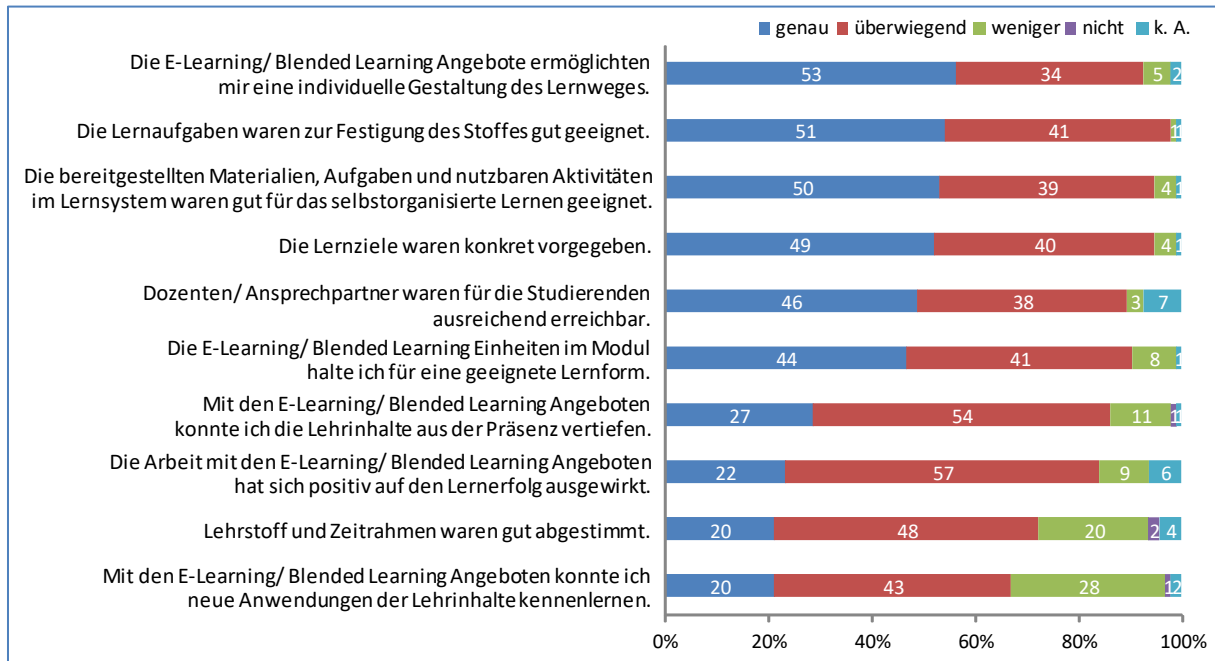


Abbildung 20: Bewertung der Blended Learning Angebote

Dass die Dozenten/ Ansprechpartner für die Studierenden ausreichend erreichbar waren, bezeichnen 46 Studierende (48,9%) genau und 38 Studierende (40,4%) überwiegend.

Die E-Learning/ Blended Learning Einheiten im Modul halten 44 Studierende (46,8%) vollständig und 41 Studierende (43,6%) überwiegend für eine geeignete Lernform. So konnten 27 Studierende (28,7%) mit den E-Learning/ Blended Learning Angeboten (Folien, Kurzschrift,-online Aufgaben) die Lehrinhalte der Präsenz vollständig und 54 Studierende (57,4%) überwiegend vertiefen. Gleichzeitig bezeugen 22 Studierende (23,4%) vollständig und 57 Studierende (60,6%) überwiegend, dass die Arbeit mit den E-Learning/ Blended Learning Angeboten (online Aufgaben, Tests) sich positiv auf den Lernerfolg ausgewirkt hat.

Eine gute Abstimmung von Lehrstoff und Zeitrahmen wird von 20 Studierenden (21,3%) genau und 48 Studierenden (51,1%) überwiegend benannt.

Mit den E-Learning/ Blended Learning Angeboten (online Aufgaben) konnten neue Anwendungen der Lehrinhalte kennengelernt werden, geben ebenfalls 20 Studierende (21,3%) genau und 43 Studierende (45,7%) überwiegend an.

Die Mehrheit der Studierenden (43 Studierende, 45,7%), nutzte die Blended Learning Angebote zwischen einer und zwei Stunden in der Woche (Abbildung 21). Bis zu einer Stunde arbeiteten 21 Studierende (22,3%) und zwischen zwei bis vier Stunden 22 Studierende (23,4%).

Vier Studierende arbeiteten nicht mit den verfügbaren Blended Learning Angeboten.

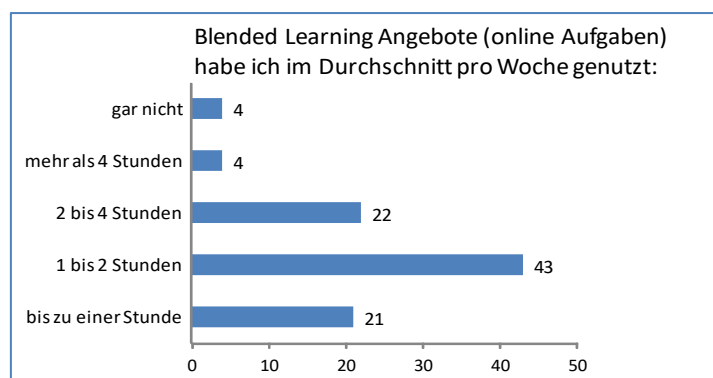


Abbildung 21: Nutzung der Blended Learning Angebote

#### 4.2.2 Gesamteinschätzung des Lernmoduls

Insgesamt wurde seitens der Studierenden das Modul „Wirtschaftsmathematik“ hinsichtlich des neuen Lernkonzepts überwiegend positiv bewertet (Abbildung 22).

