

Jürgen Bennies

Verständnisfördernde Lehr-Lernmethoden in den Fächern Wirtschaftsmathematik und Wirtschaftsstatistik durch Anwendung, Visualisierung und Aktivierung

Zusammenfassung

Die Studie untersucht, inwieweit Anwendungen im Studiengang BWL Bachelor das mathematische Verständnis fördern und Lehr-Lern-Methoden dabei unterstützend wirken. Da einem großen Teil der Studienanfängerinnen und Studienanfänger die Kompetenz fehlt, ihre mathematischen Kenntnisse flexibel einzusetzen und insbesondere einen betriebswirtschaftlichen Sachverhalt in die mathematische Sprache umzusetzen, wird die Lehre anwendungsorientiert ausgerichtet. Dabei sollen die Anwendungen nicht nur einem fachspezifischen Zweck dienen, sondern auch durch ökonomische Interpretation und Visualisierung das mathematische Verständnis fördern. Die didaktische Umsetzung erfolgt über die „Lehr-Lernmethode nach Leisen“ (2011), wobei die Studierenden durch Lernaktivierung Problemstellungen selbständig bearbeiten. Die Lehrreflexion basierte auf Feedbackprozessen, in denen die Studierenden zum einen über Selbsteinschätzung die Aufgabenstellungen nach Interesse und Verständnis bewerteten und zum anderen die Lehrmethoden beurteilten. Zudem wurden die Klausurergebnisse zur Analyse herangezogen. Da non-kognitive Faktoren wie intrinsische Motivation die Leistungen beeinflussen, ist begleitend untersucht worden, welche wirtschaftsmathematischen Probleme und Themen die Studierenden interessieren.

Schlüsselwörter

Lehr-Lern-Praxisprojekt, Scholarship of Teaching and Learning, Studierendenforschung, Mathematisches Verständnis, Anwendungen

1 Einleitung

Der vorliegende Beitrag beschreibt ein Lehr-Lern-Praxisprojekt im Rahmen des Hochschulzertifikats an der Hochschule Magdeburg-Stendal. In dem Projekt wurde nach dem Ansatz des Scholarship of Teaching and Learning (SOTL) (vgl. Huber, 2014) ein fachdidaktisches Konzept entwickelt und untersucht, inwieweit ein problemorientierter Ansatz mit Realitätsbezug im Studiengang BWL Bachelor das mathematische Verständnis fördert und Lern-Aktivierungen dabei unterstützend wirken. Da das Interesse an anwendungsbezogenen Themen einen bedeutenden Einfluss auf den nachhaltigen Erfolg eines solchen Ansatzes beinhaltet, wurden begleitend die Studierendeninteressen untersucht. Kurz gefasst soll bei den Studierenden der Gedanke ausgelöst werden: „Das interessiert mich. Das möchte ich verstehen.“ Die beschriebenen Ansätze wurden durch das Zentrum für Hochschuldidaktik der HS Magdeburg-Stendal wissenschaftlich-didaktisch begleitet und unterstützt.

Diese sehr allgemein formulierte Problemstellung ist im Grunde genommen zu umfassend für ein Lehr- Lern-Praxisprojekt. Jedoch ist dieses Thema für eine Veranstaltung zur Wirtschaftsmathematik von so zentraler Bedeutung, dass es dringender ist, das Kernproblem zu benennen und von verschiedenen Seiten aus ansatzweise zu untersuchen, anstatt sich auf eine spezielle Methode zu beschränken.

Die Umstellung auf eine verständnis- und kompetenzorientierte Hochschullehre ist in den letzten Jahren vorangekommen und wurde dabei von hochschuldidaktischen Projekten systematisch begleitet und unterstützt (vgl. Keller, Stippler, Hofmann, Köhler, Waldherr & Walter, 2016; Heinisch, Eichler & Romeike, 2016). Die Definition für Kompetenz, die im deutschsprachigen Raum am häufigsten verwendet wird und im Sinne des Verfassers auch den motivationalen Aspekt miteinbezieht, stammt von Weinert (2002):

Kompetenzen sind „[...] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen [JB: d. h. absichts- und willensbezogenen] und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ (ebd., S. 27)

Für die Mathematik ist diese Problemlösungskompetenz eine sehr weit gefasste Definition und soll hier für die Vorlesung Wirtschaftsmathematik im Studiengang BWL auf Modellierungsaufgaben und Anwendungen beschränkt bleiben. Die bisherigen Erfahrungen von zwei gehaltenen Vorlesungen Wirtschaftsmathematik haben ergeben, dass ein großer Teil der Studienanfänger_innen solide Grundkenntnisse der Schulmathematik besitzt, aber nicht in der Lage ist, dieses Wissen auf betriebswirtschaftliche Problemstellungen anzuwenden. Zwar können sie nach einiger Zeit wieder Gleichungen umstellen, eine Kurvendiskussion durchführen und lineare Gleichungssysteme lösen und sind auch in der Lage, sich die in der Vorlesung über den Schulstoff hinausgehenden neuen Methoden anzueignen. Sie haben jedoch Schwierigkeiten damit, einen betriebswirtschaftlichen Sachverhalt mathematisch zu formu-

lieren. Auch garantiert das richtige Anwenden von Lösungsverfahren noch kein mathematisches Verständnis.

Der Übergang von der Schule zur Hochschule wurde in den vergangenen Jahren in mathematikhaltigen Studiengängen umfangreich untersucht. In Tagungsbänden wurden Vor- und Brückenkurse für das Fach Mathematik vorgestellt und didaktische Ansätze erläutert (Bausch, Biehler, Bruder, Fischer, Hochmuth, Koepf, Schreiber & Wassong, 2014; Roth, Bauer, Koch & Prediger, 2015). Beiträge zu den Studiengängen der Wirtschaftswissenschaften lieferten in den genannten Bänden die Hochschulen Esslingen und Brandenburg sowie die Universität Kassel (Abel & Weber, 2014; Schoening & Wulfert, 2014; Voßkamp & Laging, 2014). Dieser Beitrag, der u.a. auf einer Vorlesung zur Wirtschaftsmathematik mit vorangestellten Brückenkurs basiert, steht in enger Beziehung zu diesen Dokumentationen und untersucht weiterführend verständnistheoretische Aspekte über die gesamte Vorlesung. Am Fachbereich Wirtschaft der Universitäten Paderborn und Kassel werden im Rahmen des Kompetenzzentrums Hochschuldidaktik Mathematik (khdm) in der AG Mathematik in den Wirtschaftswissenschaften diesbezüglich mehrere Projekte durchgeführt (khdm, 2019; Dietz, 2016; Feudel, 2018). Auf der gemeinsamen Jahrestagung der DMV und der GDM 2018 in Paderborn wurden hierzu in der Sektion „Mathematik in den Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften“ Vorträge gehalten.

Der Zweck dieses Beitrags besteht darin, zu untersuchen, inwieweit anwendungsbezogene Problemstellungen und Lernaktivierungen verständnisfördernd sind und sich die Studierenden die gewünschten Kompetenzen aneignen. Dazu gehört auch der motivationale Aspekt, der in Mathematikvorlesungen zu wenig Beachtung findet (Heublein, Hutzsch, Schreiber, Sommer & Besuch, 2010, S. 28; Voßkamp & Laging, 2014, S. 80). In neueren Studien zu Brückenkursen in MINT-Fächern wird zwar inzwischen das mathematische Interesse der Studierenden mitberücksichtigt (Lankeit & Biehler, 2018). In den Wirtschaftswissenschaften hingegen gibt es diesbezüglich aber kaum empirische Untersuchungen zur Studierendenforschung. Dabei können neue Erkenntnisse über Möglichkeiten der Motivationssteigerung sehr hilfreich sein, weil die Bereitschaft, sich aktiv mit einem Problem zu befassen, den Lernfortschritt begünstigt. Es ist zwar mittlerweile so, dass mehrere Autor_innen darauf hinweisen, dass motivationale, emotionale und volitionale Aspekte in der Lehre zu wenig berücksichtigt werden. Um diese zur Förderung der intrinsischen Motivation einzubinden, ist es aber sicherlich notwendig, den Blickwinkel der Studierenden einzunehmen. Dies wollen wir hier in einem fachspezifischen Sinne tun.

