

## Ansätze des Blended Learning im Rahmen der Ausbildung im Modul Wirtschaftsmathematik

---

Dipl. Math. Norman Schott

Hochschule Mittweida | Institut für Technologie- und Wissenstransfer

Prof. Dr. rer. nat. Regina Fischer

Hochschule Mittweida | Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

### Abstract

Das Vorhaben Open Engineering der Hochschule Mittweida (HSMW) verfolgt in seiner Entwicklung insbesondere neue Ansätze der Lehrprozessgestaltung für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Weiterbildungsangebote. Im Beitrag wird die Entwicklung eines Blended Learning Konzeptes für das Modul „Wirtschaftsmathematik“ beschrieben. Ausgehend von der Analyse der offensichtlichen Probleme der Studienanfänger in Mathematik und dem bisherigen Ansatz an der Hochschule Mittweida wird aufgezeigt, wie die neu entwickelten Lehr- und Lernmethoden für den Pilot-Bachelorstudiengang „Industrial Management“ mit Hilfe der Lehr- und Lernplattform OPAL umgesetzt werden. Innovativ ist die neu entwickelte Online-Version eines Klausurtrainers für dieses Modul.

### Arbeitsstand Jan-17

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16OH21011 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor/bei der Autorin.



---

## Inhalt

|  |    |
|--|----|
| 1. Wirtschaftsmathematik als Modul von Bachelorstudiengängen an der Hochschule Mittweida.....                | 1  |
| 2. Bisheriger Ansatz im Modul Wirtschaftsmathematik an der Hochschule Mittweida                              | 3  |
| 3. Neuer Ansatz für das Modul Wirtschaftsmathematik im Pilotstudien-gang Bachelor Industrial Management..... | 4  |
| 4. E-Learning unterstützende Umsetzung.....  | 7  |
| 5. Ausblick und weitere Arbeiten.....  | 9  |
| 6. Anhang.....   | 10 |
| 6.1 Statistische Daten der Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik.....                               | 10 |
| 6.2 Auflistung der ONYX-Aufgabentypen.....   | 10 |
| 6.3 Literatur.....   | 11 |

### 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 Modul von Bachelorstudiengängen an der Hochschule Mittweida

Das Modul Wirtschaftsmathematik ist in diversen ingenieurwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Studiengängen der Hochschule Mittweida im Rahmen des Grundstudiums verankert. Hierbei handelt es z.B. sich um die Studiengänge „Immobilien- und Facilities Management“, „Wirtschaftsingenieurwesen (Diplom)“, „Betriebswirtschaft“ und den Pilotstudiengang Bachelor „Industrial Management“.

Lehrinhalte 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

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.

Abbrüche des Studiums in MINT-Studiengängen sind unter anderem im Fachgebiet Mathematik begründet. Dies stellte neben vielen anderen Hochschulen auch die TU Clausthal im Rahmen ihres Projektes „Techniker2Bachelor“ fest:

„Bei den Probanden haben sich größere Defizite im Bereich der Mathematik herausgestellt, denen durch Tutorien im Rahmen des Projektes begegnet wird“. <sup>1</sup> (Kasüschke, L.; Friedland, J. (2015))

Auch die Hochschule Mittweida kann diese Feststellung bestätigen. So zeigten statistische Auswertungen (konkrete Daten siehe Anhang 6.1) im Wintersemester 2015/16 für alle Studiengänge mit dem Modul Wirtschaftsmathematik, dass sich schon mehr als ein Drittel der Studierenden nicht für die Prüfungsklausur anmeldete.

(Abbildung 1).

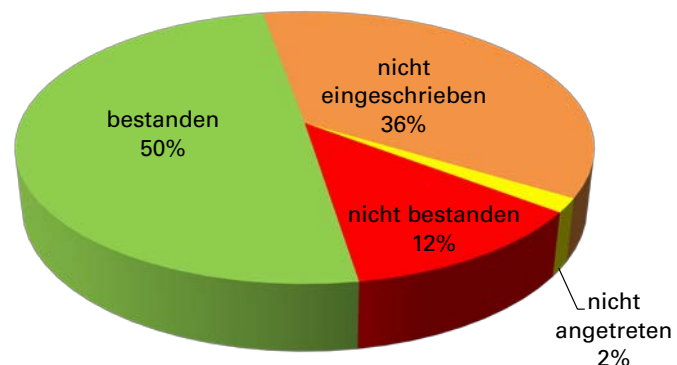
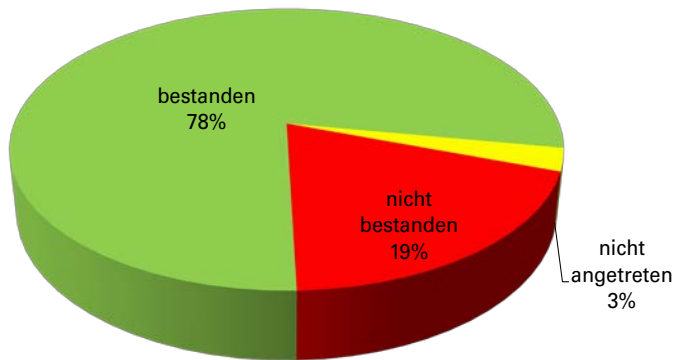


Abbildung 1: Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik WS2015/16 (alle Studierende)

Dies kann verschiedene Ursachen haben. Viele Studierende fühlen sich noch nicht bereit für die Prüfung und schreiben sich deshalb nicht ein. Einige haben den Studiengang gewechselt oder schon das Studium abgebrochen. Etwa jeder zehnte Studierende besteht die Prüfung nicht.

