

Stärkung der Anfangsmotivation und der Digitalisierung im Mathematikpraktikum der Wirtschaftsinformatik

LEHRPORTFOLIO

ausgearbeitet von

Dietlind Zühlke

vorgelegt an der

TECHNISCHEN HOCHSCHULE KÖLN

im Rahmen des

LEHRENDEN-COACHINGS

Coach: Timo van Treek
Technische Hochschule Köln

Siegburg, im Juli 2020

Inhaltsverzeichnis

1 Fragestellung	3
2 Meine Lehre	5
2.1 Zielgruppe und Inhalte (Kontext)	5
2.2 Meine Lehrphilosophie	5
3 Mein Vorgehen	8
3.1 Kontext Lehrveranstaltung	8
3.2 Problemstellung und Hypothesen	9
3.3 Bearbeitung Hypothesen	10
3.3.1 Greifbare Anwendungsszenarien	10
3.3.2 Leichtere Zugänglichkeit zu Informationen	10
3.3.3 Digitale Form	10
3.4 Auswertung der Ergebnisse	11
3.4.1 Evaluation greifbare Anwendungsszenarien	12
3.4.2 Evaluation leichte Zugänglichkeit von Informationen	12
3.4.3 Evaluation digitale Form	13
4 Fazit und Perspektive	14
5 Anhang	15
Literaturverzeichnis	24

Kurzfassung

Zum Sommersemester 2020 übernahm ich die Gestaltung eines bestehenden Mathematikpraktikums der Wirtschaftsinformatik im Rahmen der Übergabe von Lehrveranstaltungen aus der Vertretungsprofessur in meine Verantwortung. Der Vertretungsprofessor Prof. Giannakopoulos empfahl eine Überarbeitung des Praktikums. Aus Feedback der Studierenden und Kolleg*innen ergab sich als Hauptkritikpunkt, dass der Realweltbezug der behandelten mathematischen Themen (auch für den weiteren Studienverlauf) nicht deutlich genug sei und deshalb die Motivation der Studierenden für die Durchführung des freiwilligen Praktikums nicht ausreichend wäre.

Im Rahmen der Corona-Pandemie stellte sich das klassische Praktikumsformat zudem als nicht digital genug heraus, weswegen Schritte zur Digitalisierung unternommen worden.

Das vorliegende Lehrportfolio reflektiert und dokumentiert die von mir induzierten Veränderungen am Mathematikpraktikum im Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik am Campus Gummersbach.

1 Fragestellung

Im Sinne des Scholarship of Teaching and Learning (Hutchings u. Shulman (1999)) möchte ich in diesem Lehrportfolio die Bearbeitung einer, meine Lehre betreffenden Fragestellung erläutern. Lehrfragestellungen können dabei in unterschiedliche Perspektiven unterschieden werden:

- Studentisches Lernen ergründen: Hierbei geht es um eine umfassende Betrachtung der Studien- und Lernverläufe bei Studierenden eines Lehrbereichs unter Berücksichtigung der entsprechenden Rahmenbedingungen und Voraussetzungen.
- Lehrplanung fundieren: Hier wird für eine bestimmte Lehrveranstaltung die einschlägige hochschuldidaktische und lehr-/lernforschungsbezogene Diskussion aufgegriffen, um geeignete Empfehlungen und Konzepte zu erarbeiten.
- Lehrinnovationen analysieren: In diesem Fall wird die Veränderung / Innovation einer Lehrveranstaltung untersucht, wobei der theoretischen Fundierung des Konzeptes sowie der Evaluation eine besondere Bedeutung zukommt.
- Curriculum entwickeln: Fragestellungen dieser Art beziehen sich auf die fundierte Planung und Konzeption großer Teile von oder ganzer Curricula.

Im Rahmen meiner aktuellen Lehrsituation habe ich mich für eine Fragestellung entschieden, die sich zwischen den Perspektiven “Lehrplanung fundieren” und “Lehrinnovationen analysieren” aufspannt:

Wie kann ein freiwilliges Mathematikpraktikum im zweiten Semester des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsinformatik so gestaltet werden, dass Studierende es als empfehlenswertes, zeitgemäßes Lehrangebot wahrnehmen und motiviert mitarbeiten?

Die Frage der aktivierenden, problemorientierten und lernförderlichen Gestaltung von mathematischen Grundlagenformaten ist wichtig und wird fachdidaktisch viel diskutiert (siehe z.B. mehrere Beispiele in Hoppenbrock u. a. (2013)). Für mich geht es vor allem darum, die Berührungsängste mit der Mathematik zu verringern und die Studierenden die Nützlichkeit der Mathematik als universelles Instrument zur Modellierung und Problemlösung erfahren zu lassen.

Dabei ist aus meiner persönlichen Sicht die wichtigste Kompetenz, die Grundlagenmathematik in der Informatik vermitteln sollte, eine Abstraktionsfähigkeit, die es ermöglicht, komplexe Zusammenhänge mit Hilfe mathematischer Instrumente konsistent und umfassend darzustellen und damit einer Lösung zuzuführen. In der internationalen fachdidaktischen Sprache wird dies als mathematische Modellierungskompetenz beschrieben (siehe z.B. in Borromeo Ferri u. Blum (2018) oder Engel (2018)).

Obwohl diese Kompetenz seit den Bildungsstandards im Jahre 2003 im schulischen Mathematikunterricht verankert ist (Borromeo Ferri u. Blum (2018)), wird sie bei den

1 Fragestellung

Schülern meist nicht erreicht (Riegler (2014)). Für Studierende gerade unterer Semester wird Mathematik häufig als „Angstfach“ und „Belastung“ erlebt (Risch (2014)). Das hat auch damit zu tun, dass in der Grundlagenmathematik an der Hochschule der Übergang von der Schulmathematik zur noch stärker abstrahierenden wissenschaftlichen Nutzung von Mathematik geschafft werden muss. Dafür ist es auch notwendig, Fehlvorstellungen aus der Alltagswelt entsprechend zu hinterfragen (siehe Risch (2014)) und für die wissenschaftliche Bearbeitung im Rahmen eines “conceptual change” (aus Hank (2015)) geeignete mathematische Abstraktionskonzepte zu erlernen.

Damit ordnet sich die Fragestellung auch dem aktuellen Diskurs und den Zielen bezüglich exzellenter Lehre der TH Köln zu: z.B. im Sinne von “Wir lernen in Projekten” und “Wir sind Bunt” (siehe Köln (2020) oder Köln (2018)).

2 Meine Lehre

2.1 Zielgruppe und Inhalte (Kontext)

Ich lehre Fächer mit Mathematikbezug hauptsächlich in den Studiengängen Informatik und Wirtschaftsinformatik (Bachelor und Master). Diese Fächer reichen von der Grundlagenmathematik für Wirtschaftsinformatik (zukünftig Mathematik 1 im ersten und 2 im zweiten Semester des Bachelorstudiengangs) bis zu komplexen Modellierungsfächern wie Data Mining (als WPF sowohl in den informatischen Bachelorstudiengängen, als auch im Master) oder Spezielle Gebiete der Mathematik.