Der Learning-Outcome umfasst im weiten Sinne nach der Bloom'schen Taxonomie kognitiver Lernziele die Bereiche Wissen, Verstehen, Anwenden und Analysieren und lässt sich fachspezifisch durch die folgenden drei Punkte formulieren:

1. Mathematisches Verständnis durch ökonomische Interpretation und Visualisierung
2. Anwendung und Modellierung, betriebswirtschaftliche Problemstellungen
3. Realitätsbezug durch Aufgreifen aktueller Themen

Die Studierenden sind in der Lage einen ökonomischen Sachverhalt mathematisch zu formulieren. Dabei verstehen sie die Zusammenhänge und Übergänge von ökonomischer Situation (Sprache), Tabelle, Graph und Formel/ Gleichung. Herget nennt diese Verbindungen die vier Gesichter einer Situation (Herget, 2013). Die Studierenden erwerben dadurch ein transferfähiges Wissen und können in der Folge ihre mathematischen Kenntnisse anwenden und flexibel einsetzen. Die ersten beiden Punkte sind in einem allgemeinen Sinn gut untersucht und im Handbuch der Mathematikdidaktik umfangreich beschrieben (Büchner & Henn, 2015; Kaiser, Blum, Ferri & Greefrath, 2015). Die Autor_innen verstehen dabei unter Anwenden und Modellieren alle Aspekte zwischen Mathematik und Realität. Dem schließen wir uns hier an, weil beide Aspekte in der Wirtschaftsmathematikvorlesung berücksichtigt werden. Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, dass das Anwenden eher den Übergang von der Mathematik zur Realität beschreibt und das Modellieren den umgekehrten Übergang bezeichnet.

Beim dritten Punkt, dem Realitätsbezug, werden in den hier vorgestellten Lehrveranstaltungen tagesaktuelle Debatten herangezogen, wie zum Beispiel der Diskussion um die Besteuerung der Einkommen mit dem mathematischen Bezug auf die Differentialrechnung. In der Wirtschaftsstatistikvorlesung werden die vielfältigen Möglichkeiten genutzt, um aktuelle Ereignisse statistisch zu thematisieren. Das Ziel besteht darin, dass die Studierenden in der Lage sind, ein breites Spektrum an ökonomischen Situationen mathematisch zu analysieren.

Welche Möglichkeiten es gibt, Studierende im Fachbereich Wirtschaftswissenschaft für Mathematik zu motivieren, wird im 2. Abschnitt behandelt. Wie schon erwähnt, wollen wir hierbei den Blickwinkel der Studierenden einnehmen und im Sinne des SOTL-Ansatzes nach Huber (2014) eine Studierendenforschung vornehmen. Im 3. Abschnitt wird das didaktische Konzept vorgestellt, wobei ein fachdidaktisches Anwendungsmodell über den Zusammenhang von mathematischer Formulierung, Anwendung und Visualisierung die Grundlage bildet. Es werden die Ziele und die mathematischen Anforderungen an die Studierenden beschrieben und die Strategien zur didaktischen Umsetzung erläutert. Im 4. Abschnitt wird die Vorgehensweise dann anhand einer eigens konstruierten Beispielaufgabe konkretisiert. Dabei wird zusätzlich auf das Modell des Lehr-Lernprozesses von Leisen (2011) Bezug genommen. Die Untersuchungsmethoden zur Prüfung der Wirkung der verständnisfördernden Methoden und zur Studierendenforschung bezüglich Motivation werden im 5. Abschnitt vorgestellt. Im Anschluss werden im 6. Abschnitt die Ergebnisse präsentiert und interpretiert und im 7. Abschnitt ein Fazit gezogen.

An der Untersuchung nahmen insgesamt 54 Studierende aus zwei Studiengängen teil. Durch die relativ kleine Anzahl und einem Lehrenden sind aus den Ergebnissen zwar keine zu verallgemeinernde Schlüsse zu ziehen. Sie erlauben aber erste Hinweise und Anregungen für weitere Untersuchungen.

2. Typologische Einordnung des durchgeführten Untersuchungsdesigns zur Motivation im Fach Wirtschaftsmathematik und Statistik

In einem Übersichtsartikel über den aktuellen Stand von *Scholarship of Teaching and Learning* nennt Huber (2014, S. 28) sieben Grundtypen von SoTL-Texten: „Studierendenforschung, Didaktische Diskussion, Didaktische Diskussion und Lehrveranstaltungs-konzept, Didaktische Forschung, Innovationsbericht, Begründeter Innovationsbericht, Studiengangentwicklung“.

Dieses Praxisprojekt enthält in erster Linie zwei dieser Grundtypen: Studierendenforschung, Didaktische Diskussion und Lehrveranstaltungs-konzept. Huber (ebd.) stellt fest, dass zur Studierendenforschung noch wenig veröffentlicht wurde. Dies war neben der schon erwähnten Bedeutung der Motivation ein weiterer Grund, die Interessen der Studierenden empirisch zu untersuchen. Denn wenn motivationale, emotionale und volitionale Aspekte für die Entwicklung von Kompetenzen wesentlich sind und deshalb in der Lehre berücksichtigt werden sollen, dann ist es eine notwendige Voraussetzung die Interessenlage der Studierenden zu kennen. Es können diesbezüglich Vermutungen angestellt und Eindrücke aus Lehrveranstaltungen einbezogen werden, aber eine empirische Untersuchung ist in diesem Fall eine nützliche Methode, um Erkenntnisse über die Interessen aller Studierenden zu gewinnen. Zum Lehr-Lernprozess gehört auch, dass der/die Lehrende die Lernenden kennt und sich für ihre Gedankengänge interessiert. Die Lernenden dort abzuholen, wo sie sich befinden, kann die Lehrsituation in einigen Fällen erheblich vereinfachen. Es soll natürlich an dieser Stelle auch erwähnt werden, dass es engagierten Lehrenden gelingen kann, bei Studierenden, die ursprünglich kein Interesse für das Fachgebiet haben, dieses durch die Lehre zu wecken. So gaben beispielsweise die Studierenden Folgendes als Begründung für ihre Nominierung des Lehrenden Wiedemer an, der in Jahr 2014 den Lehrpreis der Hochschule Magdeburg-Stendal für eine VWL-Vorlesung erhielt: „Ich hätte nie gedacht, dass ich mich für das Fach interessieren würde.“¹

Im Studienfach Wirtschaftswissenschaften werden die Module Mathematik und Statistik von vielen Studierenden nur als zu überwindende Hürde wahrgenommen, obwohl sich dabei in den Anwendungen eine Vielzahl von Möglichkeiten bietet, die intrinsische Motivation zu fördern. Ein weiterer Grund, der eine Untersuchung erforderlich macht, besteht darin, dass nicht alle den Lehrenden interessierenden und alle wirtschaftsmathematisch relevanten Themen für die Studierenden zu Beginn des Studiums motivierend sind.

1 Das Konzept der Lehrpreisverleihung an der Hochschule Magdeburg-Stendal sieht vor, dass die Studierenden Lehrende vorschlagen, die Lehrenden daraufhin ihr didaktisches Konzept einreichen und eine Jury aus internen und externen Mitgliedern den/die Lehrpreisträger_in nach vorgegebenen Kriterien auswählt. <https://www.hs-magdeburg.de/hochschule/einrichtungen/zhh/single-news/single/lehrpreis-2019-einreichfrist-endet-am-227.html>

Es gilt dabei herauszufinden, welche Themen die Studierenden anregend finden. Dabei kann von Themen eine Unterscheidung vorgenommen werden, die aktuell in den Medien besprochen werden und von Themen, die den Studierenden als nützlich erscheinen. Als aktuelle Themen wurden unter anderem in der Statistikvorlesung Brexit-Wahl, Gini-Koeffizient, Inflation, Finanzrisiken, Qualitätsprüfung, statistische Manipulationen und in der Mathematikvorlesung Einkommensteuer und Lebensversicherungen behandelt. Alle diese Anwendungen lassen sich nahtlos in die behandelte mathematische und statistische Theorie einfügen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt zur Förderung der Motivation ist die Aktivierung durch selbständiges Bearbeiten von Problemstellungen (Leuders, 2015, S. 435). Deshalb untersuchen wir hier, welche mathematischen Aufgabentypen die Studierenden anregend finden.