Am Ende des 1. Semesters hatten somit von 181 Studienanfängern nur 90 und damit die knappe Hälfte das Modul Wirtschaftsmathematik erfolgreich abgeschlossen.

<sup>1</sup> Kasüschke, L.; Friedland, J. (2015): TU Clausthal, „Erfahrungen aus einem Jahr Techniker2Bachelor“, URL: [http://www.imw.tu-clausthal.de/fileadmin/Forschung/InstMitt/2015/Erfahrungen\\_aus\\_einem\\_Jahr\\_Techniker2Bachelor\\_-\\_Offene\\_Hochschule.pdf](http://www.imw.tu-clausthal.de/fileadmin/Forschung/InstMitt/2015/Erfahrungen_aus_einem_Jahr_Techniker2Bachelor_-_Offene_Hochschule.pdf) [30.11.2016]



In Abbildung 2 ist zu erkennen, dass von den für die Prüfungsklausur eingeschriebenen Studierenden etwa vier von fünf diese Klausur bestehen. Somit liegt die Vermutung nahe, dass nicht die Schwierigkeit der Prüfung die geringen Einschreibungszahlen verursacht, sondern mangelnde Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten hinsichtlich der mathematischen Grundlagen.

Abbildung 2: Prüfungsklausur Wirtschaftsmathematik WS2015/16 (in die Prüfung eingeschriebene Studierende)

Um diesem Problem zu entgegnen, ist es notwendig, viel Übungsmaterial bereitzustellen. Auch sind neue Lehr- und Lernformen, in denen nicht nur reine Aufgabensammlungen angeboten werden, notwendig.

Während an der TU Clausthal den mangelnden Kenntnissen mit Tutorien entgegnet wird, entsteht an der ostbayerischen technischen Hochschule Regensburg derzeit mit „BeVorStudium“ im Projekt OTHmind ein innovatives Bildungskonzept in Form einer berufsbegleitenden Vorbereitung und einem Vorstudium speziell für beruflich qualifizierte. „BeVorStudium“ umfasst mathematische Module im Bereich Vorbereitung und Vorstudium sowie Module zu Methodenkompetenz und Information. Dabei können die Teilnehmenden das Niveau ihres Einstiegs, unterstützt durch ein Online-Self-Assessment, individuell wählen. Ziel der mathematischen Vorbereitung ist, zum Niveau des Mathematikabiturs (FOS/BOS) aufzuschließen.<sup>2</sup> (vgl. OTH Amberg-Weiden und OTH Regensburg(2016)). An der Hochschule Mittweida wird ein ähnliches Konzept durch den ACCESS-Vorbereitungskurs für Berufstätige ohne Hochschulzugangsprüfung angeboten.

Da der dreiwöchige Vorkurs unmittelbar vor Studienbeginn nur geringfügig die vorhandenen Wissenslücken schließt, werden seit 5 Jahren studienbegleitend Tutorien angeboten. Diese werden seit Wintersemester 2016/17 auf Basis eines neu entwickelten E-Learning-Konzeptes realisiert<sup>3</sup> (siehe Artikel Melzer, S.; Fischer, Prof. R. (2017)), welches durch die gesamtsächsische Lehr-/Lernplattform OPAL unterstützt wird.

Die Umsetzung des Moduls „Wirtschaftsmathematik“ an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden erfolgt auch auf dieser gesamtsächsischen Lehr-/Lernplattform mit der Bereitstellung der Übungsaufgaben, Vorlesungsfolien und Prüfungsschwerpunkten. An der Technischen Universität Chemnitz werden Übungsaufgaben mit Lernhilfen zu den verschiedenen Gebieten und eine Prüfungsklausur angeboten. Der Entwicklungsstand analoger Angebote an der Hochschule Mittweida wird im Folgenden dargestellt.

<sup>2</sup> OTH Amberg-Weiden und OTH Regensburg, Newsletter September 2016, URL: [https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/weiterbildung/OTH\\_mind/OTH\\_mind\\_Newsletter\\_September\\_2016.pdf](https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/weiterbildung/OTH_mind/OTH_mind_Newsletter_September_2016.pdf) [07.12.2016]

<sup>3</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> [20.03.2017]

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

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. Dem Problem der mangelnden mathematischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden wird derzeit neben den Tutorien zur Festigung der mathematischen Grundlagen auch mit gezielter Prüfungsvorbereitung begegnet. Das Tutorium wird für die Studierenden fakultativ angeboten. Zunächst bereitet das Tutorium die Studierenden auf eine Bonusklausur vor. Danach werden die Studierenden bei der gezielten Prüfungsvorbereitung unterstützt. Mit erfolgreichem Abschluss der Bonusklausur können bis zu 5 Bonuspunkte für die Prüfung am Ende des Semesters erlangt werden.

