Johannes Schulte

Didaktische und technische Integration von interaktiven Matlab-Komponenten in einen Massive Open Online Course

DIPLOMARBEIT

Zur Erlangung des akademischen Grades

Magister der Naturwissenschaften

Lehramtstudium Unterrichtsfach Informatik und Informatikmanagement

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner

Institute of Interactive Systems and Data Science

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Diplomarbeit identisch.

8010 Graz, 29.05.2018

Abstract

Mathematical knowledge is one of the most important component for engineering education. Maths is very significant for universities of technologies, too. The MINT-Course produced by the Graz University of Technology should help to develop or simply repeat the mathematic knowledge before students beginn their studies.

This thesis aims to show how online courses can promote basic mathematical skills with a computer program. It was divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part contains details about online learning platforms and analyzed them for mathematical content. Subsequently, the mathematical software „Matlab“ which is used in the course was compared with other known programs. This should offer alternatives for use at the universities. At the end of the first part, the course will be discussed in more detail and compared with similar courses from other countries.

The second part of the thesis introduces the produced MINT-Course. This section comprises the development and implementation of the MOOC. Furthermore, this part is about the results of the provided course dates. Finally, the resulting solutions are evaluated and the conclusions will be presented.

The results of the evaluation show that the exercises were well received by the participants. For this reason, it makes sense to include software in MOOCs to promote mathematical skills.

Kurzfassung

Mathematisches Grundwissen ist ein wichtiger Bestandteil technischer Studien. Kein anderes Schulfach ist an den technischen Hochschulen so bedeutend wie die Mathematik. Der von der Technischen Universität Graz entwickelte MINT-Brückenkurs ermöglicht dieses Wissen vor dem Studienbeginn weiterzuentwickeln oder einfach zu wiederholen.

In meiner Arbeit soll gezeigt werden, wie grundlegende mathematische Kompetenzen mit einem Computerprogramm in einem Onlinekurs gefördert werden können. Die Arbeit wurde in einen theoretischen und einen praktischen Teil gegliedert.

Im theoretischen Teil wird näher auf Onlinelernplattformen eingegangen und diese auf mathematische Inhalte analysiert. In weiterer Folge wird die im Kurs verwendete mathematische Software „Matlab“ mit anderen bekannten Programmen verglichen. Die Programme sollen Alternativen für den Einsatz an Hochschulen bieten. Am Ende des ersten Teils wird noch genauer auf den Brückenkurs eingegangen und Einführungskursen anderer Länder gegenübergestellt.

Der zweite Teil dieser Arbeit stellt den produzierten MINT-Brückenkurs vor. In diesem Abschnitt wird die Entwicklung und die Durchführung des MOOCs näher erläutert. Darauf folgend beschäftigt sich der Teil mit den Ergebnissen der zur Verfügung gestellten Daten des MOOCs. Abschließend werden die resultierenden Lösungen ausgewertet und meine Folgerungen präsentiert.

Die Ergebnisse der Evaluierung zeigen, dass die Übungsaufgaben von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sehr gut angenommen wurden. Aus diesem Grund ist es sinnvoll Software in MOOCs einzubauen um mathematische Kompetenzen zu fördern.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Menschen bedanken, die mich vor und während meiner Studienzeit unterstützt haben.

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Dr. Martin Ebner für die Bemühungen sowie fachliche und persönliche Unterstützung herzlich bedanken. Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, die mir immer Rückhalt gegeben hat und mir mein Studium überhaupt erst ermöglicht haben. Zum Schluss möchte ich mich bei meinen Freunden und vor allem Kommilitonen bedanken, die mich während meiner Studienzeit unterstützt haben.