Zwar sollen die hier betrachteten mathematischen Grundlagen den Studierenden in anderen Fächern im Sinne der Systematisierung und Modellierung hilfreich sein, in der Studierendenrealität wird das Fach jedoch häufig als bloße Hürde empfunden. Aussagen von Professor*innen und Studierenden früherer Jahrgänge legen nahe, dass Prüfungen in dem Fach häufig geschoben werden und teilweise ihr finales Nichtbestehen zum Ausschluss vom Studium führt.

2.2 Meine Lehrphilosophie

Nach einem Motto für meine Lehre gefragt, fällt es mir schwer, mit einem knackigen Satz zu antworten. Zu heterogen (im Sinne der Studierenden und Themen) und komplex erscheinen mir die Herausforderungen bezogen auf gute Lehre, als dass sie in dieser Form kondensiert werden könnten. Zusätzlich hat dieses Semester gezeigt, wie sehr das Lehrverständnis auch an die möglichen Rahmenbedingungen geknüpft ist. Die Notwendigkeit der sofortigen Umstellung auf digitale Lehre wirft ganz neue Fragestellungen, Herausforderungen und Sichtweisen auf. Situationsbezogene Flexibilität und Offenheit für die Studierenden könnten noch am ehesten ein Metamotto darstellen.

Durch meine Tätigkeit als Unternehmensberaterin im Bereich Data Science (einem der wirtschaftlich wesentlichsten Anwendungsbereich der Mathematik in der Informatik) sind mir die Vermittlung analytischen Denkens und der mathematischen Modellierungskompetenz besonders wichtig. Damit auch eng verkoppelt ist die Förderung der Eigenständigkeit und Motivation von Studierenden.

Meine Erfahrung als Lernende im Studium war, dass ich mit dem klassischen Vorlesungsformat zwar durchaus zurechtkam, tiefes Lernen (Deep Learning im Sinne der Didaktik) aber vor allem im Zusammenhang mit den wöchentlichen Übungsaufgaben und deren Diskussion geschah. Die konkrete Möglichkeit zum Tun, Fragestellen, Diskutieren und Erläutern waren hilfreich, vor allem auch in einer selbst gewählten Lerngruppe und mit relativ zeitnaher Rückmeldung zu den Ergebnissen. Dies war auch der Grund, warum ich mich als Tutorin für spätere Semester engagierte, da ich dieses Format als besonders geeignet empfand.

2 Meine Lehre

Während meiner kooperativen Promotion war das Lernen geprägt durch mehrere Mentorenbeziehungen, in denen konstruktiv-kritische Interaktionen (Miyake (1986)) das Kernelement der Einsichtsgewinnung und des Lernens waren. Diese Form des Lehrens und Lernens ist zwar zeit- und emotionsintensiv, aber auch äußerst effizient. Hier war die Sondersituation allerdings, dass keine „richtige“ Antwort bekannt war. In meiner beruflichen Tätigkeit habe ich an mehreren online-angebotenen Kursen über Coursera (Coursera (2020)) und Udemy (Udemy (2020)) teilgenommen. Diese behandelten zumeist avancierte Modellierungs- und Programmiermöglichkeiten. Für das Lernen habe ich hier die unmittelbare Überprüfung des jeweils Gelernten durch automatisch korrigierte Aufgaben als besonders hilfreich empfunden. Sie ermöglichte eine konstruktive Interaktion mit sich selbst bzw. mit der zu lösenden Aufgabe.

In der beruflichen Tätigkeit bei Fraunhofer sammelte ich weitere Lehrerfahrungen in der beruflichen Weiterbildung, wo innovative Modellierungsverfahren und die von ihnen benötigten Rahmenbedingungen anhand konkreter Beispiele erläutert und bearbeitet wurden. Hier habe ich die Herausforderung erkannt, eine für die jeweilige Lernenden-gruppe geeignete Balance zwischen der Vermittlung von Inhalten und Kompetenzen zu finden und situationsangepasst die angebotenen Lerneinheiten zu adaptieren.

Aus diesen Erfahrungen aufbauend versuche ich meine Lehre kompetenzorientiert, am liebsten projekthaft mit direkter Interaktion in Form von konstruktiv-kritischer Interaktion zwischen Studierenden zu gestalten. Idealerweise möchte ich ihren Lernprozess dabei als eine Art Coach begleiten. Für mich bedeutet dies, den jeweiligen Lernfortschritt und gedanklichen Prozess der Studierenden stetig nachzuvollziehen, um zum Beispiel Fehlkonzepte zu identifizieren (siehe Risch (2014)) und in geeigneter Weise, wo sinnvoll und notwendig, elizitierend oder reparierend tätig zu werden. Eine solche Lehrgestaltung ist jedoch gerade im Bereich der mathematischen Grundlagenveranstaltungen teilweise schwierig umsetzbar.

Diese Ambivalenz spiegelt sich auch in meinen Ergebnissen des TPI (Teaching Perspectives Inventory siehe Pratt u. Collins (2020)) wieder (siehe Abbildung 2.2). Das Profil ist relativ ausgeglichen, da ich in verschiedenen Situationen unterschiedliche Rollen und Standpunkte einnehme. Zum Beispiel erscheint mir der Aspekt Transfer (TRANS – Wissensvermittlung) im Sinne des Anknüpfens an vorhandenes Wissen bei der Studierenden als nicht vernachlässigbar. Die stärkste Überzeugung (gekennzeichnet durch die Höhe der B-Balken in Abbildung 2.2) zeigt sich bei dem Aspekt des Nährens (NURTUR – etwa Motivation) – wenn auch nur mit leichtem Vorsprung –, bei der Intention (I-Balken) ist der Entwicklungsaspekt (DEVEL) am stärksten ausgeprägt. Das deckt sich mit meinen Reflexionen zu meinen Wünschen zur Lehre. Die Ausprägungen des Handlungsaspektes (A-Balken) zeigen jedoch, dass ich in der konkreten Lehrhandlung etwas mehr Gewicht auf das konkrete Ausführenlassen lege (APPREN), was sich wiederum mit meinen eigenen positiven Erfahrungen als Lernende deckt.