Untersucht wurde auch, wie die verständnisfördernden Maßnahmen durch Anwendung, Visualisierung und Aktivierung angenommen wurden.

Welche Themen die Studierenden interessieren und welche Probleme sie gerne bearbeiten, wurde in diesem Lehrprojekt über Einzelgespräche und über einen Fragebogen untersucht.

3. Verständnisfördernde Lehr- Lernmethoden und didaktisches Konzept

Viele in den Wirtschaftswissenschaften auftretende Problemstellungen können – wie die folgende Abbildung zeigt - als die drei Ecken eines Dreiecks, nämlich der mathematischen Formulierung, der Visualisierung sowie der Anwendung betrachtet werden.

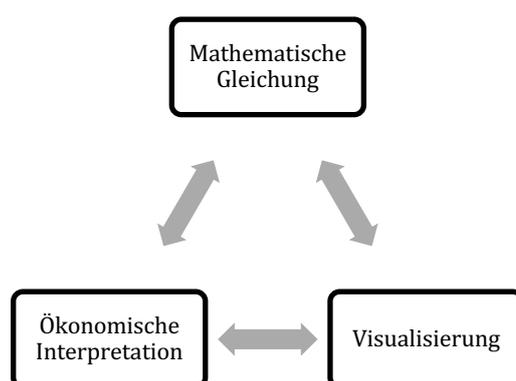


Abbildung 1: Drei Blickwinkel auf einen Sachverhalt (eigene Darstellung)

Dieses Modell der drei Blickwinkel auf einen Sachverhalt bildet die Grundlage für das didaktische Konzept zur Förderung des mathematischen Verständnisses. Einen ökonomischen Sachverhalt im mathematischen Sinne zu skizzieren und in einer Gleichung

chung darzustellen, um unter anderem Plausibilitätsprüfungen vorzunehmen, dient dem Verständnis und fördert die Fähigkeit die mathematischen Kenntnisse flexibel einzusetzen (Hofe, Lotz & Salle, 2015, S. 164). Ist der Lernende in der Lage, einen Widerspruch in den drei Darstellungen zu erkennen, so ist er schon einen wichtigen Schritt vorangekommen. Es soll hier diesbezüglich kurz ein Beispiel aus der Analysis ohne Problemstellung angeführt werden:

Der Konsum eines privaten Haushalts $K(x)$ wird in Abhängigkeit des Einkommens x durch folgende Funktion beschrieben:

$$K(x) = 10 + 2\sqrt{x},$$

woraus folgt, dass für alle $x > 0$ die 1. Ableitung $K'(x) > 0$ und die 2. Ableitung $K''(x) < 0$ ist.

$$K'(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}, \quad K''(x) = -\frac{1}{2\sqrt{x^3}}$$

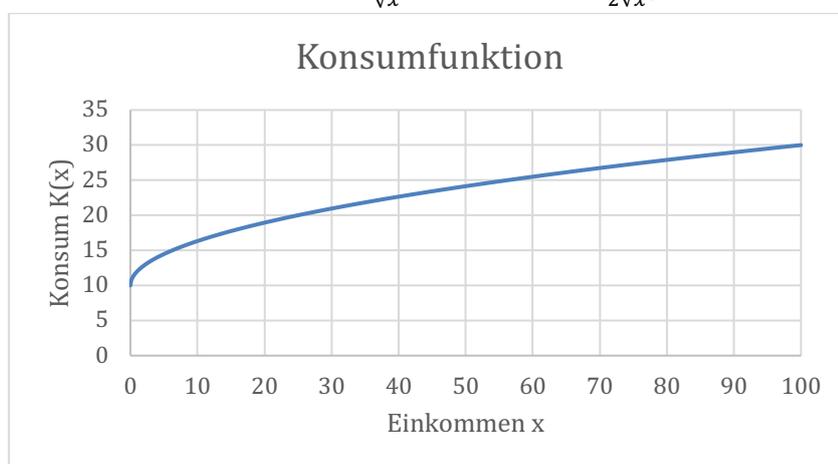


Abbildung 2: Ökonomische Interpretation: Bei zunehmendem Einkommen x steigt der Konsum $K(x)$ (d.h. $K'(x) > 0$), wobei die Konsumzunahme $K'(x)$ geringer wird (d.h. $K''(x) < 0$).

Dieser über die ökonomische Interpretation leicht zu verstehende Sachverhalt dient unter anderem dem mathematischen Verständnis der 2. Ableitungen, welche erfahrungsgemäß vom Großteil der Abiturient_innen nicht interpretiert werden kann. Zudem lässt sich dieser Erklärungsansatz über die Schulmathematik hinaus ausweiten auf Funktionen mit mehreren Variablen.

Eine ausführliche Untersuchung über das Verständnis von Ableitungen bei Studierenden der Wirtschaftswissenschaften behandelt Feudel (2018) in seinem Dissertationsprojekt.

Der entscheidende Punkt bei dieser anwendungsorientierten Lehrmethode ist die Umsetzung des ökonomischen Sachverhaltes in die mathematische Sprache. An dieser Stelle haben fast alle Studienanfänger_innen erhebliche Probleme. Um diesen Mangel zu beheben, werden von Beginn an Modellierungsaufgaben gestellt, in denen die Studierenden durch „Probieren“ die Struktur herausfinden und diese dann in die mathematische Sprache übersetzen.

Das mathematische Verständnis soll somit in erster Linie durch eine lernerorientierte Lehrmethode gefördert werden, indem die Studierenden aktiv die mathematische Struktur eines betriebswirtschaftlichen Problems zu ergründen versuchen. Dies geschieht schon in der Vorlesung, weil angenommen wird, dass die Lernenden eine Lösung oder eine allgemeine Struktur besser verstehen, wenn sie sich zuvor mit dem Problem aktiv befasst haben. Dies gilt auch, wenn das Problem nicht selbständig gelöst werden konnte und die Struktur durch Kommiliton_innen in einer Gruppe oder durch den Lehrenden erklärt wurde. Die Anwendungen können dabei das mathematische Verständnis fördern. Büchter und Henn (2015, S. 19) schreiben hierzu im Handbuch der Mathematikdidaktik: „*Realitätsbezüge übernehmen bei der Gestaltung eines zeitgemäßen und effektiven Mathematikunterrichts eine wesentliche Funktion, die deutlich über motivationale Aspekte hinausgeht.*“ Im 4. Abschnitt soll dies durch ein konkretes Beispiel verdeutlicht werden. Die visuelle Darstellung des mathematischen und ökonomischen Modells durch Graphen verdeutlicht zudem die Verbindung beider Modelle und bietet ein weiteres didaktisches Hilfsmittel, auf das nicht verzichtet werden sollte. (Dabei wird auf die Gefahr optischer Täuschungen und fehlender Präzision hingewiesen.) Risch (2003) kommt in seiner Arbeit über Fehlkonzeptionen von Studierenden der Ingenieurwissenschaften zu dem Schluss, dass Visualisierungen nützlich sind, um einem Fehlverständnis vorzubeugen.

So wie Studierende des Fachs Mathematik an Universitäten im ersten Semester zum großen Teil Schulthemen behandeln und sie für ihre mathematische Ausbildung notwendigerweise in einer völlig neuen Weise kennenlernen, müssen Wirtschaftsstudierende im ersten Teil der Vorlesung lernen, die Schulmathematik fachspezifisch anzuwenden. Dabei gehen sie nicht wie die Mathematiker_innen den schwierigen Weg der Abstraktion, sondern befassen sich durch die Anwendungsorientierung über einen sehr zugänglichen Weg mit dem Lehrinhalt, den sie aber auch erst erlernen müssen zu gehen. Hierzu ist es sinnvoll, einen problemorientierten Ansatz zu wählen, wobei darauf zu achten ist, dass die Studierenden nicht nur lernen, dass die Schulmathematik angewendet werden kann, sondern dass sie lernen, die Mathematik selbst anzuwenden. Um es mit den Worten des Mathematikdidaktikers Hans Freudenthal (1973, S. 76) zu sagen: Nicht angewandte Mathematik lernen, sondern Mathematik anwenden lernen.