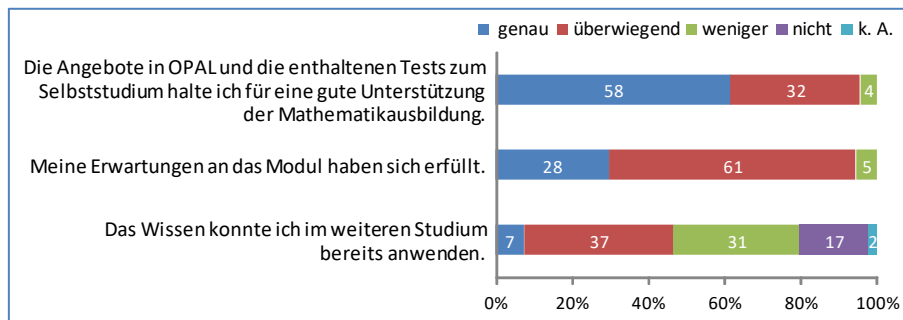


Abbildung 22: Gesamteinschätzung des Lernens nach neuem Lernkonzept mit dem Lernmodul

So bestätigen 58 Studierende (61,7%) als „genau zutreffend“ und 32 Studierende (34%) mit „überwiegend zutreffend“, dass die Angebote in OPAL und die enthaltenen Tests zum Selbststudium eine gute Unterstützung der Mathematikausbildung sind.

28 Studierende (29,8%) stimmen vollständig und 61 Studierende (64,9%) überwiegend der Aussage zu, dass ihre Erwartungen an das Modul sich erfüllt haben.

Die Aussagen zur bereits erfolgten Anwendung des Wissens im weiteren Studium fallen sehr unterschiedlich aus:

- 7 Studierende (7,5%) geben an, dass sie dies bereits schon vollständig konnten,
- 37 Studierende (39,4%) sagen aus, dass diese teilweise erfolgte,
- 31 Studierende (33%) geben an, dass diese weniger der Fall ist und
- 17 Studierende (18,1%) meinen, dass sie das Wissen noch nicht anwenden konnten.

In ihren Aussagen, was ihnen am Modul gut gefallen hat, werden von den Studierenden insbesondere die Selbsttests und Online Prüfungsaufgaben, das Seminar und die Bonusklausur benannt (Abbildung 23).

Die Erklärung in der Vorlesung, die Übermittlung des Stoffes mit Beispielen und die online-Folien werden mit weniger Aussagen als gut bewertet.

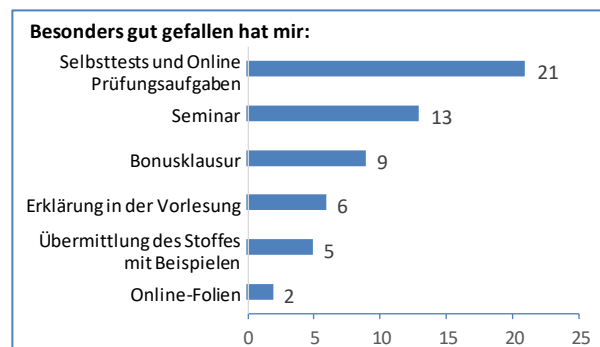


Abbildung 23: Aussagen der Studierenden, was besonders gut gefallen hat

In ihren Einzelaussagen in der Beantwortung des offenen Fragenteils werden die Aussagen untersetzt und ergänzt zu Aspekten der Organisation des Lernmoduls, zum Umfang der Lerninhalte, zu den Methoden der Wissensvermittlung, den Lernmaterialien sowie zur Unterstützung der Prüfungsvorbereitung.

Organisation des Lernmoduls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mir hat gut gefallen, dass alles sehr gut organisiert war und das OPAL- System viele Möglichkeiten bietet, Online sein Wissen zu testen.</li> <li>• Übersicht der Schwerpunkte</li> <li>• Gliederung und Übersicht</li> <li>• Klar strukturierte Themen</li> <li>• Strukturierter Unterricht</li> </ul>
-----------------------------	--

Umfang der Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführlichkeit</li> <li>• viele Angebote für Übungen, um den Stoff zu vertiefen</li> <li>• Das ausführliche Rechnen verschiedener Formeln</li> <li>• Beispiele zu den Themen</li> </ul>
Methoden der Wissensvermittlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das alle wichtigen Informationen von der Tafel abgeschrieben werden konnten -&gt; somit sind alle Unterlagen vollständig -&gt; sehr gut zur Prüfungsvorbereitung</li> <li>• Auf Fragen wurde ausführlich geantwortet</li> <li>• Das Verständliche</li> </ul>
Lernmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien – Rechenbeispiele - Erklärungen + Bemerkungen zu einzelnen Themen</li> </ul>
Unterstützung der Prüfungsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereitung auf die Klausur mit der Bonusklausur</li> <li>• Bonusklausur um Punkte für die Prüfung zu sammeln (2 Angaben)</li> <li>• Gute Vorbereitung für die Klausur/Bonusklausur</li> </ul>
Erfolg zu sehen, wenn die Hausaufgabe erledigt sind und richtig gelöst wurden	
Kompetenz der Lehrkraft	
Danke für das Engagement	

Tabelle 3: Einzelaussagen zur Untersetzung der Einschätzung der Blended Learning Angebote