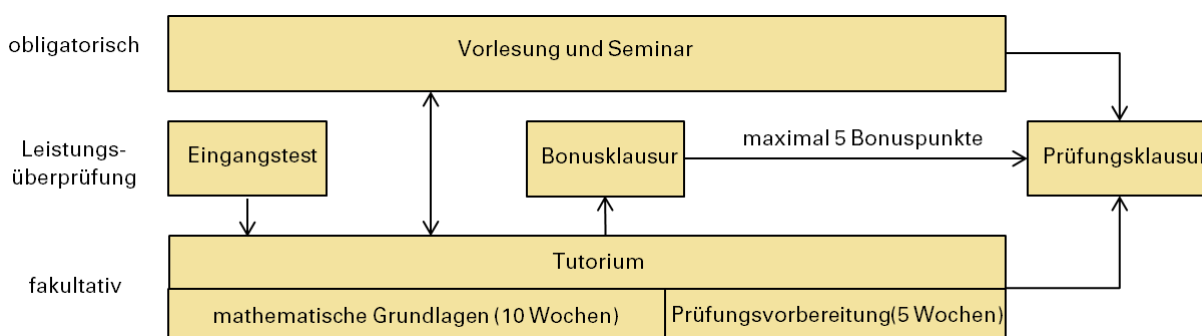


Abbildung 3: Aufbau des Moduls Wirtschaftsmathematik

Im derzeitigen Lernkonzept an der Hochschule Mittweida werden die Materialien zu diesem Modul im Intranet auf einem separaten Laufwerk bereitgestellt. Dabei finden die Studierenden eine Einführung mit Inhalt und Literatur der Vorlesung in einzelnen Dokumenten. Außerdem 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 bislang drei Probeklausuren als PDF zur Verfügung. Diese waren nur mit Endergebnissen versehen und konnten im Intranet heruntergeladen werden. Im Wintersemester 2015/16 wurde für das Modul Wirtschaftsmathematik bereits ein Klausurtrainer, der in Form eines Skriptes vorliegt, entwickelt und im WS 2016/17 erstmalig eingesetzt. Dieser Klausurtrainer lässt sich wie folgt beschreiben:

„Als Grundlage für diese Aufgabensammlung wurden Prüfungsklausuren verwendet, die in den letzten ca. 10 Jahren an der Hochschule Mittweida nach einer einsemestrigen Ausbildung das Modul Wirtschaftsmathematik abschlossen. Das fachlich Wertvolle dabei ist, dass die praxisnahen Aufgabenstellungen für diese Prüfungen eigenständig erstellt wurden und in dieser Vielfalt in der Literatur zu diesem Lehrgebiet nicht zu finden sind.“

Jedem der fünf Teilgebiete des Moduls Wirtschaftsmathematik ist ein eigenes Kapitel gewidmet, in dem jeweils zunächst die mathematischen Schwerpunkte benannt werden mit Verweis auf die drei folgenden Beispielaufgaben mit Musterlösungen, in denen man sie benötigt. Die Musterlösungen zeigen den Studierenden zum einen, wie

die mathematische Theorie zur Lösung der Aufgaben eingesetzt wird und zum anderen, wie ein nachvollziehbarer Rechenweg darzulegen ist. Es folgen dann 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.“<sup>4</sup> (siehe Fischer, Prof. R.)

### 3. Neuer Ansatz für das Modul Wirtschaftsmathematik im Pilotstudien-gang Bachelor Industrial Management

Zur effektiveren Bereitstellung der Lernmaterialien durch die Nutzung digitaler Medien und zur Unterstützung des Selbststudiums durch Selbsttests mit sofortiger Ergebnisauswertung ist ein neuer Aufbau des Unterstützungsangebotes für das Modul „Wirtschaftsmathematik“ notwendig.

Hierfür wurde für dieses Modul zu Beginn des Wintersemesters 2016/17 in der Lehr-/Lernplattform OPAL ein Kurs erstellt. In diesem stehen den Studierenden Materialien zur Unterstützung der Präsenzlehre und des Selbststudiums zur Verfügung (Abbildung 4).

Im Kursbaustein „Vorlesung“ finden die Studierenden neben einer Einführung in die Vorlesung ein Inhaltsverzeichnis, welches durch verschiedene Verlinkungen zusätzliche Unterlagen zur Vorlesung bietet. Der Vorteil gegenüber der bisherigen Variante ist, dass die Studierenden sofort durch einen Klick auf den jeweiligen Abschnitt zu den dazu gehörenden Materialien gelangen. Die Folien sind damit eindeutig dem jeweiligen Thema zugeordnet. Diese Unterlagen sind ebenfalls im Baustein „Folien“ zum Downloaden abgelegt. Zusätzlich gibt es ein Kurzsript der Vorlesung, welches den Studierenden auch als E-Book zur Verfügung steht.

Unter dem Kursbaustein „Seminar/Übung“ finden die Studierenden die Aufgaben, die in Vorbereitung der Seminare gelöst werden sollen.

Der Kursbaustein „Selbststudium“ beinhaltet neben einem Link zum Tutorium, welches einen eigenen Kurs in der Lehr-/Lernplattform OPAL besitzt, auch Selbsttests zu den 5 Vorlesungsthemen (Abbildung 5). Hier können die Studierenden ihr Wissen überprüfen und ständig testen. Da nach Abgabe der Lösung die sofortige Bewertung erfolgt, bemerken sie frühzeitig Fehler und Wissenslücken, welche dann im Seminar oder im Tutorium geschlossen werden können.

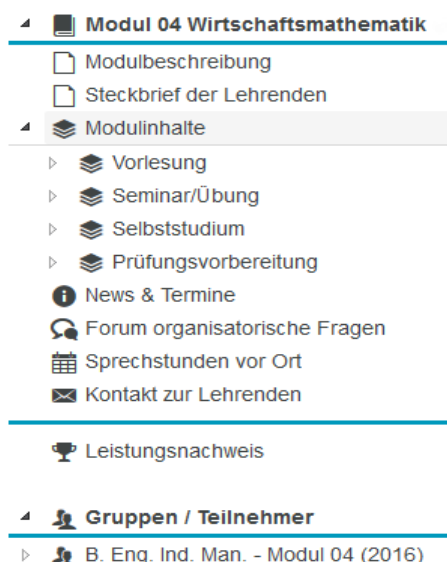


Abbildung 4: Kurs Wirtschaftsmathematik

<sup>4</sup> Fischer, Prof. R.: Abschlussbericht E-Learning unterstützendes Angebot für das Modul Wirtschaftsmathematik (unveröffentlicht)