Die didaktische Umsetzung, die den schwierigen und wesentlichen Teil des Lehr-Lern-Praxis-Projektes ausmacht, kann durch die folgenden drei Eckpunkte charakterisiert werden:

1. Aktivierung: Gruppen- und Einzelarbeit, Diskussion
2. Individuelle Gespräche mit Studierenden
3. Evaluation: Eigene Fragebögen und ZHH- Evaluation

Um diesen Lernprozess in Gang zu setzen, ist es günstig, wenn es gelingt, eine Aufgabe oder Frage zu stellen, die ein Interesse bei den Studierenden hervorruft. Gut möglich ist dies, das haben die Erfahrungen im Lehrprojekt gezeigt, wenn in der Wirtschaftsstatistik auf aktuelle Themen wie zum Beispiel auf Umfragen über Wirtschaftsthemen Bezug genommen und ein Realitätsbezug hergestellt wird (siehe Ab-

schnitt 6). In der Wirtschaftsmathematik, dem hier beschriebenen ersten Teil des Projekts, werden überwiegend Optimierungsfragen herangezogen und dann die Studierenden gebeten, über eine Befragung zu bewerten, inwieweit diese ihr Interesse fördern. Die Aufgaben müssen dabei von den Studierenden eigenständig bearbeitet und die Lösungsansätze in Gruppen besprochen werden. Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass der Begriff der Lehr-Lern-Praxis (Huber, 2014) im didaktischen Sinne zu unterscheiden ist vom praxisnahen Realitätsbezug. Der Ablauf der Lehr-Lern-Praxismethode ist folgendermaßen:

1. Aufgabenstellung in der Vorlesung
2. 30-60 Minuten eigenständige Bearbeitung und Besprechung der Lösungsansätze in frei gewählten Gruppen/ Nachbarn (alternativ kann auch die Aufgabe am Ende der Vorlesung gestellt und außerhalb der Vorlesungszeit bearbeitet werden)
3. Der Lehrende begleitet diese Aktivierungsphase und beantwortet Fragen in Einzelgesprächen. Er erhält dadurch einen sehr klaren Einblick in die Herangehensweise und Fähigkeiten der Studierenden, der durch eine Fragebogenauswertung nicht zu ersetzen ist.
4. Gemeinsame Besprechung der Lösung
5. Aufnahme der Aufgabe in den Evaluationsfragebogen und Auswertung des Ergebnisses.

Die folgende Grafik beschreibt noch einmal die Eckpunkte des Lehr-Lern-Projektes im Kontext der Weiterbildung des Zentrums für Hochschuldidaktik und angewandte Hochschulforschung (ZHH, 2019):

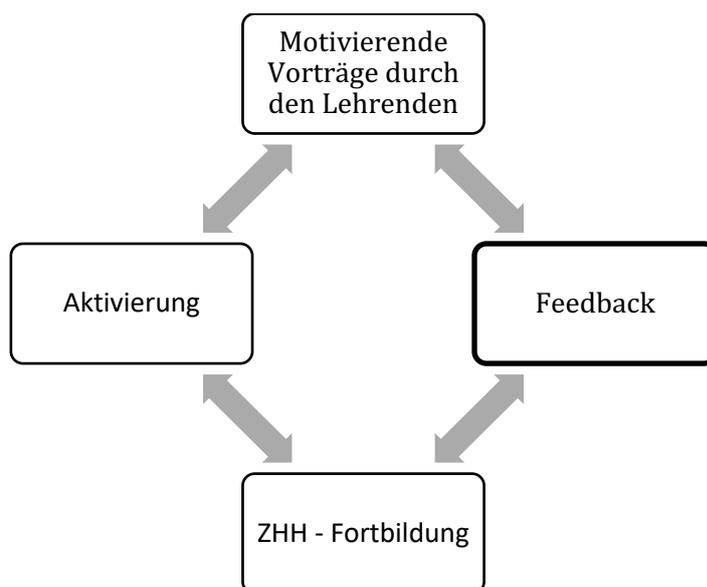


Abbildung 3: Weiterbildungskontext des Lehrprojekts

Die Doppelpfeile sollen die gegenseitige Beeinflussung vom Lehrenden, den Lernenden und dem ZHH-Team verdeutlichen. Zum Beispiel lernt der Lehrende in den Workshops des ZHH Aktivierungsmaßnahmen kennen, die er in der Vorlesung umsetzt und anschließend die Ergebnisse mit dem ZHH – Team bespricht, um Verbesserungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen.

Durch ZHH-Evaluationen, eigene Fragebögen und Gespräche mit den Studierenden wurde methodisch untersucht, inwieweit die Aktivierungsmaßnahmen von den Studierenden angenommen wurden. Die Ergebnisse sind im Abschnitt 6 dokumentiert.

Im ersten Teil der Wirtschaftsmathematikvorlesung wird die Analysis behandelt. Hier werden zusätzlich zu den wöchentlichen Aufgabenblätter fünf verständnisfördernde Modellierungsaufgaben gestellt und in der oben beschriebenen Weise bearbeitet. Die Studierenden bewerteten die Aufgaben anschließend hinsichtlich Interesse und Förderung des mathematischen Verständnisses.

Vier der fünf Analysis-Aufgaben beziehen sich auf Funktionen mit einer Variablen, die schon in der Schule gelehrt wurden. Obwohl mehrere weiterführende Themen behandelt werden (Elastizitäten, Funktionen mit mehreren Variablen: Partielle Ableitungen, Extremwertbestimmung, Lagrange-Verfahren) wird bei den verständnisfördernden Aufgaben ein Schwerpunkt auf Funktionen mit einer Variablen gesetzt. Der Grund liegt in der Erfahrung, dass Studierende, die die Differentialrechnung im zweidimensionalen Raum gut verstanden haben und anwenden können, keine Probleme haben, die weiterführende Theorie für mehrere Dimensionen nachzuvollziehen. Den Grundaufbau gut zu verstehen, ist in der Mathematik ein wichtiges Prinzip (Hofe et al., 2015, S. 166) auf das hier viel Wert gelegt wird. Die Förderung des grundlegenden Verständnisses führt dann dazu, dass die Studierenden auch in der Lage sind, sich neue Anwendungsverfahren eigenständig anzueignen. In der Wirtschaftsstatistik ist es zum Beispiel häufiger der Fall, dass Absolvent_innen in der Bachelor- oder Masterarbeit Methoden verwenden müssen, die in der Vorlesung nicht gelehrt werden.

4. Ein konkretes Beispiel

Die folgende Aufgabe wird zu Beginn des Semesters gestellt, um den Studierenden den Nutzen wirtschaftsmathematischer Anwendungen näher zu bringen. Die Bearbeitung der Aufgabe wird in Phasen eingeteilt, so dass die Problemstellung weitestgehend selbständig gelöst werden kann.

Das mathematische Thema beinhaltet die Steigung von stückweise definierten Geraden. Der somit behandelte Differenzenquotient ist ein erster Zugang zur Differentialrechnung, wobei erwähnt werden soll, dass in der Vorlesung die Steigung von Geraden auch noch einmal in der üblichen Weise erklärt wird.

Die Bearbeitung der Aufgabe wird in 5 Phasen unterteilt:

Phase 1: Aufgabenstellung. Alle Studierenden können die Problemstellung verstehen. Die durchschnittlichen Abiturient_innen können diese Aufgabe nicht selbständig lösen.

Aufgabe: Ein in einer Großstadt ansässiges Unternehmen, das Transportfahrzeuge für Umzüge vermietet, steht vor dem Problem, die Anzahl der zur Verfügung stehenden Fahrzeuge zu bestimmen. Die Anfragen sind an den Wochentagen verschieden und in der folgenden Tabelle aufgelistet:

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Anfragen pro Tag	20	15	15	20	80	100

Das Unternehmen hat 50 Wochen im Jahr geöffnet. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass der Erlös pro verliehenem Umzugswagen abzüglich Kosten 30 € beträgt. Die zusätzlichen Kosten durch ein anzuschaffendes Fahrzeug werden pro Jahr mit 4.000 € geschätzt. Von Fixkosten wird abgesehen. Bestimmen Sie die Anzahl der Fahrzeuge, so dass das Unternehmen einen maximalen Gewinn erwirtschaftet.

Phase 2: Aufstellen einer Wertetabelle (nach Hinweis des Lehrenden). Fast alle Studierenden können in der Gruppe zur Lösung gelangen. Ohne mathematischen Input des Lehrenden.