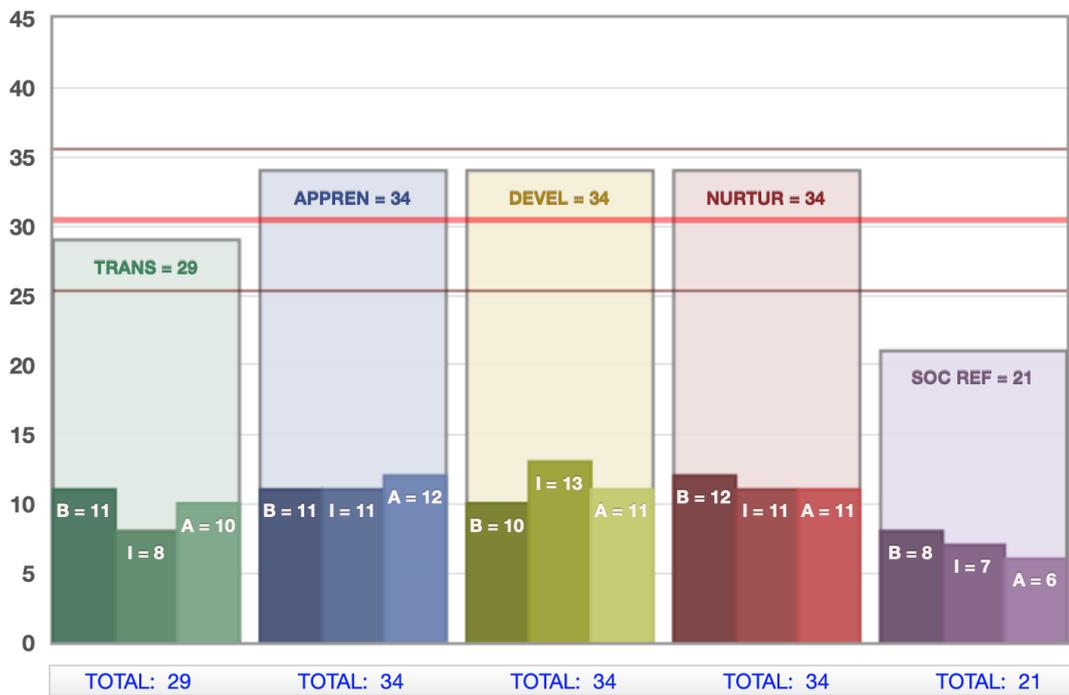


Abbildung 2.1: Ergebnisprofil meines Teaching Perspectives Inventory bezogen auf das genannte Mathematikpraktikum durchgeführt am 02.07.2020

3 Mein Vorgehen

3.1 Kontext Lehrveranstaltung

Das genannte Mathematikpraktikum ist Teil der Grundlagenmathematikveranstaltung für die Zweitsemesterstudierenden des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsinformatik. Die Veranstaltung besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung sowie dem Praktikum. Die Grundlagenmathematik soll dabei Themen vermitteln, die von weiteren Fächern wie beispielsweise Kryptographie und Netzwerktechnik, Datenbanken oder BWL aufgegriffen werden. Seit einigen Jahren ist das Mathematikpraktikum keine Zulassungsvoraussetzung mehr für die Klausur, sondern eine freiwillige Leistung im Rahmen der Mathematikausbildung des Bachelor Wirtschaftsinformatik. Seitdem ist der Anteil der Studierenden, die das Praktikum durchführen und abschließen stetig gesunken.

Im Rahmen der Reakkreditierung des Studiengangs Bachelor Wirtschaftsinformatik, sowie als Feedback auf frühere Durchführungen des Mathematikpraktikums in diesem Studiengang wurde Kritik sowohl seitens der Studierenden, als auch seitens der Kolleg*innen geäußert, dass die Inhalte zu wenig Realweltbezug erkennen lassen, zu wenig mit weiteren Studieninhalten verknüpft sind und nicht zeitgemäß aufbereitet und präsentiert werden (Stichwort: Digitalisierung). Auch wenn dieser Fokus auf Inhalte nicht meinem Lehrverständnis entspricht, so sind doch Aspekte der Kritik durchaus angemessen, wie ich später beleuchten werde.

Im bisherigen Praktikumsformat erarbeiteten die Studierenden in selbst gewählten Projektgruppen von 3-5 Personen je ein aus einem Katalog von Themen ausgewähltes, vertiefendes Mathematikthema, zu dem sie eine Präsentation vor ihren Mitstudierenden hielten. Diese Präsentation hatte zum Ziel, das Thema so zu vermitteln, dass die Mitstudierenden in der Lage waren, ein von der Projektgruppe erstelltes Arbeitsblatt selbstständig zu bearbeiten. Darüber hinaus wurde von den Projektgruppen jeweils ein Projektbericht erstellt, welcher eine detailliertere Versprachlichung der Präsentation zum Ziel hatte.

Für die Themenauswahl stand ein Katalog von 10 Themen (gegeben als Überschriften mit Referenzen, siehe Anhang Kapitel 5 Seite 15 ff) bereit. Die Studierenden sollten sich eigenständig in Projektgruppen zusammenfinden und 2 Themen vorauswählen. Im ersten Praktikumstermin (abgehalten in Termingruppen zu je maximal 25 Studierenden) wurden die Themen dann so vergeben, dass in jeder Termingruppe jedes Thema nur einmal bearbeitet wurde. Die Erarbeitung der Inhalte zum Praktikumsthema geschah selbstständig durch die Studierenden entweder allein aufgrund der gegebenen Literaturreferenz oder unter Einbeziehung weiterer Literatur / Quellen. Jedem Thema wurde eine Praktikumsbetreuer*in - aus unserem Kreis der Lehrenden - zugeordnet, die für Fragen oder Hilfestellungen zur Verfügung stand.

Das Praktikum umfasste für die Studierenden je vier Präsenztermine á zwei Semesterwochenstunden. Zusätzlich zur Themenvergabe soll im ersten Präsenztermin von den Studierenden ein Arbeitsblatt selbstständig bearbeitet werden. Es setzt sich mit einem grundlegenden Anwendungsproblem der Optimierung unter Nebenbedingungen auseinander. Zum zweiten Präsenztermin wurde jeweils ein Arbeitsblatt ausgegeben, welches spezifisch auf die Projektthemen abgestimmt war. Auch dieses sollte von den Studierenden selbstständig bearbeitet werden. Zur Unterstützung der Studierenden standen der Lehrende Prof. Giannakopoulos, der wissenschaftliche Mitarbeiter Herr Wagner sowie ein bis zwei studentische Hilfskräfte zur Verfügung und halfen den Studierenden auf Nachfrage.

3.2 Problemstellung und Hypothesen

Eine Zielsetzung der Veränderung des Mathematikpraktikums war es, die Motivation der Studierenden, speziell zu Beginn der Veranstaltung, zu erhöhen und somit mehr Teilnehmer*innen für das Praktikum zu begeistern. Wie bereits erwähnt, war die Beteiligung der Studierenden zuletzt immer weiter zurück gegangen. Während insgesamt zwischen 150 und 250 Studierende pro Semester das Modul besuchen könnten, gab es zuletzt weniger als 100, die das Praktikum abschlossen. Im hier betrachteten Sommersemester 2020 waren 227 Bachelorstudierende im Fach Wirtschaftsinformatik im zweiten Semester eingeschrieben und hätten das Modul bearbeiten können.