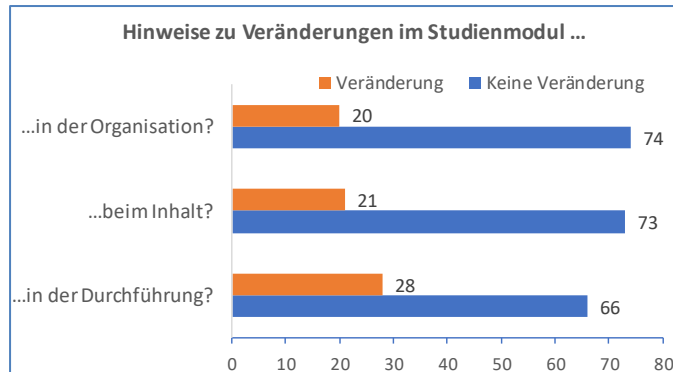
	Besonders gut gefallen hat mir ...	Weniger gut gefallen hat mir ...
Gesamt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugriff auf Aufgaben jederzeit zum selbstständigen Lernen</li> <li>• Online Klausurtrainer sowie das vertiefende Seminar in Kombination mit dem Basistutorium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• etwas mehr Kompaktheit und Übersichtlichkeit zum Download)</li> <li>• Lehrmaterialien in OPAL tw. überfüllt</li> </ul>
Folien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Online- Folien</li> <li>• Ausreichende Übungsaufgaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien sind online als einzelne Seiten abgespeichert sind und nicht themenmäßig zusammengefasst</li> </ul>
Kurzskript	•	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript sollte auch in OPAL</li> </ul>
online Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Online Prüfungsaufgaben</li> <li>• Viele Prüfungsfragen im Klausurtrainer</li> <li>• Gute Prüfungsvorbereitung durch Online Prüfungen</li> <li>• Viele Übungsaufgaben</li> <li>• Testklausur im OPAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Prüfungslösungen bzw. Lösungsweg bei Online-Prüfungsaufgaben</li> </ul>
Tests	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbsttests in OPAL</li> <li>• zur Verfügung stellen der Selbsttests und Test-Prüfungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze bis keine Lösungswege in OPAL</li> </ul>

Erklärend zu den Aussagen der Studierenden ist hinzuzufügen, dass bei Übungsaufgaben, und insbesondere den Prüfungsaufgaben, bewusst nur die Endergebnisse und keine Lösungswege als didaktischer Ansatz angegeben wurden. Die Studierenden sollen selbst den Lösungsweg finden. Dazu konnten sie u.a. die Beispielaufgaben mit Lösungsweg reflektieren oder auch das Forum für ihre Fragen nutzen. Ebenso bestand jederzeit die Möglichkeit, Fragen im Tutorium einzubringen und Erklärungen zu erhalten.

Ergänzend erfolgen auch in diesem Fragenkomplex Hinweise auf die inhaltliche und zeitliche Gestaltung des Moduls, die von einzelnen Studierende angegeben wurden mit „zu wenig Zeit für den Lernstoff -> lässt sich locker auf 2 Semester verteilen“, „die Zeit, die zur ausführlichen Vorbereitung auf das Fach/ die Klausur nötig ist und ihre Auswirkung auf den Lernerfolg der anderen Fächer des Semesters“ sowie „straffer Zeitplan, um über den gerade gelernten Stoff kurz nachzudenken/ zu verarbeiten“. Dazu muss erklärt werden, dass bei der Planung des Studienmoduls die Workload-Rechnung bei einem Ergebnis von 5 ECTS einen Zeitumfang von 5 Semesterwochenstunden (SWS) Präsenz insgesamt 5 Stunden Selbststudium pro Woche beinhaltet. Dies trifft für Studierende mit vorhandenen Kenntnissen in der Elementarmathematik zu. Die Tutorien umfassen zusätzliche Zeitangebote zur Unterstützung. Dieses Zeitmodell wird den Studierenden in

der 1. Vorlesung erklärt. Allerdings ist immer wieder zu erkennen, dass der notwendige Zeitbedarf von 5 Stunden Selbststudium nur von wenigen Studierenden aufgebracht wird.

#### 4.2.3 Erkenntnisse zu Veränderungen im Studienmodul im Ergebnis der Befragung der Studierenden



In der Gesamtauswertung zeigen sich nur wenige Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul in der Organisation, beim Inhalt und in der Durchführung (Abbildung 24).

Den höchsten Anteil weisen mit 28 Angaben (29,8%) Hinweise zu Veränderungen in der Durchführung auf. Jeweils 20 bzw. 21 Hinweise (21,3 bzw. 22,3%) gab es zu Veränderungen beim Inhalt und in der Organisation.

Abbildung 24: Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul

Die Auswertung der Hinweise im Folgenden erfolgt auf Basis der Zusammenfassung der Einzelmeinungen der Studierenden zu nachhaltig verwertbaren Aussagen für künftige Aktivitäten.

Hinweise zu **inhaltlichen Veränderungen im Studienmodul** beziehen sich auf die Praxisrelevanz der Themen und insbesondere den Bezug auf das Studiengebiet des Wirtschaftsingenieurwesens, der Wirtschaftsbranche und die damit verbundene Aktualität der Lerninhalte der Rechenbeispiele.

Vorschläge zu Veränderungen in der Vermittlung der Lerninhalte beziehen sich auf die Angabe von Lösungswegen bei den Aufgaben in den falsch gelösten online-Prüfungsaufgaben und Lösungen sowie Lösungswege bei den Übungen, um nach Aussage eines Probanden „man es sich selber besser beibringen kann“. Es wurde bestätigt, dass der Lerninhalte im Modul sehr sorgfältig übermittelt und auch verständlich präsentiert wurden, aber teilweise die Beispiele nicht leicht verständlich waren, um sie dann an anderen Übungen anzuwenden. Es wurden Hinweise gegeben, weniger komplexe Erläuterungen in die Vermittlung einzubinden, z.B. Formeln, die nicht relevant für die Prüfung und ein Grundlagenverständnis sind sowie weniger komplizierte mathematische Ausdrücke/ Formulierungen.

Zur Einbindung der online-Lerninhalte in der Ersterprobung des Blended Learning Angebotes durch eine Vielzahl von Probanden erfolgte ein Hinweis auf die Überprüfung der OPAL Ergebnisse, z.B. die Beispielaufgaben nochmals zu kontrollieren und zu überarbeiten.