Anzahl Autos x	Gewinn $f(x)$	Gewinnzuwachs $f(x) - f(x - 1)$
0	0	
1	5.000	5.000
2	10.000	5.000
...	...	jeweils 5.000
14	70.000	5.000
15	75.000	5.000
16	77.000	2.000
17	79.000	2.000
...	...	jeweils 2.000
20	85.000	2.000
21	84.000	-1.000
22	83.000	-1.000
...	...	jeweils -1.000
80	25.000	-1.000
81	22.500	-2.500
82	20.000	-2.500
...	...	jeweils -2.500
100	-25.000	-2.500

Abbildung 4: Lernprodukt 1

Phase 3: Visualisierung. Die Studierenden sind in der Lage die Gewinnfunktion einzuzeichnen.

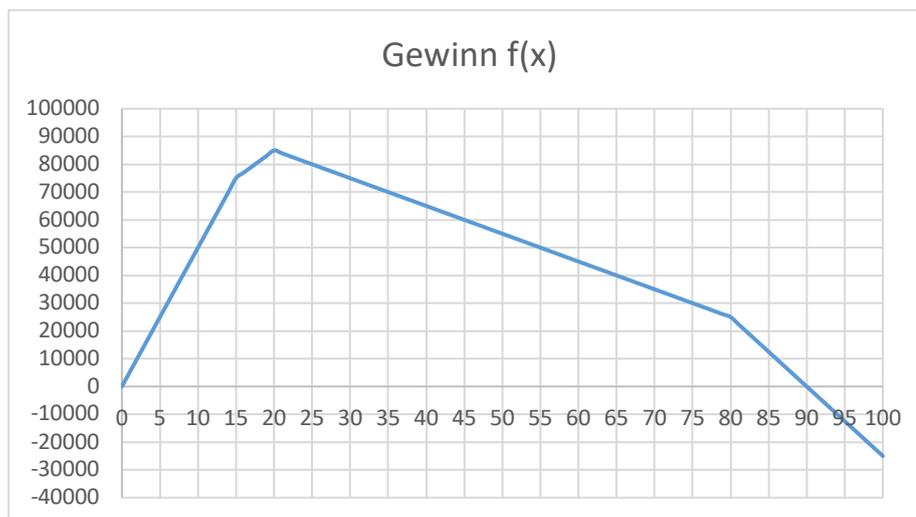


Abbildung 5: Lernprodukt 2

Die Gewinnfunktion $f(x)$ ist zwar nur für die natürlichen Zahlen x sinnvoll für die betriebswirtschaftliche Fragestellung. Durch die stetige Funktion wird aber der Verlauf verdeutlicht und kann in der nächsten Phase durch eine stetige Funktion repräsentiert werden, welche natürlich auch für $x \in \mathbb{N} \cup \{0\}$ gültig ist.

Phase 4: Mathematische Darstellung der Funktion. Hierzu bedarf es einer Erklärung des Lehrenden

$$f(x) = \begin{cases} 5.000 \cdot x & 0 \leq x \leq 15 \\ 75.000 + 2.000 \cdot (x - 15) & 15 \leq x \leq 20 \\ 85.000 - 1.000 \cdot (x - 20) & 20 \leq x \leq 80 \\ 25.000 - 2.500 \cdot (x - 80) & 80 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Phase 5: Reflexion. Fast alle Studierenden beurteilten die Aufgabenstellung in einer Umfrage positiv mit: „Die Aufgabe hat mich interessiert und mein mathematisches Verständnis gefördert.“ Das Klausurergebnis bezüglich eines solchen Aufgabentyps war zufriedenstellend (siehe Abschnitt 6).

Durch die Handlungsphasen verstehen die Studierenden den Zusammenhang und können in einer weiteren Übungsaufgabe die Funktion selbständig aufstellen. Das Ziel bestand einerseits darin, eine betriebswirtschaftliche Fragestellung mathematisch zu formulieren und zu lösen, und andererseits darin, die Studierenden durch ein interessantes Problem zu motivieren. Dabei war es besonders wichtig, dass durch die Verbindung von ökonomischer Interpretation, Visualisierung und mathematischer Gleichung der mathematische und betriebswirtschaftliche Sachverhalt vollständig verstanden wurde.

Es genügt dabei nicht, den Zusammenhang von mathematischer, bildlicher und ökonomischer Darstellung zu lehren. Erst durch die Aktivierungsphasen und der ent-

lang des Modells von Leisen (2011) konstruierte Phasen des selbständigen Erarbeitens des Lernproduktes wird das Verständnis bei den Studierenden gefördert. Die Konzeption der beschriebenen Aktivierungsphasen ist vergleichbar mit dem Modell des Lehr-Lernprozesses von Leisen (2011). Leisen schreibt dazu:

„Eine Unterrichtsplanung sollte mit der Planung des Herzstücks beginnen und dann rückwärts fragen, was an Vorwissen notwendig ist und vorwärts fragen, wie der Lernzugewinn vernetzt und transferiert wird. Das Herzstück des Lernens ist die eigenständige und kooperative Arbeit an dem Gegenstand, der Sache, dem Thema, dem Material, ... Die Arbeit ist ein Abarbeiten, ein Bearbeiten, ein Durchdringen, ein Durchdenken, ein Deuten, ein Umwälzen, eine Auseinandersetzung, ein diskursives Aushandeln mit sich und mit anderen, ... Es ist ein interaktiver konstruktiver Prozess im Dialog mit der Sache und mit anderen an der Sache und über die Sache. Lernen in diesem Sinne ist anstrengend und herausfordernd.“ (Leisen, 2011, S. 9)

Die Planung und Formulierung eines Lernproduktes nimmt dabei eine herausragende Stellung ein. Leisen unterteilt den Lernprozess in einer durch die Lernpsychologie begründeten Schrittfolge:

1. Problemstellung entdecken
2. Vorstellungen entwickeln
3. Lehrmaterial bearbeiten/ Lernprodukt erstellen
4. Lernprodukt diskutieren
5. Lernzugewinn definieren
6. Vernetzen und definieren/ sicher werden und üben

Leisen (ebd.) weist darauf hin, dass die Schrittfolge nicht zwingend eingehalten werden muss, die Erstellung eines Lernproduktes aber unbedingt erforderlich ist. Der 2. Schritt nimmt bei der oben genannten Aufgabe eine größere Zeitspanne in Anspruch, da die Studierenden nicht nur die Problemstellung verstehen sollen, sondern durch eigenständiges Probieren auch die Problematik bei der Lösungsfindung erkennen sollen. Durch die Erstellung der Lernprodukte (Tabelle und Graph) gelangen die Studierenden zur eigenständig erarbeiteten Lösung und verstehen, wie der Sachverhalt durch eine mathematische Funktion beschrieben werden kann. Es wird ihnen dann im weiteren Verlauf der Vorlesung wesentlich leichter fallen, mit den in den Wirtschaftswissenschaften bedeutenden Grenzzraten mathematisch umzugehen und sie ökonomisch zu interpretieren.

Der in der Aufgabe behandelte Zusammenhang von Situationsbeschreibung, Tabelle, Graph und Funktion wurde von Herget (2013, S. 48) schematisch dargestellt und als die vier Gesichter einer Funktion bezeichnet.

Es wurden vier weitere Aufgaben dieser Art gestellt, die im Kern die Behandlung des Differentialquotienten zum Thema haben. Das jeweils vom Lehrenden formulierte und von den Lernenden erstellte Lernprodukt nennt Leisen (2011) das Herzstück einer Unterrichtseinheit. Thematisch kann der Differentialquotient als das Herzstück der Analysis-Vorlesung bezeichnet werden, so dass die über die Aufgaben erstellten

Lernprodukte insgesamt das globale Herzstück der Unterrichtseinheiten darstellen. Ähnlich verhält es sich mit dem Zentralen Grenzwertsatz in der Vorlesung Statistik. Auch in der Wahrscheinlichkeitsrechnung lässt sich das didaktische Konzept der vier Gesichter anwenden, in diesem Fall bezüglich einer Wahrscheinlichkeitsfunktion (-dichte) bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilung.