- Modulbeschreibung
  - Steckbrief der Lehrenden
- Vorlesung
  - Seminar/Übung
  - Tutorium Mathematik für IM
    - Literaturliste
    - Weiterführende Links
    - Diskussionsforum
    - 1. Lineare Algebra
      - 2. Differentialrechnung
      - 3. Differentialrechnung
      - 4. Integralrechnung
      - 5. Finanzmathematik
    - Prüfungsvorbereitung
    - News & Termine
    - Forum organisatorische Fragen
    - Sprechstunden vor Ort
    - Kontakt zur Lehrenden
- Leistungsnachweis
- B. Eng. Ind. Man. - Modul 04 (2016)

▼ Selbsttests

Liebe Studierende,  
mit diesen Selbsttests können Sie prüfen, ob Sie Ihr erworbenes Wissen selbstständig zur Lösung von Aufgaben anwenden können. Dabei kommt es nicht nur auf die Ermittlung des richtigen Ergebnisses an, sondern auch auf die Darlegung eines nachvollziehbaren Lösungsweges.  
Ein Teil der Aufgaben aus diesem Test stammt aus dem "Übungs- und Arbeitsbuch" von Bosch. In diesem Buch sind zu jedem Thema typische Beispiele mit Musterlösungen angegeben und die dabei benutzten theoretischen Grundlagen anschaulich zusammengestellt. Am Ende des Buches sind auch ausführliche Lösungen für die Übungsaufgaben zu finden. Nutzen Sie dieses Buch und die anderen in der Literaturliste empfohlenen Bücher, falls Sie Probleme bei der Lösung der Testaufgaben haben sollten.

**1. Lineare Algebra**

- 1.1 Lineare Algebra. Matrizenrechnung >
- 1.2 Lineare Algebra. Lineare Gleichungssysteme >
- 1.3 Lineare Algebra. Komplexaufgaben >

**2. Differentialrechnung für Funktionen einer Variablen**

- 2.1 Ableitungen. Grenzfunktionen >
- 2.2 Grenzwertberechnung. Kurvendiskussion >
- 2.3 Elastizitäten, Extremwerte >

**3. Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Variablen**

- 3.1 Partielle Ableitungen >
- 3.2 Totales Differential. Partielle Elastizitäten >
- 3.3 Extremwerte ohne und mit Nebenbedingungen >

**4. Integralrechnung**

- 4.1 Intergralrechnung. Unbestimmte und bestimmte Integrale >
- 4.2 Intergralrechnung. Anwendung der Integralrechnung >

**5. Finanzmathematik**

- 5.1 Finanzmathematik. Zins- und Zinseszinsrechnung >
- 5.2 Finanzmathematik. Renten- und Tilgungsrechnung >
- 5.3 Finanzmathematik. Komplexaufgaben >

Abbildung 5: Selbsttests im Modul Wirtschaftsmathematik

Zur Vorbereitung auf die Prüfung im Modul „Wirtschaftsmathematik“ gibt es den Kursbaustein „Prüfungsvorbereitung“. Dieser enthält die Online-Umsetzung des Klausurtrainers. Wie beim Klausurtrainer gibt es zu jedem der 5 Hauptgebiete der Vorlesung „Finanzmathematik“, „Lineare Algebra“, „Differentialrechnung für Funktionen einer Variablen“, „Differentialrechnung für Funktionen mit zwei Variablen“ und „Integralrechnung“ 3 Beispielaufgaben, welche einzeln vorgerechnet werden (Abbildung 6).

4 **Modul 04 Wirtschaftsmathematik**

- Modulbeschreibung
- Steckbrief der Lehrenden
- 4 **Modulinhalte**
  - Vorlesung
  - Seminar/Übung
  - Selbststudium
  - 4 **Prüfungsvorbereitung**
    - Finanzmathematik
    - Lineare Algebra
    - Differentialrechnung
    - 4 **Differentialrechnung**
      - 4 **Beispiele**
        - B4.1
        - B4.2
        - B4.3
        - Test
      - Integralrechnung
      - Testklausuren
      - Download
      - Diskussionsforum
    - News & Termine
    - Forum organisatorische Fragen
    - Sprechstunden vor Ort
    - Kontakt zur Lehrenden

---

- 4 **Gruppen / Teilnehmer**
- B. Eng. Ind. Man. - Modul 04 (2016)

▸ B4.2

Der Materialverbrauch bei der Herstellung zylindrischer Dosen in Abhängigkeit vom Durchmesser  $D$  und der Höhe  $H$  ist

$$M = f(D, H) = \frac{\pi \cdot D^2}{2} + \pi \cdot D \cdot H.$$

a) Geben Sie die beiden partiellen Ableitungen 1. Ordnung der Funktion  $f(D, H)$  an!

b) Berechnen Sie mit Hilfe des totalen Differentials wie sich der Materialverbrauch ungefähr ändert, wenn aufgrund eines Produktionsfehlers anstelle von  $H = 12$  cm eine um 0,3 cm geringere Höhe und anstelle eines Durchmessers von 12 cm dieser mit 12,4 cm realisiert wird. (**Antwortsatz!**)

c) Wie groß wäre der Materialverbrauch bei korrekter Herstellung?