Johannes Schulte,

Graz, 29.05.2018

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
MOOC	Massive Open Online Course

1. Einleitung

Diese Diplomarbeit befasst sich mit der didaktischen und technischen Integration von interaktiven Matlab-Komponenten in einen Massive Open Online Course (sogenannte MOOCs). Dazu wurde der „MINT-Brückenkurs Mathematik“-MOOC entwickelt, um Schülerinnen und Schülern den Übergang an eine technische Hochschule zu erleichtern. MINT steht für die Themengebiete Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

Dieser Brückenkurs soll speziell im Bereich des MINT-Faches Mathematik eine Hilfe anbieten. Es werden Teile des Oberstufen-Inhalts des Faches Mathematik wiederholt, gefestigt und vertieft, um Absolventinnen und Absolventen auf die Studieneingangsphase eines technischen Studiums vorzubereiten (Fischer, 2014). Folgende Forschungsfrage soll deshalb beantwortet werden: Inwieweit ist ein Massive Open Online Course mit interaktiven Matlab-Komponenten geeignet, mathematische Kompetenzen zu fördern und zu lehren?

Die Forschungsfrage wird gestellt, da nicht alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger die für Ihr Studium notwendigen Kenntnisse im Bereich Mathematik verfügen. Deshalb wird mit Hilfe von Vorkursen versucht diese Defizite auszugleichen. Diese Kurse sind entweder online oder in Verbindung eines Präsenzkurses an der Universität zu bestreiten. Finanziert werden diese Kurse aus dem Budget der Hochschulen und werden so unentgeltlich für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur Verfügung gestellt. Daher nehmen immer mehr Studentinnen und Studenten diese Veranstaltungen an. Die Anzahl der Anmeldungen wächst ständig an. So wird den Universitäten die Möglichkeit gegeben mehr Schülerinnen und Schüler zu erreichen. Die Betreuung findet über ein Forum statt. Inhalte werden durch Videosequenzen und Übungen erlernt oder auch wiederholt. Ein Abschlussquiz überprüft das Wissen der einzelnen Einheiten (Fischer, 2014).

Bevor die Forschungsfrage beantwortet werden kann werden am Beginn der Arbeit MOOCs im Allgemeinen genauer erklärt. Darauffolgend werden Online-Kurse zur Förderung mathematischer Fähigkeiten vorgestellt und miteinander verglichen. In weiterer Folge wird das Programm Matlab beschrieben und mit anderen mathematischen Programmen verglichen. Im Anschluss wird der MINT-Brückenkurs beschrieben und mit Vorkursen anderer Länder verglichen. Am Ende wird genaueres über die Entwicklung und Durchführung des MOOC erläutert und die Daten der Evaluierung vorgestellt und ausgewertet.

Teil I

2. Hintergrund

Der „MINT-Brückenkurs Mathematik“ ist ein Teil einer MOOC-Reihe, die auf iMooX angeboten wird. Diese MINT-MOOCs werden von den technischen Universitäten in Österreich erstellt. MINT bedeutet Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. Für diese Themenbereiche werden von den technischen Universitäten in Österreich MOOCs angefertigt um Studieneingangsphasen zu erleichtern und um die zukünftigen Studentinnen und Studenten auch unterstützen zu können.

Die Technische Universität Graz erstellt und betreut den MINT-MOOC zum Thema Mathematik (Kühn, 2018). Mathematische Bildung ist ein wichtiger Teil in den technischen Studien und hat einen hohen Stellenwert. Viele technische Möglichkeiten wie zum Beispiel Algorithmen und Steuerungen bestehen aus mathematischen Methoden und sind oftmals ohne Sie nicht umsetzbar. In den Schulen wird das Fach Mathematik oft sehr theoretisch unterrichtet. Gerade aber in den technischen Studienrichtungen wird genau dieses Wissen benötigt. Für Konstruktionen von Autos, Smartphones oder auch in der Flugzeugtechnik usw. sind mathematische Kompetenzen notwendig (astralgo.eu, 2018).

Bestimmte Gebiete der Mathematik wie die Vektorrechnung, Matrizenrechnung, Integral- oder Differentialrechnung sind in den naturwissenschaftlichen und technischen Studien sehr wichtig. Die Matrizen werden in Schulbüchern immer seltener eingebaut. Durch die zentrale Reifeprüfung werden die Schwerpunkte des Mathematikunterrichts auf andere Kompetenzen verschoben. Unser Einführungskurs soll genau diese Themenbereiche der Mathematik wiederholen und das Grundwissen der Studentinnen und Studenten festigen.