Um das Interesse der Studierenden zu wecken, sollte der Realweltbezug direkt zu Beginn der Beschäftigung mit den möglichen Themen klar erkennbar sein. Außerdem sollte es den Studierenden so einfach wie möglich gemacht werden, genug Anhaltspunkte für die Entscheidung für eines der Praktikumsthemen zu erhalten. Zusätzlich sollten die Studierenden leicht zugänglich weitere Übungsmöglichkeiten bezogen auf ihr Projektthema erhalten, weswegen eine Integration von projektbezogenen MathWeb-Übungen (siehe Giebertmann u. Friese (2018)) unmittelbar im betreffenden ILIAS-Ordner des Praktikums angestrebt wurde.

Zu Beginn des Semesters wurde außerdem durch die Beschränkungen im Rahmen der Corona-Pandemie klar, dass das übliche Präsenzverfahren des Praktikums so in diesem Semester nicht stattfinden könnte. Eine ohnehin geplante verstärkte Digitalisierung des Formates wurde deshalb unabdingbar.

Die Veränderung des Mathematikpraktikums wurde durch folgende Hypothesen getrieben:

- Greifbare Anwendungsszenarien wecken das Interesse der Studierenden.
- Leicht zugängliche Informationen verringern die Gefahr der Demotivation der Studierenden.
- Das Praktikum kann auch in digitaler Form für die Studierenden motivierend und wertbringend durchgeführt werden.

3.3 Bearbeitung Hypothesen

Im folgenden beschreibe ich, welche Maßnahmen ergriffen wurden, um die Lehrveranstaltung entlang der Hypothesen zu verändern.

3.3.1 Greifbare Anwendungsszenarien

Um die Studierenden direkt zu Beginn des Semesters und des Praktikums für die freiwillige Durchführung zu gewinnen, sollte der Anwendungsbezug des Praktikums stärker erkenntlich gemacht werden. Die bisher zur Auswahl gestellten Themen waren teilweise nur anhand ihrer mathematischen Bezeichnung kenntlich gemacht, z.B. "Markov-Prozesse". Der Anwendungsbezug wäre für Studierende erst nach Recherche der Themen in der angegebenen (physischen) Literatur ersichtlich gewesen. Dies habe ich verändert, indem ich in den auswählbaren Themenbezeichnungen den Anwendungsbezug direkt genannt habe und auch in der Beschreibung der Themen explizit auf die zu betrachtende Anwendung eingegangen bin.

3.3.2 Leichtere Zugänglichkeit zu Informationen

Diese Veränderungen hin zum Anwendungsbezug zahlen auch auf den Bereich der leichteren Zugänglichkeit der Informationen ein. In der Überarbeitung habe ich eine ausführlichere, aber kurze Beschreibung des Themas genutzt, um den Studierenden einen besseren Einstieg in die Thematik zu erlauben, z.B. "Für die Organisation von Verleihstationen möchte ein Fahrradverleih wissen, wie die Fahrräder auf die Stationen verteilt werden können, damit die Anzahl der morgens in den Filialen verfügbaren Fahrräder konstant bleibt. Dafür modelliert man für die Filialen mögliche Zustandswechsel (z.B. eine Anzahl x an Fahrrädern wurde ausgeliehen) und bildet daraus einen sogenannten Markov-Prozess. Damit lässt sich ermitteln, ob es eine ideale Verteilung der Fahrräder gibt.". Außerdem habe ich die jeweiligen mathematischen Grundlagen für die Themen angegeben, damit die Studierenden direkt eine Einschätzung gewinnen konnten, inwieweit sie für das entsprechende Thema vorbereitet sind (siehe Seite 19 ff). Die Literaturangaben wurden überarbeitet, um nur über die Bibliothek vorhandene Ebooks als Grundlage zu haben und nicht mehr auf physische Literatur angewiesen zu sein.

3.3.3 Digitale Form

Bereits vor Beginn der Corona-Pandemie war es mir ein Anliegen, den Studierenden durch eine stärkere Digitalisierung den Zugang zu Informationen, Übungen und Rückmeldungen zu erleichtern. Durch die Corona-Pandemie wurde die Digitalisierung von einer guten Möglichkeit zu einer unverzichtbaren Notwendigkeit.

Das Team zur Durchführung des Praktikums bestand aus Prof. Giannakopoulos (dem Vertretungsprofessor), Herrn Wagner (wissenschaftlicher Mitarbeiter), einer studentischen Hilfskraft und mir. Gemeinsam mit Prof. Giannakopoulos habe ich zu Beginn des Semesters mehrere Optionen zur Durchführung des Praktikums diskutiert:

1. Es wird kein Praktikum durchgeführt.

2. Das Praktikum wird ohne “Präsenzphasen” durchgeführt. Das bedeutet, die Studierenden wählen ihre Themen und können die Aufgabenblätter bearbeiten, aber es gibt keine explizit reservierte Zeit für Rückfragen / Diskussionen mit den Betreuer*innen.
3. Das Praktikum wird im prinzipiellen Ablauf beibehalten, wobei die “Präsenzphasen” über Zoom durchgeführt werden.
4. Das Praktikum wird durch verpflichtende Online-Übungen mit MathWeb ersetzt.
5. Es wird ein komplett neues, digitales Format erarbeitet und durchgeführt.

Die Optionen 1,2 und 4 erschienen uns im Sinne der Ankopplungsmöglichkeit an die Studierenden als ungeeignet. Option 5 war leider aufgrund des kurzen Zeitraums zwischen Entscheidung für ein Online-Semester und Beginn desselben nicht umsetzbar. Deshalb habe ich gemeinsam mit Prof. Giannakopoulos entschieden, den prinzipiellen Ablauf des Praktikums aufrecht zu erhalten. Die Präsenztermine fanden als Zoom-Sessions statt, in denen die sonst auf Räume verteilten Projektgruppen mit ihren Betreuer*innen auf Breakout-Sessions aufgeteilt wurden.

Zusätzlich sollten die Studierenden weitere Übungsmöglichkeiten erhalten. Da bei etwa 200 Studierenden der logistische Aufwand für eine wöchentliche Korrektur von Übungsaufgaben nicht leistbar ist, entstand die Idee, MathWeb (siehe Giebermann (2020) und Giebermann u. Friese (2018)) als Tool für zusätzliche Übungsmöglichkeiten zu etablieren. Ich wollte für jedes Praktikumsthema eine geeignete Sammlung von hinführenden Aufgaben erstellen, die von den Studierenden dann selbstständig durchgeführt werden können. MathWeb kann dabei in Ilias eingebunden und von den Studierenden direkt aus dem Praktikumsverzeichnis heraus aufgerufen werden. Bei der Erstellung der entsprechenden “Lernkarten” für MathWeb zeigte sich, dass der aktuelle Aufgabenumfang für manche Themen gut geeignet war (matrizenbasierte Themen), für andere allerdings weniger (statistische und stochastische Themen). Auch deshalb schied eine Gestaltung des Praktikums gänzlich über MathWeb aus. Dennoch wurden die (mal umfassenderen, mal kleineren) themenbezogenen Lernkarten den Studierenden über den Ilias-Zugang des Mathematikpraktikums zur Verfügung gestellt und die Möglichkeit, dort themenbezogen zu Üben, in der jeweils ersten Praktikumsitzung erwähnt. Eine ausführlichere Beschreibung der Möglichkeiten oder Demonstration der MathWeb-Lernkarten fand jedoch nicht statt.