**Lösung:**

a) partiellen Ableitungen 1. Ordnung der Funktion  $f(D, H)$ :

$$M_D = f_D(D, H) = \frac{\pi}{2} \cdot 2D + \pi \cdot H = \pi \cdot D + \pi \cdot H = \pi \cdot (D + H)$$

$$M_H = f_H(D, H) = \pi \cdot D$$

b) totales Differential:

$$H = 12 \text{ cm}, \Delta H = -0,3 \text{ cm}, D = 12 \text{ cm}, \Delta D = 12,4 - 12 = 0,4 \text{ cm}$$

$$\Delta M \approx dM = M_D \cdot \Delta D + M_H \cdot \Delta H$$

$$= (D + H) \pi \cdot 0,4 + D \pi \cdot (-0,3)$$

$$= (12 + 12) \pi \cdot 0,4 + 12 \pi \cdot (-0,3)$$

$$= 9,6 \pi - 3,6 \pi = 6 \pi \approx \mathbf{18,85 \text{ cm}^2}$$

Durch die aufgrund des Produktionsfehlers entstehenden Änderungen werden ungefähr  $18,85 \text{ cm}^2$  mehr an Material verbraucht.

c) Materialverbrauch bei korrekter Herstellung:

$$H = 12 \text{ cm} \quad D = 12 \text{ cm}$$

$$M = \frac{\pi \cdot D^2}{2} + \pi \cdot D \cdot H = \frac{\pi \cdot 12^2}{2} + \pi \cdot 12 \cdot 12$$

$$= 72 \pi + 144 \pi = 216 \pi \approx \mathbf{678,58 \text{ cm}^2}$$

Abbildung 6: Beispielaufgabe aus der Prüfungsvorbereitung

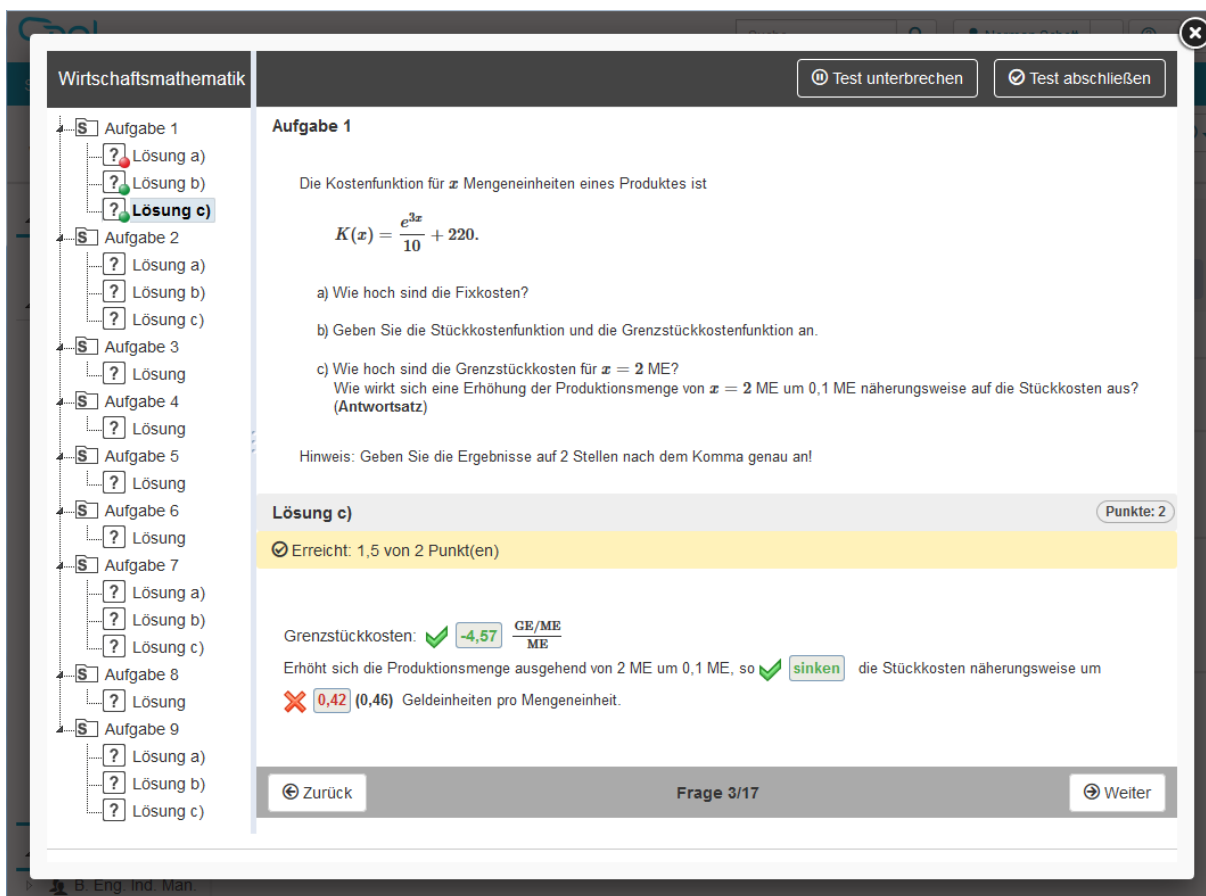
Anschließend können die Studierenden zu jedem Thema Tests bearbeiten. Hier lösen sie selbstständig Aufgaben und erhalten sofort nach der Abgabe ihrer Lösung ein Feedback (Abbildung 7). Dieses gibt die erreichte Punktzahl an und ob die Aufgabe richtig gelöst wurde. Bei einer fehlerhaften Lösung wird in Klammern das richtige Ergebnis angezeigt.

Ein weiterer Vorteil gegenüber einer klassischen Aufgabensammlung ist die Formulierung von Antwortsätzen als Lückentext, in denen die Lösungswerte und Begriffe vom Studierenden einzusetzen sind. Diese Vervollständigung fördert eine aktive Auseinandersetzung mit den Antwortsätzen und dadurch ein besseres Erlernen dieser.