In diesem Mathematik-MOOC wird außerdem noch die mathematische Programmierumgebung Matlab verwendet. Dieses Programm dient nicht nur zum Programmieren, sondern kann genauso als Rechenunterstützung eingesetzt werden. Diese Programmierumgebung wird in weiterer Folge in der Arbeit genauer vorgestellt.

2.1 Massive Open Online Courses (MOOCs)

In den letzten Jahren ist ein neues Bildungsformat entstanden, welche als MOOCs bezeichnet werden (Bremer, 2013). MOOC ist die Abkürzung für Massive Open Online Course. Diese Kurse werden über eine Onlineplattform wie iMooX[1] abgehalten. Sie sind für alle Interessierten mit einer Internetverbindung verfügbar. Es ist oftmals nur eine schnelle Registrierung notwendig, um sich für einen Kurs einschreiben zu können. MOOCs werden von verschiedenen Universitäten gefördert und für gewöhnlich unentgeltlich zur Verfügung gestellt und dienen den Studentinnen und Studenten zur Weiterbildung. Aus diesem Grund werden diese Kurse von Universitätsprofessorinnen oder Universitätsprofessoren und ihren Assistentinnen und Assistenten erstellt und betreut. Die Weiterbildungsmöglichkeiten werden mittlerweile von Millionen von Menschen genützt (Geikhman, 2018).

MOOCs sind offene Kurse, die Wissen über ein Thema an möglichst viele Personen vermitteln sollen (Bremer, 2013). Massive Open Online Courses gibt es für verschiedene Themenbereiche von Technologien über Naturwissenschaften bis hin zu Sprachen. Die Vorteile dafür sind die Unabhängigkeiten von Zeit und Raum, weil man von überall aus und zu jederzeit lernen kann. Außerdem hat eine Teilnehmerin oder ein Teilnehmer keine Verpflichtung den Kurs zu Ende zu bringen und kann zu jedem Zeitpunkt aussteigen. Das ist einer der großen Vorteile, weil man Bereiche flexibel lernen kann. Für einen positiven Abschluss gibt es für die meisten MOOCs entsprechende Zertifikate, die aber nicht immer kostenlos angeboten werden. Die Kurse wecken hohes Interesse durch die Aufbereitung von Professorinnen und Professoren der besten Universitäten. Die Bildungsmöglichkeit ist eine relativ neue Idee, Wissen zu vermitteln. Mittlerweile gibt es schon unzählige Plattformen die MOOCs anbieten (Geikhman, 2018).

George Siemens und Stephen Downes erstellten an der Universität Manitoba 2008 einen Kurs „Connectivism & Connective Knowledge". Dieses Format gilt als Ursprung der heutigen MOOCs. 2011 wurde ein MOOC zum Thema Künstlicher Intelligenz angeboten und wurde von 160.000 Personen besucht. Es war der erste sogenannte xMOOC mit dem der Hype dieser Lernform begann. Der damalige Professor Sebastian Thrun gründete 2012 dafür die Firma Udacity, welche genau solche offenen Kurse anbietet. Im Jahr 2012 wurden einige weitere Firmen von Professorinnen und Professoren bekannter Universitäten wie Harvard und dem MIT gegründet. Die Anzahl und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Plattformen wuchsen sehr rasch. Die

[1] www.imoox.at

Ideen von Coursera beschränkten sich am Beginn auf wenige sehr gute Hochschulen. Mittlerweile wurde die Strategie gewechselt und man will ebenfalls so viele Hochschulen wie möglich miteinbeziehen. So werden auch in den großen Plattformen wie Udacity, Coursera und edX einige europäische, australische und asiatische Universitäten aufgenommen (Schulmeister, 2013).

Die wichtigsten Merkmale die MOOCs von Universitäten und Hochschulen unterscheidet (Schulmeister, 2013):