3.4 Auswertung der Ergebnisse

Eine Evaluation der vorgenannten Maßnahmen ist schwierig quantitativ umzusetzen. Neben den ohnehin gegebenen Schwierigkeiten, einen solch komplexen Vorgang wie Motivation und Lernen zu quantifizieren, entsteht durch die Corona-Pandemie eine Ausnahmesituation, die jegliche Vergleichbarkeit mit früheren Ergebnissen unmöglich macht. Im Sinne des Scholarship of Teaching and Learning (Huber (2015)) ist außerdem der Diskurs über die Beobachtungen als wichtiger einzuschätzen.

Die quantitativen Ergebnisse seien hier die Vollständigkeit halber trotzdem aufgeführt. Von 227 zurückgemeldeten Studierenden meldeten sich xxx für das Prak-

tikum an. Nach der zweiten Praktikumssitzung waren noch yyy Studierende dabei, abgeschlossen haben das Praktikum zz Gruppen mit insgesamt rr Studierenden.

Im Folgenden möchte ich mich ausführlich mit den qualitativen Evaluationsmöglichkeiten befassen.

3.4.1 Evaluation greifbare Anwendungsszenarien

Während des jeweils ersten Praktikumstermins dürfen die Studierendenkleingruppen (3-5 Personen) ihre Themenvorauswahl verkünden (2 Themen). Daraufhin wird in der gesamten Praktikumsgruppe (etwa 25 Studierende) abgestimmt, welche Gruppe, welches Thema bearbeiten kann, so dass es keine Themenüberschneidungen gibt. Bei der Verteidigung ihrer Themenwahl äußerten sich manche Studierende, dass sie ein ganz bestimmtes Thema machen wollen, weil sie das am meisten interessierte. Dies ist ein gutes Indiz, dass die Themen motivierend wirkten. Zum Teil hatten Studierende auch ein Thema gewählt, zu dem sie sich beim Fachabitur schon Vorwissen erworben hatten (in dem Fall Marktgleichgewicht und Marktpreis), welches jetzt gezielt um eine mathematische Modellierungsmöglichkeit erweitert wurde (Berechnung des von Konsumenten auf dem Markt insgesamt gespartes Vermögen, da sie sonst auch zu einem höheren Preis als dem Marktpreis gekauft hätten).

3.4.2 Evaluation leichte Zugänglichkeit von Informationen

Zur Nutzung der angegebenen Ebook-Quellen gab es teilweise während der ersten Praktikumssitzungen Rückmeldung von den Studierenden. Die Notwendigkeit, über VPN im Netz der TH Köln eingeloggt sein zu müssen, um die Bücher runterladen zu können, hatte für einige Studierenden eine Hürde dargestellt, die in den Sitzungen aber schnell aufgelöst werden konnte. Auch wenn die Bearbeitung der Praktikumsfragen prinzipiell allein mit der vorgegebenen Literatur möglich gewesen wäre, so hat jede Gruppe, die das Praktikum abgeschlossen hat, weitere Literatur verwendet. In den zum Praktikum abgegebenen Reports konnte die Quellennutzung nachvollzogen werden. Die vorgegebenen Ebooks wurden dabei seltener in den Zitaten genutzt als gedacht, was auf Nachfrage mit den komplizierten "Formulierungen" in den Büchern begründet wurde. Es fällt auf, dass häufig Videoquellen genutzt werden. Eventuell sollten diese in Zukunft auch angeboten werden. Damit würde eine angemessene Qualität der verwendeten Quellen sichergestellt werden können, die aktuell in der Selbstrecherche nicht unbedingt gegeben ist. Jedoch ist genau die Auseinandersetzung mit der Qualität von Quellen auch ein wichtiger Lernschritt in der Aneignung einer wissenschaftlichen Arbeitsweise. Deshalb wäre eine gemeinsame Reflexion der von den Studierenden aufgetragenen Quellen vermutlich der noch effektivere Weg. Schwierig war für die Studierenden zudem die nicht einheitliche mathematische Notation in verschiedenen Quellen. Dies ist eine wichtige Herausforderung im Zusammenhang mit mathematischer Literatur, die künftig explizit in der Wissens- und Kompetenzvermittlung aufgegriffen werden sollte.

3.4.3 Evaluation digitale Form

Für die Evaluation der digitalen Form möchte ich mich auf zwei Evaluationsrichtungen konzentrieren: die Gestaltung der Präsenztermine mit Zoom und das Angebot von MathWeb-Übungen über Ilias.

Zoom als Medium für Präsenztermine Prinzipiell bietet Zoom gute Möglichkeiten für die Gestaltung der Präsenztermine. Die Größe der jeweiligen Studierendengruppen eines Präsenztermins war anfangs bei bis zu 25 Studierenden. Diese wurden beim ersten Termin zufällig in Kleingruppen auf die Betreuer*innen zugeteilt und das erste Arbeitsblatt in entsprechend eingerichteten Breakout-Sessions zwischen Teilnehmer*innen und der Betreuer*in bearbeitet.

Dabei wurde aber auch eine Schwierigkeit des Mediums Zoom offenkundig: die eingeschränkten Eingabemöglichkeiten für kooperatives Arbeiten an der virtuellen Tafel. Zwar bietet Zoom eine Whiteboard-Funktionalität, allerdings war deren Nutzung für Studierende eher schwierig. Einige Studierende nahmen per Handy teil und hatten dann kaum Möglichkeiten, mit dem geteilten Bildschirm oder dem Whiteboard zu interagieren. Bei Studierenden, die den Laptop oder Rechner nutzten, wurde das Freihand-Zeichnen per Maus auch als ungeeignet empfunden. Eine koordinierte Eingabe von Formeln ist im Gegensatz zu Text bei Zoom nicht gesondert vorgesehen.

Für mich hat sich in diesem Zusammenhang die Nutzung meines iPad Pro als besonders hilfreich herausgestellt. Ich habe damit die Möglichkeit mit dem dazu nutzbaren Pencil (Stiftäquivalent) sehr ergonomisch und intuitiv zu zeichnen, zu highlighten, Dinge zu löschen oder zu verschieben und Formeln zu schreiben. Diese Option ist allerdings den wenigsten Studierenden zugänglich. Da außerdem fast alle Studierende Probleme mit der Verbalisierung ihrer Überlegungen zu den bearbeiteten mathematischen Modellierungsaufgaben haben, weiß man kaum, wo die Studierenden in ihrem gedanklichen Bearbeitungsprozess einer Aufgabe stehen. Konstruktive Interaktionen, Elizitieren oder Reparieren sind damit fast nicht möglich. Hier gilt es entweder doch auf körperliche Präsenz zurückzukommen, andere Eingabemöglichkeiten für die Studierenden zu schaffen oder ganz neue Interaktionskonzepte zu erarbeiten.