Hinweise zu **Veränderungen im Studienmodul in der Organisation** beziehen sich in erster Instanz auf die Strukturierung der Lernprozesse in der Gesamtheit aller Veranstaltungsformate. Hinsichtlich der „Taktung“ von Seminar mit Vorlesung wird angemerkt, dass so gezielter für die Themengebiete Übungsaufgaben, ... gelöst werden könnten und „nichts Wichtiges überflogen wird“. Da die Seminarinhalte als sehr wichtig für die Prüfung angesehen werden, wird auch der Vorschlag erbracht, im Seminar mehr klausurrelevante Aufgaben rechnen zu lassen oder ein zusätzliches Seminar anzubieten. So wird auch angegeben, „mehr Zeit für Seminare zu erhalten, um die Anwendung zu festigen“.

Zur Einbindung der online-Lerninhalte wird zum einen empfohlen, OPAL und Laufwerk R zu verknüpfen bzw. die Anleitung für Laufwerk R übersichtlicher zu gestalten (z.B. Kürzel). Zugleich sollte zum anderen, wenn möglich, der Lösungsweg bei den OPAL-Tests hinzugefügt werden. Beide Vorschläge werden künftig nicht beachtet, da zum einen bewusst bei einigen Teilen im Modul die Lösungswege nicht angeführt werden (s. Erklärung unter Pkt. 4.2.2). Zum anderen verfolgt der hier dargestellte neue Ansatz des Blended Learning Konzepts gezielt eine Vermeidung der Verwendung von Laufwerk R der Hochschule, um die „Zersplitterung“ der Angebote der Lerninhalte für die Studierenden zu überwinden und künftig alle Lerninhalte im Lernmodul in OPAL bereitzustellen.

Die Anmerkungen zum Umfang der Lerninhalte beziehen sich zum Einen auf allgemeine Anmerkung für mehr Zeit zur Vermittlung und Aneignung der Lerninhalte. Zum anderen betreffen sie die Menge der „Hausaufgaben“ von Seminar zu Seminar, die möglichst verringert werden sollte. Zudem wird gewünscht, mehr Klausuraufgaben im Seminar einzubinden. Eine Lösung dieses Vorschlags kann nur durch die eigenständige Nutzung der Blended Learning Angebote durch die Studierenden selbst im Selbststudium erreicht werden.

Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul zur Optimierung der Lehrveranstaltung beziehen sich auf die **didaktische Gestaltung der Vorlesung<sup>6</sup>**, aber auch auf die Gestaltung der Lernmethoden und -materialien.

Tabelle 4: Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul zur Optimierung der Lehrveranstaltung – Aussagen der Studierenden und mögliche Optimierungsansätze

Didaktischer Gestaltungsansatz	Optimierungsansatz	Hinweis der Studierenden
Strukturierung der Vorlesungsinhalte – Planung des Lernprozesses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung von Pausen für Fragen, Anmerkungen und Denkanstöße und zur Verbesserung der Konzentration der Studenten während der Vorlesung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mehr Zeit für die Themengebiete und zum Lösen der Aufgaben einplanen</li> </ul>
Interaktiver Austausch zwischen Dozenten und Studenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschäftigung der Studenten mit dem Lernstoff erhöhen</li> <li>Bezug der Vorlesungsinhalte auf online-bereitgestellten Vorlesungsreader/ -unterlagen: Folien, Skripte, Literatur online als PDF, im OPAL-Ordner</li> <li>Aufbau der Vorlesung auf die Reader-Texte, damit die Studenten einen Anreiz haben, die Texte zu lesen</li> <li>Vorlesung bewusst dazu nutzen, Impulse für die Selbstlern- und Übungsphasen außerhalb der Vorlesung zu setzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>etwas mehr Zeit zum Festigen des Wissens</li> <li>Hinweis: Basistutorium mehr auf Klausuraufgaben ausrichten erfordert eine Zerteilung der Tutorien in 1. Elementarmathematik und 2. Prüfungsvorbereitung, die jedoch dem derzeit verfügbaren Zeitvolumen im Semester entgegensteht</li> <li>Zur Vorbereitung auf das Seminar werden bereits jetzt 10-20 Aufgaben bereitgestellt, die von den Studierenden gelöst werden sollen und dann diskutiert werden können</li> </ul>
Vermittlung der Lerninhalte – Lernmethoden: Interesse der Studenten wecken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lehrende und Studierende übernehmen gemeinsam Verantwortung für das Gelingen des Lehrens und Lernens: <ul style="list-style-type: none"> <li>Lehrende und Studierende als Partner - ermöglichen Verantwortung zu übernehmen.</li> <li>Studierende tragen Mitverantwortung für ihr Studium, u.a. durch Mitarbeit in Lehrveranstaltungen, deren Nacharbeit sowie konstruktives Feedback.</li> <li>Studierenden zum aktiven Mitdenken zu bewegen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesungen etwas langsamer, um Notizen nicht nur mitzuschreiben, sondern auch zu verstehen</li> <li>mehr Aufgaben üben</li> </ul>
Vorlesungsgestaltung durch Rhetorik: Zuhörer fesseln!	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redeweise beachten: Ist die Verwendung der Fachbegriffe dem Ausbildungsstand der Zuhörer angemessen? <ul style="list-style-type: none"> <li>freier Vortrag mit angemessener Geschwindigkeit und Denkpausen</li> <li>Verständnisfragen nach abgeschlossenem Kapitel</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langsamere Vorlesungsweise</li> <li>Langsamer, genauer/ ausführlicher erklären</li> </ul>