- **Massive** hat hier die Bedeutung, dass es keine Teilnehmerinnen- beziehungsweise Teilnehmerbeschränkung gibt und jeder, der Interesse hat, diesen Kurs besuchen kann.
- **Open** steht für keine Voraussetzungen oder Beschränkungen und ist für jede Person offen zugänglich.
- **Open** steht auch für eine kostenlose Teilnahme und gratis zur Verfügung gestellte Lehr- und Lernmaterialien.
- **Online** bedeutet, dass der Kurs vollständig online durchgeführt wird und enthält somit keine oder nur wenige Präsenzphasen.
- Die Kurse werden mit einer einheitlichen Struktur mit wöchentlichen Kapiteln zumeist 6-8 Wochen lang durchgeführt.
- Lehrpersonen des Kurses bieten Vorlesungen in kurzen Videosequenzen an, wobei die Summe der Videos pro Kapitel zumeist bis zu 45 Minuten entsprechen.
- Zwischen den Videos und am Ende jedes Abschnittes werden Überprüfungen (Self-Assessment) gemacht, die auch die jeweiligen wöchentlichen Abschnitte abschließen. Um die Zertifikate ausstellen zu können, werden Prüfungen entweder in der Mitte und am Ende oder nur am Ende des MOOCs abgehalten.
- Die Kurse bieten zusätzlich Foren zur Kommunikation und Diskussion an, mit denen die Videosequenzen der Vorlesung ergänzt werden sollen. Außerdem dienen Sie dazu Hilfe zu suchen und andere zu unterstützen.
- Viele Professorinnen und Professoren von MOOCs kämpfen gegen die hohen Studienkosten.
- Für bestandene Prüfungen werden von den Verantwortlichen der MOOCs Zertifikate angeboten.

Das ausschlaggebende der Massive Open Online Courses ist vor allem die Verfügbarkeit für alle Interessentinnen beziehungsweise Interessenten und die Möglichkeit ohne Voraussetzungen einen Kurs absolvieren zu können. Im Vergleich dazu ist der Zugang zu unseren, aber vor allem in den USA, klassischen Bildungseinrichtungen immer von bestimmten Bildungsvoraussetzungen abhängig. Die Online-Kurse wurden bis jetzt immer als einzelne MOOCs angeboten und noch nicht zu Studien zusammengeschlossen. Studiengänge zu entwickeln, ohne Voraussetzungen ist in diesem Fall aber auch eine Herausforderung für die Verfasserinnen und Verfasser der einzelnen Kurse. Udacity beschränkt sich auf Kurse des Themengebiets Informatik. Diese Lernplattform enthält bereits mindestens 30 Kurse zu diesem Thema und bietet die Möglichkeit ein Curriculum zu erstellen (Schulmeister, 2013). An der Umsetzung eines kompletten Studiums wird weiterhin gearbeitet.

Thrun‘s Hauptgrund für MOOCs sind die hohen Bildungskosten in den USA. Er arbeitet mit seinem Engagement gegen ein Ausbildungsmodell der gesellschaftlichen Elite oder Eliten. Seiner Meinung nach sind zehntausende Dollar Studiengebühren zu hoch und er will somit die Bildung demokratisieren und frei machen. Die beste Ausbildung ist mit dem momentanen Modell leider nur für einen kleinen ausgewählten Kreis möglich. Seiner Meinung nach gehört zur Demokratisierung auch der Zugang zu kostenfreien Inhalten zum Unterricht. Thrun will mit seiner Idee den amerikanischen Universitätsbetrieb reformieren (Schulmeister, 2013). iMooX forciert ähnliche Umsetzungen. Es sollen ebenso Bildungsinhalte der breiten Gesellschaft zugänglich gemacht werden (öffentlicher Bildungsauftrag) und gleichzeitig für eine Wiederverwendung durch offene CC-Lizenzen sorgen (freie Bildungsressourcen). In Österreich sind die hohen Studiengebühren nicht das zentrale Problem, aber das starke Urheberrecht und die Zugänglichkeit der Gesellschaft. Diese Schwierigkeiten werden auf iMooX vermieden. So ist zu sehen, dass es weltweit verschiedene Zugänge zu den MOOCs gibt.

Die Massive Open Online Courses bieten Chancen aber auch Risiken. Die Hochschulen könnten dadurch Räume und Infrastruktur anders gestalten. Außerdem wäre es ein positives Ausrufezeichen der Hochschulen, wenn Sie alleinerziehenden, arbeitenden und eingeschränkten Menschen ein leistbares Angebot anbieten. Die Ausbildungsstätten können ihre Reichweite dadurch vergrößern und neue Zielgruppen ansprechen. Es wäre möglich, Schülerinnen und Schüler, Weiterbildungswillige, ältere Personen und Arbeiterinnen und Arbeiter mit einem Format zu erreichen. All diese doch sehr verschiedenen Gruppen mit diesen Kursen anzusprechen ist dennoch sehr schwierig (Schulmeister, 2013).