5. Untersuchungsmethode

Die Untersuchungen wurden im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften in den Veranstaltungen zur Wirtschaftsmathematik durchgeführt, wobei unterschieden wurde zwischen Studiengängen mit und ohne Anwesenheitspflicht. Insgesamt nahmen 54 Studierende an der Befragung teil, die sich inhaltlich auf das in einem Zeitraum von zehn Wochen behandelte Thema Analysis bezog. Hierzu wurde ein Fragebogen erstellt, der zum einen jeweils ein Item zu fünf Aufgabenstellungen beinhaltet und zum anderen jeweils ein Item zu den Themen Anwendung, Visualisierung, Aktivierung, Gruppenarbeit und Einzelgespräch mit dem Lehrenden. Des Weiteren wurden die Klausuren daraufhin analysiert, inwieweit die verständnisfördernden Maßnahmen sich in entsprechenden Lernergebnissen widerspiegeln. In der Vorlesung Wirtschaftsstatistik wurden 23 bzw. 24 Studierende im Sommersemester 2016 und 2017 hinsichtlich des Themeninteresses befragt. Dabei beschränkte sich die Untersuchung auf eine Studierendengruppe, weil der Studiengang eine um 30% geringere Workload aufweist als der andere.

Das alte statistische Problem der zu geringen Rücklaufquote trat hier nicht auf. Sie betrug nahezu 100%. Das kann daran gelegen haben, dass die Fragebogen selbst ausgeteilt wurden und der Zweck der Untersuchung bekannt war. Bei den Studierenden ohne Anwesenheitspflicht waren ungefähr ein Drittel der eingeschriebenen Studierenden nicht anwesend und haben folglich an der Befragung nicht teilgenommen. Da dieser Anteil aber auch ungefähr der Abbrecher_innenquote nach zwei Semestern entspricht, kann nicht unbedingt von einer Verzerrung ausgegangen werden.

6. Ergebnisse

6.1 Vorlesung Wirtschaftsmathematik

6.1.1 Anwendung, Visualisierung, Aktivierung, Gruppenarbeit, Einzelgespräch

Die Ergebnisse zu den fünf folgenden Items bezüglich der Themen Anwendung, Visualisierung, Aktivierung, Gruppenarbeit und Einzelgespräch mit dem Lehrenden sind in Tabelle 1 dargestellt.

1. Die betriebswirtschaftlichen Fragestellungen in der Mathematikvorlesung fand ich ausreichend und gut.
2. Die Vielzahl an Visualisierungen und Skizzen haben mein mathematisches Verständnis gefördert.
3. Durch die Aktivierungsphasen, dem Bearbeiten von Aufgaben in der Vorlesung, wurde der Nutzen eines Vorlesungsbesuches gesteigert.

4. Ich konnte von dem Wissen meiner Kommilitonen_innen bei der Bearbeitung von Aufgaben profitieren.
5. Ich konnte durch das Einzelgespräch mit dem Lehrenden bei der Bearbeitung von Aufgaben profitieren.

Tabelle 1: Likert Skala 1-5 mit 1 „Stimme überhaupt nicht zu“ bis 5 „Stimme voll und ganz zu“

	Ohne Anwesenheitspflicht (31 Teilnehmer_innen)			Mit Anwesenheitspflicht (23 Teilnehmer_innen)		
	Arithm. Mittel	Standard Abweich.	Positiv in % Kat. 4+5	Arithm. Mittel	Standard Abweich.	Positiv in % Kat. 4+5
Anwendung	4,0	0,8	78%	4,0	0,7	78%
Visualisierung	3,9	0,9	60%	4,1	1,0	74%
Aktivierung	4,3	0,8	80%	4,6	0,5	100%
Kommilitonen_innen	3,4	1,0	52%	4,1	0,8	74%
Lehrender	4,2	0,9	83%	3,7	1,1	65%

Es ist zurecht umstritten, dass bei einer solchen Ordinalskala Durchschnittswerte und Standardabweichungen berechnet werden. Sie dienen hier nur der Übersicht und da keine Signifikanztests durchgeführt wurden, erübrigt sich die Debatte. Die Prozentzahlen für die positive Bewertung Kategorie 4 und 5 sind zusätzlich angegeben. Im Folgenden sollen die Ergebnisse interpretiert werden:

Anwendung: Studierende an einer anwendungsorientierten Hochschule haben die Erwartungshaltung, die Lehrinhalte anwendungsbezogen vermittelt zu bekommen, deshalb ist das Ergebnis der Befragung als wichtig und zufriedenstellend einzustufen. Die hier verstärkt anwendungsorientierte Herangehensweise ist für sie neu und wird offensichtlich positiv beurteilt.

Visualisierung: Die Bewertungen können zwar insgesamt als positiv eingestuft werden, dennoch bleibt festzuhalten, dass ein Drittel der Studierenden diese Frage nicht positiv (Kat 1,2 und 3) beantwortet, obwohl in der Vorlesung und im Skript sehr viele visuelle Darstellungen angeboten werden. Gleichzeitig stimmten fast 40% mit dem höchsten Wert 5.

Aktivierung: Die hohe Zustimmung bei Studierenden mit Anwesenheitspflicht bei 100% positiver Zustimmung ist darauf zurückzuführen, dass es sich um eine sechsstündige Blockveranstaltung handelt und die Aktivierungsphasen verständlicherweise begrüßt werden. Es zeigt aber auch, dass viele über die Zeit verteilte Aktivierungsphasen dem Konzept einer vierstündigen Vorlesung mit anschließender zweistündiger Übungsstunde vorzuziehen ist. Die 80% positive Bewertung bei Studierenden ohne Anwesenheitspflicht beziehen sich auf eine 90-minütige Vorlesung. Auch

hier kann festgestellt werden, dass in einer 90-minütigen Vorlesung die Aktivierungsphasen von den Studierenden als nützlich angesehen werden.

Gruppenarbeit und Gespräch mit Lehrendem: Hier ist in der Bewertung ein Unterschied zwischen Studierenden mit und ohne Anwesenheitspflicht festzustellen. Die freiwillig Anwesenden haben das Gespräch mit dem Lehrenden höher bewertet als die Gruppenarbeit. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass Studierende, die ohne Anwesenheitspflicht die Vorlesung besuchen, eher das Gespräch mit dem Lehrenden suchen. Bei Anwesenheitspflicht bewerten auch die Studierenden, die die Veranstaltung nicht für sinnvoll halten. Ein Grund für den guten Wert in der Zusammenarbeit mit Kommilitonen_innen ist eventuell darin zu finden, dass durch die permanente Anwesenheit und daraus folgender gleicher Sitzordnung sich Arbeitsgruppen gebildet haben, die die Studierenden als Unterstützung für ihr Lernen empfinden.

Der Fragebogen erhielt noch ein offenes Feld, in dem die positiven und negativen Aspekte der Vorlesung beschrieben werden konnten. Erfreulicherweise haben 50 von 54 Studierenden diese Möglichkeit genutzt. Dabei wurden die Aktivierung und insbesondere die Anwendungen häufig positiv hervorgehoben. Wurden die Erklärungen des Lehrenden von Studierenden ohne Anwesenheitspflicht fast ausschließlich positiv hervorgehoben, bestand bei Anwesenheitspflicht ein ausgeglichenes Verhältnis (5:5). Unter anderem wurde das zu hohe Tempo beklagt.

6.1.2 Fünf mathematische Aufgaben

Die folgenden fünf Aufgaben wurden ausführlich behandelt und am Ende des Vorlesungsabschnitts Analysis wurden die Studierenden zu Interesse, Verständnis und Schwierigkeitsgrad befragt.