<sup>6</sup> unter Verwendung von Tippelt, R.; Gelder, M; Fenis, M.: Optimierung der Lehre. Leitfaden zur Vorlesungsgestaltung. Sommersemester 2011, Bachelorarbeitsgruppe Didaktik unter [http://www.edu.lmu.de/fachpaed/fachschaft/aufgaben/pro\\_lehre/leitfaden\\_didaktik.pdf](http://www.edu.lmu.de/fachpaed/fachschaft/aufgaben/pro_lehre/leitfaden_didaktik.pdf), 15.11.2018

Didaktischer Gestaltungsansatz	Optimierungsansatz	Hinweis der Studierenden
Aktualität der Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lernmotivation durch Einführungen in ein Thema, Praxisbezüge, Gruppenaufgaben und Interaktivität</li> <li>Bezüge zu Studierenden schaffen durch Anknüpfen an aktuelle Entwicklungen</li> <li>Anwendungsbezug des vermittelten Wissens für Studierende durch Schaffung authentischer Lernsituationen, z.B. im Berufsfeld gängige Aufgaben, Arbeitsformen und -methoden in Lehre integrieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung praxisbezogene Beispiele</li> </ul>
Einsatz von Medien: Gestaltung der Lernmaterialien - Mitschrift an Tafel	<ul style="list-style-type: none"> <li>gezielt Medien zur Unterstützung des Lehrvortrags einsetzen</li> <li>Schriftgröße der Raumgröße „anpassen“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>größere Schrift</li> </ul>
Einsatz von Medien Gestaltung der Lernmethoden und -materialien durch Einbindung online-Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medien zur Unterstützung des Lehrvortrags gezielt einsetzen</li> <li>Einbindung online-Aufgaben in Gesamt- ablauf des Studienmoduls</li> <li>Transparente Verdeutlichung der Bedeutung jedes Lernelements/-methode und interaktive Verbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgaben mit Lösungsweg</li> <li>OPAL-Aufgaben im Seminar als Hausaufgaben einbinden</li> </ul>
Einsatz und Auswahl der (studentischen) Tutoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswahl der Tutoren nach fachlichen <b>und</b> methodisch-didaktischen Fähigkeiten</li> <li>Gemeinsame Probetutorien durchführen</li> <li>Gemeinsame Festlegung von Spielregeln zu Beginn des Semesters mit den Tutoren unter Erklärung des didaktischen Konzepts und der Wichtigkeit, dass die Studierenden selbst rechnen sollen.</li> <li>Auf Nachfragen der Studierenden soll nur minimale Hilfestellung geleistet werden, so dass die Studierenden allein weiterarbeiten können.</li> <li>Einrichtung regelmäßiger Treffen, einer Sprechstunde oder eines Forums zum Austausch der Tutoren zu offenen Fragen an den Dozenten oder untereinander</li> <li>Alternativen bieten: jedem Studierenden ein festes Tutorium zuweisen oder den Studierenden die freie Wahl lassen, in welches Tutorium sie gehen wollen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>„Prüfung“ der Studierenden, die das Tutorium durchführen (besonders wichtig: erklären können)</li> <li>Studierende beim Tutorium „testen“: sie kennen den Stoff, können ihn aber nicht für andere so gut verständlich machen</li> </ul>

### 4.3 Erreichte Studienleistungen der Studierenden

Zur Überprüfung, des mit dem Projekt Open Engineering verfolgten Ziels der Verbesserung von Studienleistungen durch eine neue Lehrprozessgestaltung, wurden die Einflüsse des neu gestalteten Ansatzes des Moduls Wirtschaftsmathematik hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf veränderte Leistungsergebnisse der Studierenden untersucht. Basis dafür bilden die erreichten Prüfungsleistungen der Studierenden im Studiengang Wirtschaftsingenieure Matrikel 2017, die ausgehend vom Eingangstest Mathematik über die Gesamtheit von Vorlesung, Seminar/Übung, Prüfungsvorbereitung bis hin zum Tutorium die Veranstaltungsformate nach dem neuen Lernansatz Blended Learning durchlaufen haben (Abbildung 25).

Allerdings können bei einer Stichprobengröße von nur 20 Prüfungsteilnehmern bestenfalls Trends und Tendenzen abgeleitet werden. Eine Verallgemeinerung der Aussagen ist kaum

möglich, da auch Einzelfälle der Studierenden eine ganzheitliche Betrachtung kaum zulassen, z.B. 13/15 Tutorien besucht und trotzdem 5 oder kein Tutorium besucht und trotzdem 2 bzw. 2,3.