MOOCs brauchen im Vorfeld einige grundlegende Überlegungen für die Umsetzung. Für die Planung sind nicht nur das Thema und der Name wichtig. Es muss von Beginn an darauf geachtet werden, welche Zielgruppe angesprochen werden soll. Davon ausgehend müssen die Inhalte des Themas ausgearbeitet und die didaktischen Konzepte mit den Methoden und Lernmöglichkeiten aufbereitet werden. Als Erzeuger und Erzeugerin muss man ein Betreuungsangebot anbieten und die Plattform zur Ausführung des Kurses auswählen. Als weitere Grundlage müssen technischen und finanziellen Mittel organisiert und besorgt werden (Stross, 2018).

Die Online-Bildungsmöglichkeiten haben sich in den letzten Jahren stark entwickelt. Um einen Überblick über die Plattformen der MOOCs zu bekommen werden im nächsten Abschnitt die bekanntesten Online-Kursplattformen genauer vorgestellt.

2.1.1 Online-Kursplattformen

Wer Kurse von Stanford, Harvard oder anderen Elite-Universitäten belegen will, muss keine schwierigen Aufnahmekriterien bewältigen. Die MOOCs machen es möglich von zuhause aus Lehrveranstaltungen dieser Universitäten zu besuchen. Der Aufbau der jeweiligen Plattformen ist grundsätzlich gleich. Die Mathematik spielt in vielen Bereichen der heutigen Ausbildungen eine wichtige Rolle. Deshalb sind viele Universitäten und Online-Lernplattformen daran interessiert Kurse für Mathematik zu erstellen. Bei Onlinekursen gibt es unzählige Anbieter. Die bekanntesten Lernplattformen werden unter die Lupe genommen und mit iMooX verglichen (Kettner, 2015).

2.1.1.1 edX

edX[2] wurde von der Harvard Universität und des MIT 2012 gegründet. Diese Website ist eine Online-Lernplattform und MOOC-Anbieter, die Lernende überall auf der Welt qualitativ hochwertige Kurse von den weltweit besten Universitäten und Institutionen anbietet.[2]

Die MOOC-Plattform hat mehr als 4 Millionen Nutzer und Nutzerinnen und bietet ihre Kurse in den Sprachen Englisch, Chinesisch, Spanisch, Französisch, Türkisch und Hindi an. Es werden mehr als 585 Kurse angeboten wobei sich edX auf Informatik, Ingenieurswissenschaften und Humanwissenschaften konzentriert (T. Schilling, 2018).

edX besitzt im Moment mehr als 130 Partner und Partnerinnen, darunter die weltweit führenden Universitäten. Diese Plattform wird auch nach der Gründung weiter von Universitäten geleitet. Dabei ist edX der einzig führende MOOC-Anbieter, der sowohl gemeinnützig ist, als auch offene Ressourcen anbietet. Die Kurse und Inhalte sind frei verfügbar und Pädagoginnen und Pädagogen können Lerntools erstellen, um für Schülerinnen und Schüler innovative Lösungen zu erschaffen. Die Kurse werden in mehr als 45 Kategorien auf der Plattform eingeteilt. Der Bereich Mathematik ist mit unzähligen Kursen zu allen möglichen Themenbereichen ausgestattet.[3]

---

[2] www.edx.org (letzter Zugriff: 28.05.2018)
[3] www.edx.org/about-us (letzter Zugriff: 28.05.2018)