- A. Modellierungsaufgabe (siehe Abschnitt 4)
- B. Einkommenssteuerfunktion (Erklärung der Funktion und Interpretation des Grenzsteuersatzes)
- C. Modellierungsaufgabe (Internetcafé, Umsatzmaximierung, Kettenregel, siehe Kaiser et al., 2015)
- D. Kostenfunktion (Interpretation 1. und 2. Ableitung, siehe Abschnitt 3)
- E. Einzeichnen der Funktion $f(x, y) = \sqrt{xy}$

Aufgabe	interessant und verständnisfördernd	interessant, aber zu leicht	interessant, aber zu schwer	nicht interessant/erinnern	Teilnehmer_innenzahl
A	87 %	2 %	11 %	0 %	53
B	58 %	13 %	29 %	0 %	31
C	55 %	6 %	28 %	11 %	53
D	50 %	17 %	22 %	11 %	54
E	42 %	7 %	40 %	11 %	53

Insgesamt kann festgestellt werden, dass ein hohes Interesse an den Aufgabentypen besteht. Die sehr ausführlich bearbeitete und besprochene Modellierungsauf-

gabe A empfanden 87% der Studierenden auch als verständnisfördernd. Mit zunehmenden Schwierigkeitsgrad steigt der Anteil derjenigen, die die Aufgaben als zu schwer bewerten. Das insgesamt positive Ergebnis in einer Phase vor der Klausurvorbereitung konnte in der Klausur nicht ganz bestätigt werden. Es gab leichte Abweichungen nach unten, sie waren aber nicht gravierend.

Klausur: Aus den Klausuren ging hervor, dass bei der Bearbeitung einer Modellierungsaufgabe des Typs wie in Abschnitt 4 beschrieben, eine deutliche Verbesserung im Vergleich zu den Vorjahren erzielt wurde. Allerdings musste festgestellt werden, dass bezüglich des allgemeinen mathematischen Verständnisses insgesamt im Vergleich zu den Vorjahren keine Veränderung eingetreten ist. Es muss dabei aber auch erwähnt werden, dass schon in den Vorjahren die genannten verständnisfördernden Maßnahmen eingesetzt wurden, wenn auch noch nicht so gezielt.

6.2 Vorlesung Wirtschaftsstatistik

In der Wirtschaftsstatistikvorlesung (ohne Anwesenheitspflicht) wurde untersucht, für welche in der Vorlesung behandelten Themen sich die Studierenden interessierten. Zu den im Modulhandbuch vorgegebenen Lerninhalten aus der Deskriptiven Statistik, der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Schließenden Statistik wurden zum Teil aktuelle Themen herangezogen und unter statistischen Gesichtspunkten besprochen. Am Ende des Semesters bekamen die Studierenden die Möglichkeit, die einzelnen Themen mit „interessant“, „uninteressant“ oder „kann mich nicht erinnern“ zu bewerten. Diese Umfrage wurde bisher zweimal durchgeführt, in den Sommersemestern 2016 und 2017.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 und 3 dargestellt.

Tabelle 2: Befragung zur Wirtschaftsstatistikvorlesung Sommersemester 2016 (5 SWS), 23 Teilnehmer_innen

Rang	Thema	interessant	uninteressant	kann mich nicht erinnern
1.	Manipulationen mit statistischen Zahlen	22	0	1
2.	Brexit – Umfrage	21	1	1
3.	Wirtschaftsstatistik zur Eurokrise	19	0	4
4.	Finanzmärkte: Beurteilung von Risiken	17	0	6
5.	Qualitätskontrolle (z.B. Überprüfung von Maschinen)	16	3	4
6.	Satz von Bayes: Aids- Test	15	2	6
7.	Börse: Affen, die Aktien auswählen (Dart-scheibe)	15	7	1
8.	Selbst ausgefüllter Fragebogen und Auswertung zu Beginn der Veranstaltung	13	6	4
9.	Überbuchungen bei Flügen oder Reiseveranstaltungen	12	3	8
10.	Gini- Koeffizient: Maß zur Ungleichheit	3	7	13

Tabelle 3: Befragung zur Wirtschaftsstatistikvorlesung Sommersemester 2017 (4 SWS), 24 Teilnehmer_innen

Rang	Thema	interessant	uninteressant	kann mich nicht erinnern
1.	Qualitätskontrolle (z.B. Überprüfung von Maschinen)	22	2	0
2.	Geldpolitik, Inflation, Berechnung der Kerninflation	19	4	1
3.	Manipulationen mit statistischen Zahlen	17	4	3
4.	Finanzmärkte: Beurteilung von Risiken	16	6	2
5.	Börse: Affen, die Aktien auswählen (Dart-scheibe)	16	6	2
6.	Umfragen – Wahlen in Frankreich / Großbritannien	14	10	0
7.	Satz von Bayes: Aids- Test	12	5	7
8.	Gini-Koeffizient: Maß zur Ungleichheit, IWF-Studie	11	10	3

Obwohl den Themen in den beiden Jahren nicht das gleiche Gewicht zugemessen wurde, sind die Ergebnisse sehr ähnlich. Auch wenn die Teilnehmer_innenzahlen nicht groß sind, erscheinen folgende Interpretationen möglich. Qualitätskontrolle und Manipulationen mit statistischen Zahlen, die dem Aspekt Nützlichkeit zuzuordnen sind, wurden besonders gut bewertet. Auch die europäischen Themen Brexit, Eurokrise und Inflation (EZB) stoßen durchaus auf Interesse. Wohingegen der Gini-Koeffizient, der im zweiten Jahr ausführlicher im Zusammenhang mit einer IWF-Studie besprochen wurde und ein in den Medien häufig auftretendes Thema ist, klar abfällt. Das sind Ergebnisse, die so nicht unbedingt zu erwarten waren und einen Einfluss auf die zukünftigen Vorlesungen haben werden.

Bemerkenswert ist das gute Ergebnis zum Thema „Geldpolitik, Inflation, Berechnung der Kerninflation“, auf das noch einmal näher eingegangen werden soll. Wie schon in der Wirtschaftsmathematikvorlesung wurde zu Beginn der Veranstaltung eine gut vorbereitete Einführungsaufgabe vorgelegt. Sie beinhaltete die Berechnung der Kerninflation auf der Grundlage aktueller Daten. Dieses Thema war einerseits im ersten Halbjahr 2017 in den Medien präsent und andererseits erfordert die Berechnung das Erkennen von Strukturen, die später in der Vorlesung auch in der Wahrscheinlichkeitstheorie bei der Bestimmung von Erwartungswerten und bedingten Wahrscheinlichkeiten eine Rolle spielen. Die Studierenden hatten dabei Schwierigkeiten aus dem Preiskaleidoskop des Statistischen Bundesamtes die Kerninflation zu berechnen. Aus Gesprächen ging hervor, dass sie den mathematischen Aufgabentyp nicht mochten, ganz im Gegensatz zur oben ausführlich beschriebenen Modellierungsaufgabe mit den Umzugswagen in der Wirtschaftsmathematikvorlesung. Das Thema hingegen interessierte sie offensichtlich. Das lag wohl unter anderem daran, dass an der Kerninflation frühzeitig abgelesen werden konnte, dass die Inflationsgefahr nicht bestand, so wie sie von Teilen der Medien geschildert wurde, als die Inflation kurzfristig geringfügig über das Inflationsziel von knapp 2% stieg. Um die Aufgabe in der Zukunft mathematisch attraktiver zu gestalten, wird es erforderlich sein, die Problemstellung mit einer reduzierten Datenmenge neu zu konstruieren.

Hervorzuheben ist das Ergebnis, dass 83% der Studierenden sich für statistische Manipulationen interessieren. Da die Wirtschaftsstatistiker Bosbach und Krämer schon seit längerem dafür plädieren (Bosbach & Korff, 2017; Krämer, 2015), diesem Thema einen höheren Stellenwert in den Vorlesungen einzuräumen, könnte dieses Ergebnis, wenn es sich in anderen Umfragen bestätigt, diese Forderung unterstützen.

Abschließend nach zwei Semestern Mathematik und Statistikveranstaltungen mit den genannten Anwendungsbezügen und Aktivierungsmaßnahmen wurden die Studierenden ohne Anwesenheitspflicht (!) befragt, inwieweit sich ihre Einstellung zur Mathematik verändert habe. Das Ergebnis war, dass 62% angaben, dass sich ihre Einstellung verbessert habe und 36% keine Veränderung feststellen konnten.

7. Fazit

Aus den Ergebnissen der Untersuchung kann geschlossen werden, dass die Studierenden die verständnisfördernden Maßnahmen sehr positiv aufgenommen haben. Die Methoden fruchteten jedoch noch nicht in dem gewünschten Maße. Zwar konnte eine deutliche Verbesserung beim Modellieren festgestellt werden, eine Erhöhung des allgemeinen mathematischen Verständnisses im leistungsmäßig mittleren Bereich der Studierenden wäre aber noch wünschenswert.