Mathweb-Übungen in ILIAS Die MathWeb-Übungen sind von den Studierenden praktisch nicht angenommen worden. Auf Rückfrage wurde die Hürde genannt, dass sie sich dann noch mit einem weiteren Tool auseinandersetzen müssten. Teilweise meldeten die Studierenden zurück, dass sie sich zumindest auf der Webseite zu MathWeb informiert und dort ein paar verfügbare Aufgaben gelöst hätten. In meiner Reflexion war MathWeb nicht organisch eingebunden worden. So wurde zum Beispiel in den von Prof. Giannakopoulos ausgegebenen Aufgabenblättern statt auf meine in Ilias etablierte Auswahl generisch auf die MathWeb-Webseite verwiesen. Hier wäre es sicher hilfreich gewesen, wenn das in Ilias etablierte MathWeb-Tool entweder in einer eigenen Sitzung oder in den ersten Praktikumsterminen systematisch eingeführt und gezeigt worden wäre. Dies wäre vor allem dann sinnvoll und notwendig, wenn der Aufgabenumfang für alle Praktikumsthemen angemessen gewesen wäre und man die Bearbeitung der MathWeb-Aufgaben in die Bewertung des Praktikums einbezogen hätte.

4 Fazit und Perspektive

Aufgrund der Corona-Pandemie konnte die Fragestellung nicht abschließend beantwortet werden. Die ersten Erkenntnisse werden aber in eine Überarbeitung für das folgende Studienjahr einfließen. Darüber hinaus werden sie auch ein wichtiger Leitfaden in der Neugestaltung der Mathematikgrundveranstaltung nach Einführung der neuen Studienordnung im Wintersemester 2021 sein. Dafür werde ich auch weitere Erkenntnisse aus der Literatur zur Fachdidaktik der mathematischen Modellierung (z.B. Engel (2018) und Borromeo Ferri u. Blum (2018)) nutzen.

Besonders wichtig sind mir die folgenden Erkenntnisse aus dem LehrendenCoaching:

- Vorzug der Kompetenzorientierung vor der Wissensvermittlung
- Damit verbunden stärkere Handlungsaufforderung und Gestaltungsmöglichkeiten für Studierende etablieren, statt als Lehrende selbst zu agieren
- Wo genau Präsenz in der Mathematikvermittlung aktuell ihren Wert hat
- Konsequentes Constructive Alignment von Veranstaltungsdurchführung und Prüfung anhand des Learning Outcomes (z.B. Zitat)

Diese Erkenntnisse habe ich schon auf weitere eigene Lehrveranstaltungen umgesetzt (z.B. Data Mining Wahlpflichtfach im Master). Sie gingen auch in meine Beteiligung bei der Reakkreditierung des Wirtschaftsinformatik Bachelorstudienganges ein und fließen aktuell in die Konzeption meiner Veranstaltungen in den aktuell zu reakkreditierenden Masterstudiengängen der Informatik in Gummersbach.

Da ich ab kommendem Semester die Stundenplanung für die Lehrinheit Informatik auf professoraler Ebene begleiten werde, fließen die Überlegungen auch in die Diskussion und Gestaltung des kommenden hybriden Semesters mit ein. Über die Grenzen unserer Fakultät hinaus engagiere ich mich außerdem in der Gestaltung von Data Science bezogenen Lehrformaten an der Akademie für wissenschaftliche Weiterbildung der TH Köln. In diese Tätigkeit fließen ebenfalls Erkenntnisse aus dem LehrendenCoaching und der weitergehenden Reflexion meiner Lehrtätigkeit ein.

Die wichtigste Metaerkenntnis, die mir auch durch das Verfassen dieses Portfolios nochmal deutlich wurde, ist folgende: Es gibt eine durchgängige Notwendigkeit, sich von der situativen Einbindung und Fokussierung in der Lehre zu lösen und eine gesunde kritische Distanz zum eigenen Lehrhandeln und den entsprechenden Planungen einzunehmen. Manche Kurskorrektur (z.B. die Einführungsnotwendigkeit bei den MathWeb-Übungen) wäre mir damit vielleicht noch im laufenden Semester möglich gewesen zu erkennen.

5 Anhang

Im folgenden sind die alte sowie die neue Beschreibung des Mathematikpraktikums mit den entsprechenden Themenvorstellungen eingebunden.

Mathematik für Wirtschaftsinformatiker (MaWi)
SoSe 2020

Praktikum

Beschreibung

10 Projektaufgaben aus dem Umfeld der Informatik und der Wirtschaft mit mathematischem Bezug

Lernziel

**projektorientiertes, eigenverantwortliches Lernen und Präsentieren,
Erarbeitung neuer Wissensgebiete aus dem Umfeld der Informatik und Wirtschaft mit mathematischem Bezug,
Quellenbewertung und korrektes Zitieren,
Teambildung und Teamarbeit**

Teams

Die Teams bestehen aus drei bis fünf Teilnehmern

Projektaufgaben

1. **Input-Output-Analyse** [2, 11.1.2]
2. **Markov-Prozesse** [2, 14.2 und 14.15]
3. **Random walks in der Finanzwirtschaft** [7, 4.1.2]
4. **Konsumenten- und Produzentenrente**
[3, 8.5.2 und 8.5.3]
5. **Dynamik der Marktpreisen** [1, 15.2]
6. **Gewinnmaximierung von Mehrproduktunternehmen**
[3, 7.3.2.2]
7. **Nutzenmaximierung und Haushaltsoptimum** [3, 7.3.3.3]
8. **Kontingenztafeln, Chi-Quadrat-Test** [4, 9], [5, 19.2]
9. **Regressionsanalyse mit Modellüberprüfung** [2, 25.5], [4, 11]
10. **Portfoliooptimierung** [7, 8.1], [8, 7.6]

Literatur

1. **Alpha C. Chiang, et al.: Mathematik für Ökonomen, Wahlen, 2011**
2. **Gerald und Susanne Teschl: Mathematik für Informatiker, 4. Auflage, Springer Spektrum 2013**
3. **Jürgen Tietze: Einführung in die angewandte Wirtschaftsmathematik, 15. Auflage, Vieweg Teubner, 2010**
4. **Karl Bosch: Elementare Einführung in die angewandte Statistik, 9. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden 2010**
5. **Josef Bleymüller: Statistik für Wirtschaftswissenschaftler, 16. Auflage, Verlag Vahlen München 2012**

- 6. Marc Kastner: Statistik, 13 Auflage, Kiehl NWB Verlag, Herne 2016**
- 7. Sandro Scheid: Statistische Methoden in der Finanzwirtschaft, Methoden - Beispiele - Anwendungen, Fachbuchverlag im Carl Hanser Verlag, München 2017**
- 8. Helge Röpke und Markus Wessler: Wirtschaftsmathematik, Methoden - Beispiele - Anwendungen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2019**

Praktikum

Beschreibung

Dieses Dokument enthält 10 Projektaufgaben, in Form von Beispielanwendungen der Mathematik aus dem Umfeld der Wirtschaft und des Aktienmarktes, von denen Sie sich eine für Ihr Praktikum auswählen.