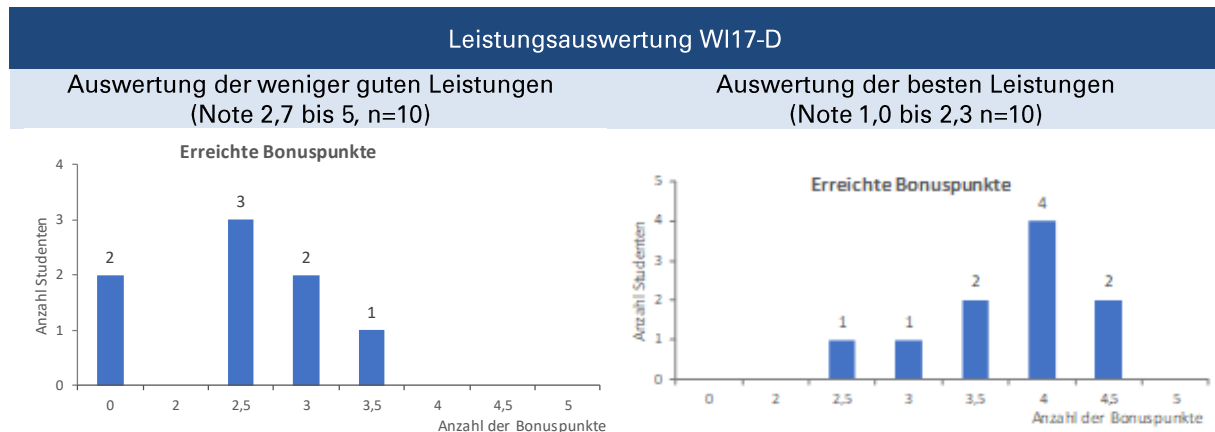


Abbildung 25: Leistungsauswertung der Probanden aus Seminargruppe W17-D

In der Erreichung der Prüfungsnoten zeigen sich in der Betrachtung der Einzelergebnisse der Studierenden wesentlich bessere Ergebnisse bei den Studierenden, die auch in der Bonusklausur bereits höhere Punktzahlen erreichen konnten<sup>7</sup>. Der Leistungsgrad der vorhandenen Kenntnisse der Elementarmathematik, der mit der Bonusklausur nachgewiesen wird, zeigt einen Einfluss und Zusammenhang mit dem besseren Verständnis der neu vermittelten Lerninhalte der Wirtschaftsmathematik (Abbildung 26).

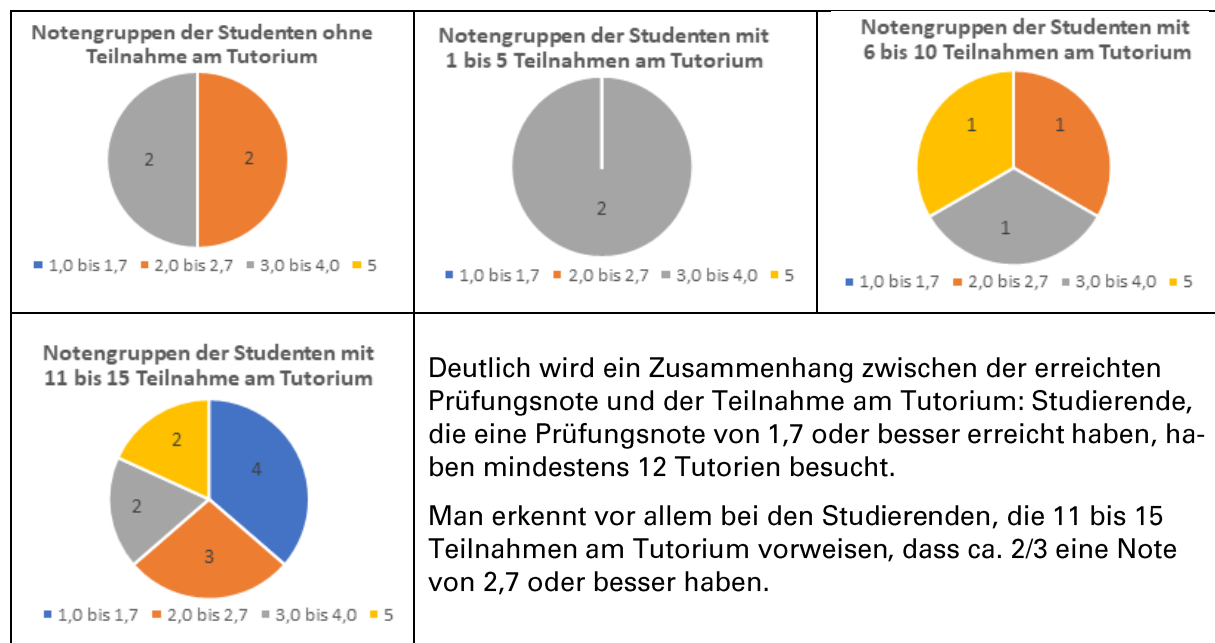


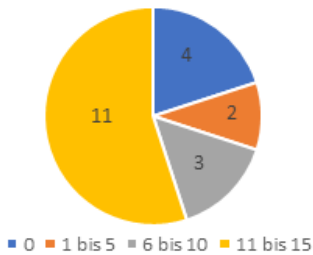
Abbildung 26: Zusammenhang zwischen erreichter Prüfungsnote und Teilnahme am Tutorium

Insgesamt zeigt sich ein Anteil von 16 der 20 Prüfungsteilnehmer (80%), die bereit waren, ihre Studienleistungen im Fach Wirtschaftsmathematik durch den Besuch zusätzlicher Tutorien zu verbessern.

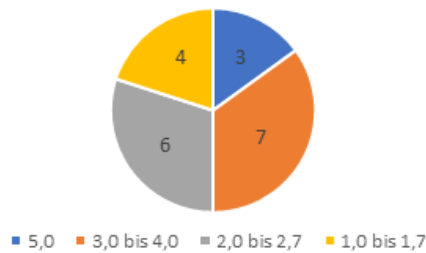
<sup>7</sup> Hinweis: In der Bonusklausur gibt es ab 40% richtige Lösungen Bonuspunkte. Geringere Prozentanteile erreichter Leistungen ergeben keine Bonuspunkte. Für 40% Leistungserreichung erhält der Studierende 2 Bonuspunkte für die Prüfung.



Anzahl der Studenten, die Tutorien besucht haben



Verteilung der erreichten Notengruppen

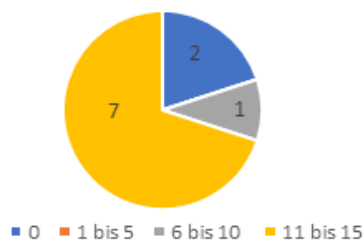


Erkennbar wird bei den beteiligten Studierenden jedoch ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der besuchten Tutorien und der erreichten Prüfungsnote.