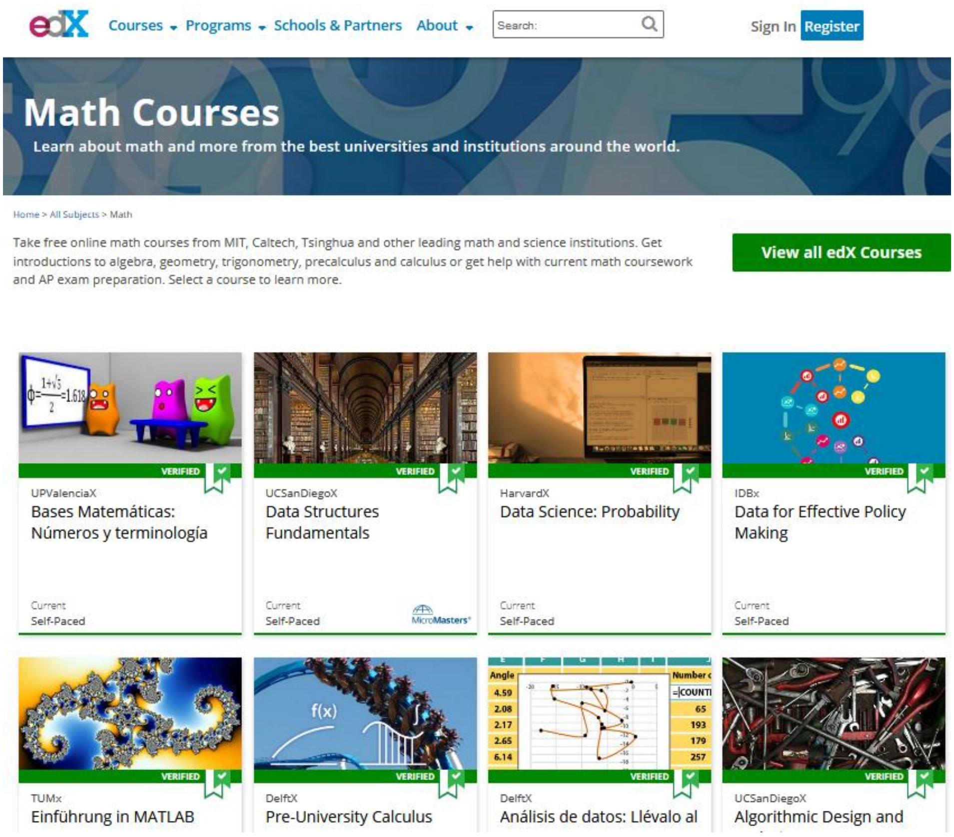

Abbildung 1: edX Mathematik Kurse (https://www.edx.org/course/subject/math, 2018)

In der Abbildung 1 sind ein paar der Mathematikkurse von edx.org zu sehen. Es werden unterschiedliche Kursprogramme von Einführung in Matlab bis hin zu einem mathematischen Vorkurs für Universitäten angeboten. Durch dieses Angebot ist zu sehen wie wichtig die Mathematik auch für die Betreiber und Betreiberinnen ist.

2.1.1.2 Coursera

Coursera ist ein Unternehmen, das sich auf Massive Open Online Course spezialisiert hat. Coursera selbst erstellt keine Kurse, sondern bietet die Möglichkeiten für Universitäten der ganzen Welt, Kurse und Inhalte öffentlich zur Verfügung zu stellen. Die Lernplattform wurde von den Stanford-Professoren Daphne Koller und Andrew Ng gegründet (Kettner, 2015).

Die Webseite läuft seit dem Jahr 2012 und besitzt mehr als 14 Millionen Nutzerinnen und Nutzer. Die beliebte MOOC-Plattform bietet für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mehr als 1000 Kurse. Diese Lehrveranstaltungen werden unter anderem in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Ararbisch, Portugisisch, Russisch und Chinesisch angeboten (T. Schilling, 2018).

Coursera, als eine der beliebtesten MOOC-Plattformen, bietet ein sehr breitgefächertes Angebot (Kettner, 2015). Die Kurse werden so auch von den Professorinnen und Professoren der besten Bildungseinrichtungen weltweit erstellt und geleitet. Sie sind mit aufgezeichneten Videovorlesungen ausgestattet und enthalten automatisch und von Expertinnen und Experten benotete Aufgaben. Für Fragen und Anregungen stehen den Lernenden Diskussionsforen zu den einzelnen Angeboten bereit. Nach Abschluss eines Kurses erhalten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein elektronisches Kurszertifikat. Die Teilnahmen an den Produkten auf der Plattform sind gebührenfrei. Offizielle Zertifikate werden aber nur gegen ein bestimmtes Entgelt ausgestellt.[4]