Die guten Bewertungen der Studierenden sind auch darauf zurückzuführen, dass ganz offen die Interessen der Zielgruppe in den Vordergrund gerückt wurden. Dies hatte auch zur Folge, dass die Fragebögen sehr gewissenhaft ausgefüllt wurden und das offene Feld für Anmerkungen von 92% der Teilnehmer_innen genutzt wurde. Der Ansatz der Studierendenforschung nach SOTL-Typologie (Huber, 2014) bietet hier offenbar eine Möglichkeit, die Motivation, Volition und Emotion zu steigern, insbesondere auch deshalb, weil in der Wirtschaftsmathematik und Statistik vielfältige Anwendungsmöglichkeiten existieren. Die Förderung des prozeduralen Wissens über Aktivierung wurde von den Studierenden sehr deutlich befürwortet und wird weiterhin ein zentraler Bestandteil der Veranstaltungen bleiben. Insbesondere der hohe Zuspruch bei Aktivierungsmaßnahmen im Rahmen einer 90-minütigen Vorlesung ist bemerkenswert. Es ist zu vermuten, dass die in diesem Sinne veränderten Vorlesungskonzepte an vielen deutschen Hochschulen auch im Fach Mathematik von den Studierenden angenommen werden würden.

Aufschlussreich war auch der Unterschied in den Studiengängen mit und ohne Anwesenheitspflicht bezüglich der Gruppenarbeit. Da sich unter den Studierenden mit Anwesenheitspflicht naturgemäß ein größerer Anteil der leistungsmäßig Schwächeren befindet als bei denen ohne Anwesenheitspflicht, ist es bemerkenswert, dass die erstgenannten den Nutzen der Gruppenarbeit höher bewerteten. Eine mögliche Deutung wäre, dass leistungsmäßig Schwächere von der Gruppenarbeit profitieren. Aufgrund der Teilnehmer_innenzahl von 54 Studierenden ist einschränkend zu sagen, dass die Untersuchungsergebnisse über die Lehrveranstaltung hinaus nicht generalisierbar sind. Nach dem Ansatz des SOTL geht es in der Untersuchung aber in erster Linie darum, den konkreten Lehrkontext formativ weiterzuentwickeln. Insofern hat der Ansatz, mit einer Untersuchung Erkenntnisse zur eigenen Lehre zu gewinnen, durchaus Transferpotential.

Literatur

- Abel, H. & Weber, B. (2014). 28 Jahre Esslinger Modell – Studienanfänger und Mathematik. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 9-20). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S. & Wassong, T. (Hrsg.). (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Bosbach, G. & Korff, J. (2017). *Die Zahlentricks. Das Märchen von den aussterbenden Deutschen und andere Statistikklüge*. München: Wilhelm Heyne Verlag.
- Büchter, A. & Henn, H. (2015). Schulmathematik und Realität – Verstehen durch Anwenden. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 19-50). Berlin Heidelberg: Springer.
- Dietz, H.M. (2016). CAT –ein Modell für lehrintegrierte methodische Unterstützung von Studienanfängern. In A. Hoppenbrook, R. Biehler, R. Hochmuth & H. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen in der Studieneingangsphase* (S. 131-147). Wiesbaden: Springer.
- Feudel, F. (2018). Verständnis der Ableitung im Kontext der Grenzkosten in der Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 533-536). Münster: WTM Verlag.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematik als pädagogische Aufgabe* (S. 76). Stuttgart: Klett, Band 1.
- Heinisch, I., Eichler, K.P. & Romeike, R. (2016). Wissenschaftliche Begleitung eines Projekts zur Umstellung auf kompetenzorientierte Lehre. In M. Merkt, C. Wetzel & N. Schaper (Hrsg.), *Tagungsband 127: Professionalisierung der Hochschuldidaktik* (S. 241-250). Bielefeld: Bertelsmann-Verlag.
- Herget, W. (2013). Funktionen – immer gut für eine Überraschung. In H. Allmendinger, K. Lengnink, A. Vohms & G. Wickel (Hrsg.), *Mathematik verständlich unterrichten, Perspektiven für Unterricht und Lehrerbildung* (S. 47-61). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen, Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08*. Hannover: HIS Hochschul-Informationssystem GmbH.
- Hofe vom, R., Lotz, J. & Salle, A. (2015). Analysis: Leitidee Zuordnung und Veränderung. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 149-184). Berlin Heidelberg: Springer.
- Huber, L. (2014). Scholarship of Teaching and Learning: Konzepte, Geschichte, Formen, Entwicklungsaufgaben. In L. Huber, A. Pilniok, R. Sethe, B. Szczyrba & M. Vogel (Hrsg.), *Forschendes Lehren im eigenen Fach, Blickpunkt Hochschuldidaktik*, 125, (S. 19-36). Bielefeld: Bertelsmann.
- Kaiser, G., Blum, W., Ferri, R. & Greefrath G. (2015). Anwenden und Modellieren. In R.

- Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 357-384). Berlin Heidelberg: Springer.
- Keller, U., Stippler, G., Hofmann, Y., Köhler, T., Waldherr, F. & Walter, C. (2016). Das Projekt HD MINT – ein neuer Weg zu verständnisorientierter Hochschullehre. In M. Merkt, C. Wetzel & N. Schaper (Hrsg.), *Tagungsband 127: Professionalisierung der Hochschuldidaktik* (S. 218-227). Bielefeld: Bertelsmann-Verlag.
- Khdm, Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik (2019). *AG Mathematik Wirtschaftswissenschaften, Leibniz Universität Hannover, Universität Kassel, Universität Paderborn*. Abgerufen am 29. Juni 2019 von <https://www.khdm.de/ag-wiwi-math/>
- Krämer, W. (2015). *So lügt man mit Statistik*. Frankfurt a.M.: Campus Verlag GmbH
- Lankeit, E. & Biehler, R. (2018). Wirkungen von Mathematikvorkursen auf Einstellungen und Selbstkonzepte von Studierenden. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*, Band III (S. 1135-1138), Münster: WTM-Verlag.
- Leisen, J. (2011). *Kompetenzorientiert unterrichten*. Abgerufen am 29. Juni 2019 von <http://www.josefleisen.de/downloads/kompetenzorientierung/01%20Kompetenzorientiert%20unterrichten%20-%20NiU%202011.pdf>
- Leuders, T. (2015). Aufgaben in Forschung und Praxis. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 435-460). Berlin Heidelberg: Springer.
- Risch, M. (2014). Anfangsschwierigkeiten von Hochschulstudenten und Fehlverständnisse in Mathematik und Naturwissenschaften. In L. Huber, A. Pilniok, R. Sethe, B. Szczyrba & M. Vogel (Hrsg.), *Forschendes Lehren im eigenen Fach, Blickpunkt Hochschuldidaktik*, 125, (S. 203-228). Bielefeld: Bertelsmann.
- Roth, J., Bauer, T., Koch, H. & Prediger, S. (Hrsg.). (2015). *Übergänge konstruktiv gestalten, Ansätze für eine zielgruppenspezifische Hochschuldidaktik Mathematik*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Schoening, M. & Wulfert, R. (2014). Studienvorbereitungskurse „Mathematik“ an der Fachhochschule Brandenburg. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 213-229). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Voßkamp, R. & Laging, A. (2014). Teilnahmeentscheidungen und Erfolg. Eine Fallstudie zu einem Vorkurs aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 67-84). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Weinert, F. (2002). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17-31). Weinheim: Beltz-Verlag.
- Zentrum für Hochschuldidaktik und angewandte Hochschulforschung (ZHH), Hochschule Magdeburg-Stendal (2019). Abgerufen am 29. Juni 2019 von

<https://www.hs-magdeburg.de/hochschule/einrichtungen/zhh/zhh-weiterbildung-und-service.html>

Autor

Dr. Jürgen Bennies. Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Wirtschaft, Stendal, Deutschland; Email: juergen.bennies@hs-magdeburg.de



Zitiervorschlag: Bennies, J. (2019). Verständnisfördernde Lehr-Lernmethoden in den Fächern Wirtschaftsmathematik und Wirtschaftsstatistik durch Anwendung, Visualisierung und Aktivierung. *die hochschullehre*, Jahrgang 5/2019, 399-420, online unter: www.hochschullehre.org