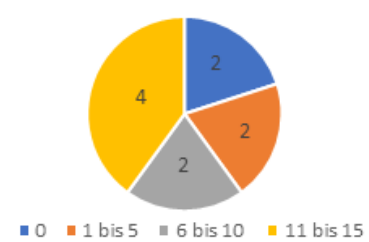
Studierende mit „guten“ Prüfungsnoten haben deutlich mehr Tutorien besucht als Studierende mit „schlechten“ Prüfungsnoten.

Erkennbar ist eine wesentlich verbesserte Leistung im Prüfungsergebnis bei den Studierenden, die mehrfach an den Tutorien zur Prüfungsvorbereitung teilgenommen haben.

Anzahl der besuchten Tutorien Prüfungsnote 1,0 bis 2,3



Anzahl der besuchten Tutorien Prüfungsnote 2,7 bis 5,0



Bei Betrachtung des ganzheitlichen Prozesses der Unterstützungsleistungen in der Wirtschaftsmathematik durch den Eingangstest über die Bonusklausur und die Beteiligung an den Tutorien bis zur Prüfung ist deutlich zu erkennen, dass sich viele Studierende vom Eingangstest zur Prüfung verbessert haben (Tabelle 5).

13 der 20 Teilnehmenden mit Prüfungsabschluss verweisen auf eine deutliche Leistungsverbesserung durch die Teilnahme an allen Elementen des Lernprozesses im Studienmodul (Tabelle 5). Durchschnittlich ist eine Leistungsverbesserung von 40% im Eingangstest zu 75% in der Prüfung zu verzeichnen. In Durchschnittsnoten ausgedrückt entspricht dies einer Verbesserung von 4,0 im Eingangstest über 2,5 in der Bonusklausur auf 2,23 in der Prüfungsklausur.

Tabelle 5: Gesamtdarstellung der Leistungsentwicklung in einzelnen Phasen des Lernprozesses bei Studierenden, die alle Elemente im Lernprozess Wirtschaftsmathematik genutzt haben

Student	%Eingangstest	%Bonusklausur	%Prüfung	Note Prüfung
1.	10	60	80	2
2.	25	50	46,67	3,7
3.	30	90	93,33	1,3
4.	35	70	60	3
5.	37,5	80	86,67	1,7
6.	40	60	53,33	3,3
7.	42,5	50	60	3
8.	42,5	80	100	1
9.	45	70	73,33	2,3
10.	50	70	86,67	1,7
11.	57,5	90	80	2
12.	57,5	80	80	2
13.	52,5	80	80	2
Durchschnitt	40,38	71,54	75,38	2,23

Damit ist der Nachweis erbracht, dass das neue Lernkonzept mit Unterstützung des klassischen Lernprozesses in Mathematik durch Einbindung von E-Learning-Elementen einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung guter und verbesserter Studienleistungen leistet und zur Verringerung von Studienabbrüchen beiträgt.

## 5. Zusammenfassung der Ergebnisse und Ableitung weiterer Arbeiten zur Verwertung der Ergebnisse im Rahmen der Mathematikausbildung für Wirtschaftsingenieure

Das Studienmodul Wirtschaftsmathematik wurde im Rahmen der Projektaktivitäten in Open Engineering nach dem konzipierten Ansatz einer innovativen Lehrprozessgestaltung mittels Blended Learning-Konzept entwickelt und im Pilotstudiengang Bachelor Engineering Industrial Management erprobt. Im Erprobungsprozess wurde aufgrund geringer Teilnehmendenzahlen am Pilotstudiengang eine Erweiterung der Zielgruppe auf Studierende der Wirtschaftsmathematik vorgenommen. Damit wird das Projekt dem Anspruch der Verstetigung der Studienangebote bereits in der Pilotierungsphase gerecht.

Die pilothafte Erprobung im Studiengang und weitere Nutzung für Studiengänge der Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen ist gleichzeitig Bestandteil der Realisierung der Studienplattform Open Engineering, die von der Makrostruktur eines gesamten Studiengangs, über die Studienorganisation bis hin zur Mikrostruktur in Form von Modulen und des Lernens der Studierenden allein und in Gruppen im Lernmanagementsystem abgebildet wird.

Eine positive Bestätigung des Entwicklungsansatzes erfolgte hinsichtlich

- einer guten Unterstützung der Mathematikausbildung durch die Angebote in der Lernplattform OPAL und die enthaltenen Tests zum Selbststudium unter konkreter Vorgabe von Lernzielen,
- einer nachhaltigen Nutzung der erworbenen Kenntnisse und Anwendung des Wissens im weiteren Studium unter Bestätigung, dass die Lernaufgaben zur Festigung des Stoffes gut geeignet waren,
- den bereitgestellten Möglichkeiten zum flexiblen Lernen, vor allem im Selbststudium und in der Prüfungsvorbereitung durch die Online-Selbsttests und Online Prüfungsaufgaben in Einheit mit dem Seminar und der Bonusklausur und
- der Möglichkeit einer individuellen Gestaltung des Lernweges durch die E-Learning/ Blended Learning Angebote bei guter Eignung der bereitgestellten Materialien, Aufgaben und nutzbaren Aktivitäten im Lernsystem für das selbstorganisierte Lernen.

Im Hauptziel des Ansatzes, der Verbesserung der Qualität des Studiums und der Studienleistungen zeigt sich, dass die Arbeit mit den E-Learning/ Blended Learning Angeboten (online Aufgaben, Tests) sich positiv auf den Lernerfolg ausgewirkt hat. Die E-Learning/ Blended Learning Einheiten im Modul stellen eine geeignete Lernform dar, mit gezielten E-Learning/ Blended Learning Angeboten (Folien, Kurzschrift,-online Aufgaben) die Lehrinhalte der Präsenz vertiefen. Unterstützend wirken dabei eine gute Abstimmung von Lehrstoff und Zeitrahmen sowie eine gute Erreichbarkeit der Dozenten/ Ansprechpartner für die Studierenden.