Neben diesen fünf separaten Gebieten gibt es einen Kursbaustein „Testklausuren“. Hier finden die Studierenden die drei Klausuren aus dem Klausurtrainer als Online-Test. Im Unterschied zum Klausurtrainer, gibt der Online-Test die maximal verfügbare Zeit sofort vor und der Studierenden kann jederzeit sehen, wieviel Zeit er für die Bearbeitung der Klausur noch besitzt. Damit findet eine realitätsnahe Prüfungssituation statt. Weiterhin erhalten die Studierenden sofort nach Abschluss des Tests eine Auswertung mit einer Note als Feedback. Somit erkennen sie, ob ihr Wissen für ein Beste-



hen der Prüfung genügt und wo noch geübt werden muss. Dies kann dann zum Beispiel mit den Tests zu den jeweiligen Gebieten stattfinden.



**Wirtschaftsmathematik** Test unterbrechen Test abschließen

**Aufgabe 1**

Die Kostenfunktion für  $x$  Mengeneinheiten eines Produktes ist

$$K(x) = \frac{e^{3x}}{10} + 220.$$

a) Wie hoch sind die Fixkosten?

b) Geben Sie die Stückkostenfunktion und die Grenzstückkostenfunktion an.

c) Wie hoch sind die Grenzstückkosten für  $x = 2$  ME?  
Wie wirkt sich eine Erhöhung der Produktionsmenge von  $x = 2$  ME um 0,1 ME näherungsweise auf die Stückkosten aus? (Antwortsatz)

Hinweis: Geben Sie die Ergebnisse auf 2 Stellen nach dem Komma genau an!

**Lösung c)** Punkte: 2

Erreicht: 1,5 von 2 Punkt(en)

Grenzstückkosten: ✓   $\frac{\text{GE/ME}}{\text{ME}}$

Erhöht sich die Produktionsmenge ausgehend von 2 ME um 0,1 ME, so ✓  die Stückkosten näherungsweise um

✗  (0,46) Geldeinheiten pro Mengeneinheit.

Zurück Frage 3/17 Weiter

Abbildung 7: Beispiel eines Tests

Diese Online-Realisierung rechtfertigt den Namen Klausurtrainer, denn die Studierenden können damit realitätsnah für die Prüfungsklausur trainieren. Es wird vermutet, dass die Nutzung dieser E-Learning-gestützten Prüfungsvorbereitung eine deutliche Leistungsverbesserung der Studierenden und weniger Fehlleistungen in der Prüfung bewirkt. Eine vorgesehene Evaluierung soll dies überprüfen.

#### 4. E-Learning unterstützende Umsetzung

In OPAL können verschiedene Einstellungen für Tests vorgenommen werden. Zunächst hat der Autor die Wahl zwischen einem „Selbsttest“ und einem „Test“. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass bei einem Selbsttest nur der Studierende, der den Test gelöst hat, Einblick in seine Ergebnisse hat. In einem Test kann der Dozent auch die Teilnehmerergebnisse einsehen. Dies hat den Vorteil, dass der Dozent mögliche Defizite früh erkennen und den Tutoren bzw. Seminarleitern mitteilen kann. Im Modul Wirtschaftsmathematik wurde sowohl bei dem Baustein „Selbsttests“ als auch bei „Prüfungsvorbereitung“ die Funktion des „Test“ gewählt.

Eine Konfigurationsmöglichkeit für Tests ist die Limitierung der Anzahl der Lösungsversuche (Anzahl der möglichen Testaufrufe durch einen Nutzer). Dies ist vor allem bei Einmaltests sinnvoll, wodurch ein Tutor einen guten Überblick über das Wissen der Studierenden erhalten kann. Da im Modul „Wirtschaftsmathematik“ der Fokus vor allem auf dem Üben steht, wurde die Anzahl der Lösungsversuche nicht limitiert. Die Studierenden können demnach beliebig oft einen Test wiederholen.

Eine weitere Konfigurationsmöglichkeit ist „Aufgaben-Auswertung anzeigen“. Hierbei hat man die Auswahl nur die erreichten Punkte anzeigen zu lassen oder die erreichten Punkte und Richtig/Falsch oder die erreichten Punkte, Richtig/Falsch und die Lösung. Bei den Tests der „Wirtschaftsmathematik“ wurde die letzte Möglichkeit gewählt, da die Studierenden somit die Lösung überprüfen und nochmal nachrechnen können.

In den Selbsttests und den Tests zu den jeweiligen Gebieten wurde das Unterbrechen erlaubt. Damit können die Studierenden bei auftretenden Fragen nochmal in den Kurs zurückgehen, sich mit der Theorie und den Beispielaufgaben beschäftigen oder im Diskussionsforum ihre Fragen klären. Diese Möglichkeit wurde bei den Klausuren nicht gewählt, da ein Unterbrechen bei richtigen Klausuren auch nicht möglich ist.

In den Tests selbst, kann man die Anzahl der Lösungsversuche pro Aufgabe begrenzen. Eine Anzahl größer als eins ist nur bei Berechnungsaufgaben (Anhang 6.2) sinnvoll. Da diese erst in weiteren Arbeiten benutzt werden (Abschnitt 5), wurde derzeit die Anzahl auf eins begrenzt.

Zusätzlich kann auch ein Zeitlimit festgelegt werden. Bei den Tests und Selbsttests wurde kein Zeitlimit festgelegt, da sich die Studierenden in Ruhe auf die Aufgaben konzentrieren sollen. Bei den Klausuren wurde ein Zeitlimit festgelegt, damit die Studierenden ein Gefühl für die zur Verfügung stehende Prüfungszeit bekommen.