Lernziele

Nach erfolgreicher Beendigung des Praktikums können Sie:

- projektorientiert, eigenverantwortlich lernen und präsentieren,
- neue Wissensgebiete aus dem Umfeld der Informatik und Wirtschaft mit mathematischem Bezug eigenständig und im Team erarbeiten,
- Quellen bewerten und korrekt zitieren,
- Teambildung und Teamarbeit.

Teams

Die Teams bestehen aus drei bis fünf Teilnehmern.

Vorgehensweise

- 1) Finden Sie sich in Teams zusammen und melden Sie sich über Ilias an.
- 2) Einigen Sie sich auf ein Thema
- 3) Lesen Sie die empfohlene Literatur (alle als ebooks auf den Seiten der Hochschulbibliothek verfügbar)
- 4) Suchen Sie davon ausgehend weitere Informationen und Beispiele
- 5) Bearbeiten Sie die gegebenen Übungsaufgaben
- 6) Bereiten Sie eine Präsentation zu Ihrem Projektthema vor, in der Sie Ihren Kommilitonen das Thema erläutern
- 7) Schreiben Sie einen Bericht über Ihr Projektthema

Ansprechpartner

tbd

Projektthemen

1. Wirtschaft – Modellierung von Warenflüssen und der Bedienbarkeit der Nachfrage

Möchte man wissen, warum ein Warenwirtschaftssystem stabil ist und wie hoch die maximal bedienbare externe Nachfrage ist, so modelliert man die Zusammenhänge in Form von geeigneten Matrizen. Für diese Darstellung erhielt der russische Wirtschaftswissenschaftler Wassily Leontjef 1973 einen Nobelpreis.

Literatur: Gerald und Susanne Teschl: Mathematik für Informatiker, 4. Auflage, Springer Spektrum 2013, Beispiel 11.1.2

Betrachtete Mathegrundlagen: Lineare Gleichungen, Matrizen, Inverse einer Matrix

2. Wirtschaft – Modellierung von Ereignissen und Zuständen

Für die Organisation von Verleihstationen möchte ein Fahrradverleih wissen, wie die Fahrräder auf die Stationen verteilt werden können, damit die Anzahl der morgens in den Filialen verfügbaren Fahrräder konstant bleibt. Dafür modelliert man für die Filialen mögliche Zustandswechsel (z.B. eine Anzahl x an Fahrrädern wurde ausgeliehen) und bildet daraus einen sogenannten Markov-Prozess. Damit lässt sich ermitteln, ob es eine ideale Verteilung der Fahrräder gibt.

Literatur: Gerald und Susanne Teschl: Mathematik für Informatiker, 4. Auflage, Springer Spektrum 2013, Beispiel 14.15

Betrachtete Mathegrundlagen: Matrizen, Eigenwertberechnungen

3. Wirtschaft – Wie durch das Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage manche Konsumenten Geld sparen und manche Produzenten zusätzliche Gewinne machen

Durch Angebot und Nachfrage entsteht in der freien Marktwirtschaft ein Marktgleichgewichtspreis. Dieser ist üblicherweise geringer, als der Preis, den manche Konsumenten bereit gewesen wären zu zahlen. Die sogenannte Konsumentenrente gibt an, wie viel Geld dabei auf Konsumentenseite insgesamt gespart wird. In analoger Weise wären manche Produzenten bereit gewesen, ihren Warenbestand für einen günstigeren Preis zu verkaufen. Die sogenannte Produzentenrente ermittelt die zusätzlichen Gewinne.

Literatur: Jürgen Tietze: Einführung in die angewandte Wirtschaftsmathematik, 15. Auflage, Vieweg Teubner, 2010; Kapitel 8.5.2 und 8.5.3

Betrachtete Mathegrundlagen: Kurvendiskussion, Integration

4. Wirtschaft – Gewinnmaximierung in Mehrproduktunternehmen

Produziert ein Unternehmen mehr als ein Produkt, so stellt sich die Frage, wie viel wovon produziert werden sollte, um den Gewinn des Unternehmens insgesamt zu maximieren. Dies kann man modellieren und berechnen, sowohl für Monopolisten, als auch für Konstellationen mit mehreren Anbietern.

Literatur: Jürgen Tietze: Einführung in die angewandte Wirtschaftsmathematik, 15. Auflage, Vieweg Teubner, 2010; Kapitel 7.3.2.2

Betrachtete Mathegrundlagen: Partielle Ableitungen, Optimierung, Gleichungssysteme

5. Wirtschaft – Nutzenmaximierung und Haushaltsoptimum

Hat ein Haushalt oder Unternehmen ein bestimmtes Budget, so kann es den Kauf von Waren oder Gütern bezüglich eines bestimmten Nutzens optimieren, der durch den Kauf möglich wird. Wie die Verteilung der zu kaufenden Waren für einen maximalen Nutzen sein sollte, lässt sich ausrechnen.

Literatur: Jürgen Tietze: Einführung in die angewandte Wirtschaftsmathematik, 15. Auflage, Vieweg Teubner, 2010; Kapitel 7.3.3.3

Betrachtete Mathegrundlagen: Gleichungssysteme, Optimierung, Lagrange

6. Wirtschaft – Überprüfen von statistischen Zusammenhängen

Um zum Beispiel zu verstehen, welche Zielgruppe ein bestimmtes Produkt hat, möchte man wissen, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Alter einer Person und der Vorliebe für bestimmte Pizzasorten gibt. Zur Überprüfung der Annahme, dass es dazwischen einen Zusammenhang gibt, modelliert man das Alter einer Person und seine*ihre Vorliebe für bestimmte Pizzasorten als Zufallsvariablen und stellt mit Hilfe einer Stichprobe Kontingenztafeln auf. Der Chi-Quadrat-Test gibt dann Aufschluss, ob ein Zusammenhang existiert.

Literatur: Karl Bosch: Elementare Einführung in die angewandte Statistik, 9. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden 2010, Kapitel 9

Betrachtete Mathegrundlagen: Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastik

7. Wirtschaft – Modellierung zahlenmäßiger Zusammenhänge

Vermutet man, dass es zwischen zwei Tatsachen einen zahlenmäßigen Zusammenhang gibt, z.B. dass die verkaufte Menge eines bestimmten Produktes von der Anzahl der davon verfügbaren Artikel im Regal abhängt, so möchte man diesen Zusammenhang häufig auch als Funktion modellieren können. Dies geht meist aber nur unter bestimmten Annahmen, z.B. dass ein linearer Zusammenhang zwischen den Größen besteht. Diese Annahme muss überprüft werden. Die Bestimmung des zahlenmäßigen Zusammenhangs wird Regressionsmodell genannt.