Die Einordnung in einen grundständigen Studiengang zeigt mit der Bewältigung des Lernaufwandes der Studierenden bei Nutzung der Blended Learning Angebote zwischen einer und vier Stunden in der Woche eine gute Basis zur Anwendung des Lernkonzeptes in seinen Elementen auch auf berufsbegleitende Studienangebote.

Mit dem erbrachten Nachweis, dass das neue Lernkonzept mit Unterstützung des klassischen Lernprozesses in Mathematik durch Einbindung von E-Learning-Elementen einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung guter Studienleistungen und damit der Verringerung von Studienabbrüchen beiträgt, wird der Kernansatz des online-Begleitsets für einen Weiterentwicklung im Rahmen des Studieneinstiegs vorgesehen. Die in der Gesamtauswertung in Einzelnennungen bekundeten Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul in der Organisation, beim Inhalt und in der Durchführung werden nach Prüfung der Relevanz für eine Modifizierung des Studienmoduls eingebunden.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik WS2015/16 (Wirtschaftsingenieure) .....	2
Abbildung 2: Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik WS2018 (Pilotgruppe Wirtschaftsingenieure) - nur eingeschriebene Studierende .....	2
Abbildung 3: Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik.....	3
Abbildung 4: Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik unter Einbindung von E-Learning- Ansätzen.....	4
Abbildung 5: Stufenmodell der Umsetzung von Übungsaufgaben Mathematik mittels E- Learning Ansätzen .....	4
Abbildung 6: Bereitstellung der Unterlagen für den B. Eng. Industrial Management .....	6
Abbildung 7: Einbindung des Studienmoduls in Gesamtstruktur des Studienganges .....	7
Abbildung 8: Baustein „Einschreibung“ als Zugang zum Modul Wirtschaftsmathematik .....	7
Abbildung 9: Erläuterung der Lerninhalte und Arbeitsweisen in den einzelnen Veranstaltungsformaten.....	8
Abbildung 10: Verlinkung der Lernmaterialien im Inhaltsverzeichnis des Lernmoduls .....	8
Abbildung 11: Darstellung der zu vermittelnden Wissensinhalte im E-Skript.....	9
Abbildung 12: Bereitstellung von Aufgaben zur selbständigen Lösung durch die Studierenden im Selbststudium.....	9
Abbildung 13: Aufbau des Selbsttestes und ausgewählter Aufgaben zur Differentialrechnung. ....	10
Abbildung 14: Gestaltung des Veranstaltungsformats Prüfungsvorbereitung .....	11
Abbildung 15: Probeklausur auf Zeit in der Wirtschaftsmathematik.....	11
Abbildung 16: Einbindung des begleitenden Tutoriums in der Wirtschaftsmathematik.....	12
Abbildung 17: Gliederung des Tutoriums Mathematik 2016.....	13
Abbildung 18: Seminar- und Übungsunterlagen.....	13
Abbildung 19: Bewertung der Didaktik und Inhalt der Präsenzveranstaltungen.....	15
Abbildung 20: Bewertung der Blended Learning Angebote.....	17
Abbildung 21: Nutzung der Blended Learning Angebote.....	17
Abbildung 22: Gesamteinschätzung des Lernens nach neuem Lernkonzept mit dem Lernmodul .....	18
Abbildung 23: Aussagen der Studierenden, was besonders gut gefallen hat.....	18
Abbildung 24: Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul .....	20
Abbildung 25: Leistungsauswertung der Probanden aus Seminargruppe WI17-D .....	23
Abbildung 26: Zusammenhang zwischen erreichter Prüfungsnote und Teilnahme am Tutorium .....	23

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erfahrungen und Eindrücke der Präsenzveranstaltung in der Vorlesung– Einzelnennungen.....	15
Tabelle 2: Erfahrungen und Eindrücke der Präsenzveranstaltung Seminar und Übung – Einzelnennungen.....	16
Tabelle 3: Einzelaussagen zur Untersetzung der Einschätzung der Blended Learning Angebote	19
Tabelle 4: Hinweise zu Veränderungen im Studienmodul zur Optimierung der Lehrveranstaltung – Aussagen der Studierenden und mögliche Optimierungsansätze.....	21
Tabelle 5: Gesamtdarstellung der Leistungsentwicklung in einzelnen Phasen des Lernprozesses bei Studierenden, die alle Elemente im Lernprozess Wirtschaftsmathematik genutzt haben.....	24

## Literaturverzeichnis

Brennecke, K.: „Neue Lehr-/Lernformen durch den Einsatz von Blended Learning“, Mittweida, Januar 2017

Dolganova, Y.: Erhöhung der Lerneffektivität bei Studienanfängern durch Nutzung von E-Learning Angeboten am Beispiel von Eingangstests zur Elementarmathematik, Masterarbeit, Mittweida, 2018

Israel, D.; Mahler, Y.; Baumgärtel, E.: Auswertung der Befragung von Studierenden in MINT-Studienfächern zur Studieneinstiegsphase an der Hochschule Mittweida (Durchführungszeitraum September/ Oktober 2015)

Israel, D.; Brennecke, K.; Schott, N.: „Neue Lehr-/ Lernformen durch Anreicherung der Präsenzlehre und des Selbststudiums mit E-Learning-Elementen im Studiengang B. Eng. Industrial Management“, Netzwerktreffen „Offene Hochschulen, Weimar, 06.12.2016

Melzer, S.; Fischer, R.: Mathematik-Tutorium als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung, URL: <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering/projektergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>, 13.11.2018

Melzer, S.; Fischer, R.; Römer, L.: Ergebnisse der Erprobung des Mathematik-Tutoriums als Bestandteil der Studieneingangsbegleitung unter <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering-1-foerderphase/endergebnisse/elemente-der-lehrgestaltung.html>, 13.11.2018