Für Tests und Selbsttests gibt es verschiedene Aufgabentypen im Testeditor ONYX (Anhang 6.2). Eine Auflistung mit Beschreibung der Aufgabentypen ist dem Anhang zu entnehmen. Im Modul Wirtschaftsmathematik werden die Aufgabentypen entsprechend der Tabelle 1 angewendet und im Folgenden genauer erläutert.

Tabelle 1: Zuordnung Abfrage- und Aufgabentyp

| Abfragetyp                  | Aufgabentyp                         |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Ergebnisse mit Zahlenwerten | Numerische Eingabe                  |
| Formelabfragen              | Auswahlaufgabe, Mehrfache Zuordnung |
| Antwortsatz                 | Lückentext                          |

In Mathematik erfolgt häufig die Angabe der Lösungen mit Zahlenwert, welche dem Aufgabentyp „numerische Eingabe“ entspricht. Die Studierenden dürfen hier keine Buchstaben oder Sonderzeichen eingeben, da das System sofort einen Fehler meldet. Etwaige falsche Eingaben (mit Buchstaben oder Formeln statt Zahlen) werden somit verhindert. Oft erfordern Mathematikaufgaben die Angabe der Lösung durch Formeln (Terme mit Zahlen, Variablen und Operationszeichen). Diese wurden mit der „Auswahlaufgabe“ (bekannt als Multiple Choice-Aufgaben) oder „Mehrfache Zuordnung“ realisiert. Hier werden zu der richtigen Lösung Alternativen angeboten. Jede Alternative beruht auf einem typischen Fehler, welcher vorher vom Dozenten oder Mitarbeiter herausgearbeitet wurde. Der Aufgabentyp „Formelvergleich“ wurde nicht verwendet, da dieser von den Studierenden ein Wissen der Syntax des Computeralgebrasystems Maxima voraussetzt und ihnen ein zusätzliches Erlernen dieser nicht abverlangt werden sollte. Für die Antwortsätze wird der Aufgabentyp „Lückentext“ benötigt. Hier wird ein Satz vorgegeben und der Studierende muss in die Lücken passende Worte einfügen. Teilweise werden als Hilfestellung mehrere Worte vorgegeben.

## 5. Ausblick und weitere Arbeiten

Derzeit finden weitere Entwicklungen der Tests statt, die den Effekt des E-Learnings weiter erhöhen werden:

- Die Aufgaben werden mit Variablen versehen und die Lösung anhand von Berechnungsformeln ermittelt. Der Test-Nutzer sieht lediglich die aktuellen Werte dieser Variablen und muss anhand derer das richtige Ergebnis ausrechnen. Dies hat den Vorteil, dass zu einer Aufgabenstellung mehrere Ausführungsmöglichkeiten existieren. Sollten Studierende eine Aufgabe mehrmals lösen, so erscheinen stets andere Anfangswerte. Die Studierenden können sich somit nicht einfach nur das Ergebnis merken und dann einsetzen, sondern müssen erneut nachrechnen. Dies erfordert in ONYX den Aufgabentyp „Berechnungsaufgabe“.
- Weiterhin wird daran gearbeitet, so viele Folgefehler zu berücksichtigen wie möglich. Sollte ein Studierender am Anfang ein falsches Ergebnis eingeben, welches später benutzt wird, so erkennt das System dies automatisch und überprüft nun das Folgeergebnis mit dem zuerst falsch berechneten Wert. Dies hat den Vorteil, dass die Studierenden ihre Fehler schneller finden können und auch wissen, ob die Folgerechnungen richtig durchgeführt wurden. Hierfür wird in ONYX der Aufgabentyp „Formelvergleich“ verwendet.
- Außerdem könnte ein Pool von Anwendungsaufgaben erstellt werden. Mit diesen Aufgaben könnte man in dem Baustein „Test“ jährlich neue Zusammenstellungen an Tests anbieten. Dabei erhält der Studierende bei Neuaufrufen des Tests stets eine andere Auswahl von Aufgaben. Dies führt zu einer großen Vielfalt von Tests und die Studierenden bekommen immer neue Herausforderungen.
- Weiterhin besteht noch die Idee, dass bei den Selbsttests bei falscher Lösung einer Aufgabe nicht sofort die richtige Lösung angezeigt wird, sondern es einen Lösungshinweis gibt. Dann wird das nochmalige Lösen der Aufgaben erlaubt, damit der Studierende den Lösungshinweis direkt anwenden kann. Dies würde eine höhere Qualität im Sinne des E-Learnings darstellen. Die Umsetzung erfordert jedoch umfassende und tiefgründige Fachkenntnisse des Programmierers und wäre mit großem zeitlichem Aufwand verbunden.

Eine weitere Entwicklung findet in der Darstellung der Beispielaufgaben statt:

- Die Lösungen der Beispielaufgaben werden nicht sofort vollständig angezeigt, sondern erst durch Anklicken des jeweiligen Aufgabenteils aufgeklappt. Somit hat der Studierende die Möglichkeit, erst selbst über die Lösung nachzudenken und dann nachzulesen und zu vergleichen.
- Nach dem gleichen Prinzip soll noch eine komplette Klausur mit Musterlösung online zur Verfügung gestellt werden, damit die Studierenden sehen, wie die Lösungen der Aufgaben darzulegen sind, um der Forderung nach einem nachvollziehbaren Rechenweg gerecht zu werden.