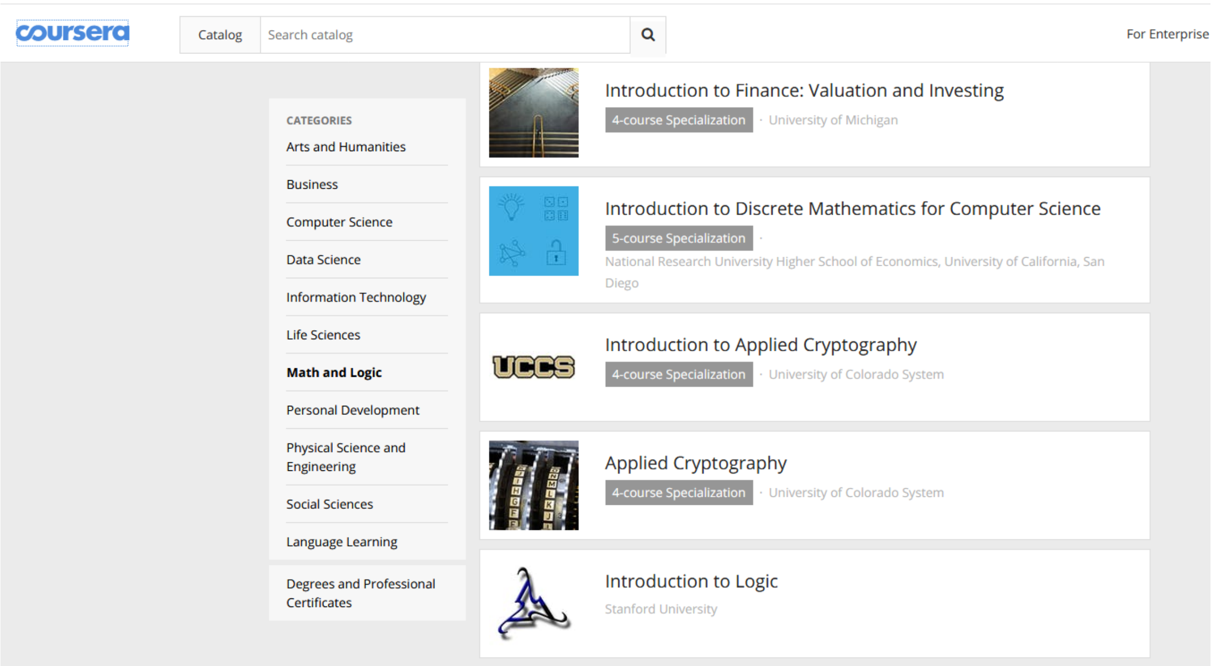

Abbildung 2: Mathematikkurse Coursera (coursera.org, 2018)

In Abbildung 2 sind mathematische und naturwissenschaftliche Kurse von Coursera zu sehen. Die mathematischen Lehrveranstaltungen auf dieser Lernplattform sind sehr technisch ausgerichtet. Diese Themengebiete sind vor allem in der Technik und Informatik von großer Bedeutung. Die Universitäten auf Coursera legen Wert auf die mathematischen Fähigkeiten in diesen Bereichen (T. Schilling, 2018).

[4] https://about.coursera.org/ (Letzter Zugriff: 24.04.2018)

2.1.1.3 iMooX

Die erste und bisher einzige Online-Lernplattform mit Massive Open Online Courses aus Österreich wurde 2013 von den beiden Grazer Universitäten Karl-Franzens-Universität und Technische Universität Graz gegründet. Es werden wie auf den amerikanischen Webseiten kostenlose Kurse zu den verschiedensten Themen zur Verfügung gestellt. Das Ziel von iMooX sind Inhalte auf universitärem Niveau der gesamten Bevölkerung zugänglich zu machen und jeder Person die Möglichkeit zur Weiterbildung anzubieten. Im Moment hat die Plattform mehr als 34 Partner. Darunter dreizehn Universitäten die es ermöglichen die Kurse und Inhalte frei zugänglich zu machen und die Zertifizierungen ebenso umsonst auszustellen. Im Moment nutzen mehr als 23 000 Personen mehr als 35 Kurse auf universitärem Niveau.[5]