Literatur:

- Gerald und Susanne Teschl: Mathematik für Informatiker, 4. Auflage, Springer Spektrum 2013, Kapitel 25.5
- Karl Bosch: Elementare Einführung in die angewandte Statistik, 9. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden 2010, Kapitel 11

Betrachtete Mathegrundlagen: Gleichungssysteme, Wahrscheinlichkeitsrechnung

8. Aktienmarkt – Optimierung eines Aktienportfolios

Ein Aktienportfolio besteht aus mindestens zwei Aktien. Die Mischung mehrerer Aktien kann helfen, die Rendite zu erhöhen und das Risiko zu senken. Welche Mischung von Aktien (von welcher wie viele) unter welchen Bedingungen optimal ist, lässt sich errechnen. Für mehr als zwei Aktien benötigt man dafür die sogenannte Lagrange-Optimierung.

Literatur: Helge Röpke und Markus Wessler: Wirtschaftsmathematik, Methoden - Beispiele - Anwendungen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2019, Kapitel 7.6

Betrachtete Mathegrundlagen: Optimierung unter Nebenbedingungen

9. Aktienmarkt – Wie misst man den Erfolg einer Aktie?

Um den Aktienmarkt besser zu verstehen, schaut man sich die Statistik Ihrer Erfolgskennzahl, der Rendite, an. Dabei begegnet man den Begriffen Drift und Volatilität. Zwischen diesen Größen gibt es wichtige Zusammenhänge.

Literatur: Peggy Daume: Finanzmathematik im Unterricht, Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009, Kapitel 1.8.1

Betrachtete Mathegrundlagen: Statistik, Beweise

10. Aktienmarkt – Wie sagt man den Kurs von Aktien voraus?

Ein wichtiges Werkzeug bei der Vorhersage von möglichen Aktienkursen sind sogenannte Random walks, also zufällige Bewegungen. Man findet sie überall in der Finanzwirtschaft. Sie helfen die Auf- und Abbewegungen des Kurses besser zu verstehen und bringen sie mit weiteren wichtigen statistischen Werkzeugen in Verbindung.

Literatur: Peggy Daume: Finanzmathematik im Unterricht, Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009, Kapitel 1.9

Betrachtete Mathegrundlagen: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik

Literaturverzeichnis

- [Borromeo Ferri u. Blum 2018] BORROMEO FERRI, Rita (Hrsg.) ; BLUM, Werner (Hrsg.): *Lehrerkompetenzen zum Unterrichten mathematischer Modellierung – Konzepte und Transfer*. 1. Wiesbaden, Deutschland : Springer Spektrum, 2018. – ISBN 978-3-658-22616-9
- [Coursera 2020] COURSERA, Inc.: *Coursera Inc.* <https://www.coursera.org>. Version: 2020. – Last accessed 09 August 2020
- [Engel 2018] ENGEL, Jürgen: *Anwendungsorientierte Mathematik: Von Daten zur Funktion: Eine Einführung in die mathematische Modellbildung für Lehramtsstudierende*. Springer Berlin Heidelberg, 2018 (Mathematik für das Lehramt). <https://books.google.de/books?id=b7ZIDwAAQBAJ>. – ISBN 9783662554876
- [Giebermann 2020] GIEBERMANN, Klaus: *MathWeb*. <https://mathweb.de/index.php>. Version: 2020. – Last accessed 08 August 2020
- [Giebermann u. Friese 2018] GIEBERMANN, Klaus ; FRIESE, Nina: MathWeb-interaktives Lernen in Mathematik-modulen. In: *Beiträge zu Praxis, Praxisforschung und Forschung Jahrgang 2018* (2018), S. 361
- [Hank 2015] In: HANK, Barbara: *Conceptual Change - relevant für die Hochschullehre?* 2015. – ISBN 9783818307059, S. 7–24
- [Hoppenbrock u. a. 2013] HOPPENBROCK, Axel ; SCHREIBER, Stephan ; GÖLLER, Robin ; BIEHLER, Rolf ; BÜCHLER, Bernd ; HOCHMUTH, Reinhard ; RÜCK, Hans-Georg: Mathematik im Übergang Schule/Hochschule und im ersten Studienjahr. In: BIEHLER, Rolf (Hrsg.) ; HOCHMUTH, Reinhard (Hrsg.) ; RÜCK, Hans-Georg (Hrsg.): *Schriftenreihe des Kompetenzzentrums Hochschuldidaktik Mathematik*. 1. 2013
- [Huber 2015] HUBER, Ludwig: Vorwort zu Lehr- und Lernpraxis im Fokus - Forschungs- und Reflexionsbeiträge aus der Universität Paderborn. Version: 1, 2015. www.hochschullehre.org. In: *Reihe Lehr- und Lernpraxis im Fokus - Forschungs- und Reflexionsbeiträge aus der Universität Paderborn*. 1. 2015
- [Hutchings u. Shulman 1999] HUTCHINGS, P. ; SHULMAN, L. S.: The Scholarship of Teaching: New Elaborations, New Developments. In: *Change: The Magazine of Higher Learning* 31 (1999), S. 10–15
- [Köln 2018] KÖLN, TH: *Lehr- und Lernkultur der TH Köln – Strategische Leitlinien zu Lehre und Studium*. https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/strategische_leitlinien_zu_lehre_und_studium.pdf. Version: 2018. – Last accessed 08 August 2020

- [Köln 2020] KÖLN, TH: *Lernen an der TH Köln*. https://www.th-koeln.de/studium/lernen-an-der-th-koeln_45385.php. Version: 2020. – Last accessed 08 August 2020
- [Miyake 1986] MIYAKE, Naomi: Constructive Interaction and the Iterative Process of Understanding. In: *Cognitive Science* 10 (1986), Nr. 2, 151-177. http://dx.doi.org/10.1207/s15516709cog1002_2. – DOI 10.1207/s15516709cog1002_2
- [Pratt u. Collins 2020] PRATT, Daniel D. ; COLLINS, John B.: *Teaching Perspectives Inventory*. <http://www.teachingperspectives.com/tpi/>. Version: 2020. – Last accessed 08 August 2020
- [Riegler 2014] RIEGLER, Peter: Schwellenkonzepte, Konzeptwandel und die Krise der Mathematikausbildung. In: *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* 9 (2014), 11. <http://dx.doi.org/10.3217/zfhe-9-04/15>. – DOI 10.3217/zfhe-9-04/15
- [Risch 2014] RISCH, Matthias: Anfangsschwierigkeiten von Ingenieurstudierenden und Fehlverständnisse in Mathematik und Naturwissenschaften. In: HUBER, Ludwig (Hrsg.) ; PILNIOK, Arne (Hrsg.) ; SETHE, Rolf (Hrsg.) ; SZCZYRBA, Birgit (Hrsg.) ; VOGEL, Michael (Hrsg.): *Forschendes Lehren im eigenen Fach – Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen. Blickpunkt Hochschuldidaktik*. 125. W. Bertelsmann Verlag, 2014, S. 203–228
- [Udemy 2020] UDEMY, Inc.: *Udemy Inc.* <https://www.udemy.com/de/>. Version: 2020. – Last accessed 09 August 2020

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbständig verfasst zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben.

Gummersbach, 22. September 2020

Dietlind Zühlke