## 6. Anhang

### 6.1 Statistische Daten der Prüfungsklausur im Modul Wirtschaftsmathematik

Tabelle 2: Statistische Daten der Prüfungsklausur zum Modul Wirtschaftsmathematik im WS 2015/16

|                                       | im Studiengang eingetragen | Klausur              |                  |                 |           |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|-----------------|-----------|
|                                       |                            | nicht eingeschrieben | nicht angetreten | nicht bestanden | bestanden |
| Immobilien- und Facilities Management | 50                         | 25                   | 1                | 5               | 19        |
| Wirtschaftsingenieurwesen             | 49                         | 14                   | 1                | 4               | 30        |
| Betriebswirtschaft                    | 82                         | 27                   | 1                | 13              | 41        |
| Insgesamt                             | 181                        | 66                   | 3                | 22              | 90        |

### 6.2 Auflistung der ONYX-Aufgabentypen

Tabelle 3: BPS Bildungsportal Sachsen GmbH (2016): Benutzerhandbuch ONYX Testsuite, URL: <https://www.bps-system.de/help/display/ONYX/ONYX+Editor> [29.11.2016]

| Aufgabentyp                     | Beschreibung   |
|---------------------------------|--|
| Auswahlaufgabe                  | Der Aufgabentyp "Auswahlaufgabe" ermöglicht die Erstellung einer einfachen Auswahl (Single Choice) oder einer mehrfachen Auswahl (Multiple Choice). Dem Lernenden können beliebig viele Antwortmöglichkeiten zur Aufgabenstellung vorgegeben werden. Der Lernende markiert während der Testdurchführung die richtigen Antworten. Es können genau eine Antwort (einfache Auswahl) oder mehrere Antworten (mehrfache Auswahl) durch den Lernenden markiert werden.   |
| Lückentextaufgabe               | Mit dem Aufgabentyp Lückentext kann der Lehrende einen Text zusammenstellen, indem sich beliebig viele Lücken befinden. Der Lernende muss die korrekten Antworten in die vorhandenen Lücken eintragen. In einem Lückentext wird für jede Lücke genau eine Lösung definiert. Zusätzlich können alternative Lösungen und Fehlertoleranzen definiert werden.  |
| Mehrfache Zuordnung (Matrix)    | In einer Zuordnungsaufgabe in Form einer Matrix erfasst der Lehrende zusammengehörige Elemente, wobei ein Element in einer Zeile einem entsprechenden Element in einer Spalte zugeordnet und vom Lernenden im Test markiert werden muss. Es kann zwischen einfacher und mehrfacher Auswahl gewählt werden.   |
| Numerische Eingabe (Lückentext) | Die numerische Aufgabe ist eine spezielle Lückentextaufgabe für numerische Eingaben. Als Lösung wird eine Zahl vom Lernenden erwartet. Der Lehrende kann absolute und relative Toleranzen festlegen und so einen Lösungsbereich definieren.  |
| Berechnungsaufgabe (Lückentext) | Die <b>Berechnungsaufgabe</b> ist eine Lückentextaufgabe speziell für numerische Eingaben mit Parametern. Die Lösung wird mit Hilfe einer Berechnungsvorlage auf Basis der in der Aufgabenstellung genutzten Variablen ermittelt. Eine <b>Berechnungsaufgabe</b> dient somit als Aufgabenvorlage und ermöglicht unbegrenzt viele, unterschiedliche Test- und Prüfungsdurchläufe. Jeder Teilnehmende erhält individuelle Prüfungsaufgaben und Übungsinhalte werden für jeden Versuch neu generiert. Als Lösung wird die Eingabe einer Zahl vom Lernenden erwartet. Wie auch für den |

|                              |  |
|------------------------------|--|
|                              | Aufgabentyp <b>Numerische Eingabe (Lückentext)</b> kann der Lehrende absolute und relative Toleranzen festlegen und so einen Lösungsbereich definieren.  |
| Formelvergleich (Lückentext) | Beim Aufgabentyp <b>Formelvergleich</b> handelt es sich um einen speziellen Lückentext, welcher eine Formeleingabe für den Teilnehmende und den anschließenden automatischen Formelvergleich inklusive Auswertung und Feedback ermöglicht.<br>Vom Lernenden wird die Eingabe einer Formel erwartet.<br>Der Lehrende kann optional die Formelüberprüfung aktivieren. Der Lernende kann somit validieren, ob die von ihm eingegebene Syntax korrekt ist. Außerdem kann eine Vorschau der Formel für den Lernenden freigeschaltet werden. |

### 6.3 Literatur

Kasüschke, L.; Friedland, J. (2015): TU Clausthal, „Erfahrungen aus einem Jahr Techniker2Bachelor“, URL: [http://www.imw.tu-clausthal.de/fileadmin/Forschung/InstMitt/2015/Erfahrungen\\_aus\\_einem\\_Jahr\\_Techniker2Bachelor\\_-\\_Offene\\_Hochschule.pdf](http://www.imw.tu-clausthal.de/fileadmin/Forschung/InstMitt/2015/Erfahrungen_aus_einem_Jahr_Techniker2Bachelor_-_Offene_Hochschule.pdf) [30.11.2016]

OTH Amberg-Weiden und OTH Regensburg, Newsletter September 2016, URL: [https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/weiterbildung/OTH\\_mind/OTH\\_mind\\_Newsletter\\_September\\_2016.pdf](https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/weiterbildung/OTH_mind/OTH_mind_Newsletter_September_2016.pdf) [07.12.2016]

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> [20.03.2017]

Fischer, Prof. R.: Abschlussbericht E-Learning unterstützendes Angebot für das Modul Wirtschaftsmathematik, unveröffentlicht

BPS Bildungsportal Sachsen GmbH (2016): Benutzerhandbuch ONYX Testsuite, URL: <https://www.bps-system.de/help/display/ONYX/ONYX+Editor> [29.11.2016]