Die Kommunikation innerhalb der Kurse funktioniert rein über die Foren und bietet keinen direkten Kontakt zu den Kursbetreuerinnen und Kursbetreuer. Ein Nachteil für die Webseite ist, dass die Lehrangebote vorwiegend in Deutsch angeboten werden. Im Gegensatz zu den vorher vorgestellten MOOC-Plattformen bietet IMooX nicht nur kostenlose Lerninhalte sondern stellt sie auch für gebührenfreie Weiterverwendung durch eine entsprechende offene Lizensierung zur Verfügung.[5]

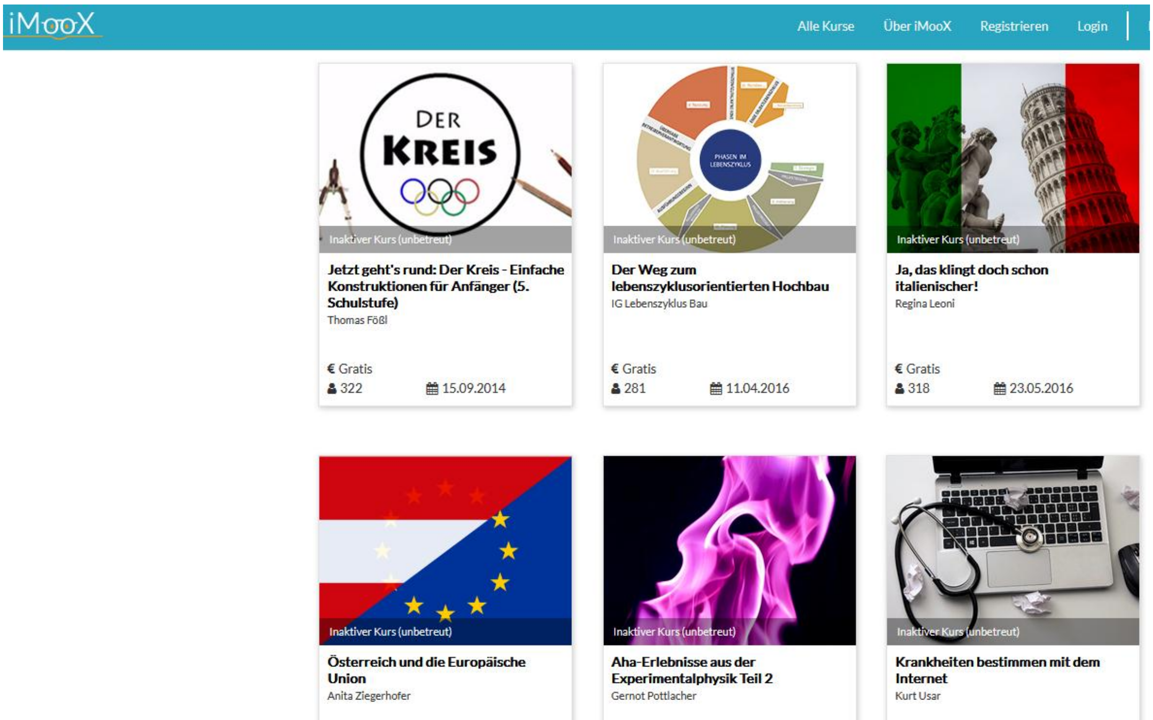

Abbildung 3: Kursplattform iMooX (www.imoox.at, 2018)

[5] https://imoox.at/mooc/theme/imoox/views/about.php (Letzter Zugriff: 24.04.2018)

IMooX bietet eine kleine Auswahl an Kursen verschiedener Themen (Abbildung 3). So gibt es bereits einige MOOCs zu Informatikthemen. Für die Mathematik gibt es im Moment nur zwei Fortbildungsmöglichkeiten, wovon einer davon unser Brückenkurs ist. Für die Anmeldung sind keine Voraussetzungen gegeben und kann mittels Name und Passwort durchgeführt werden. Wer die Kursbestätigung als Anrechnung für die Universität verwenden will, muss dementsprechend den richtigen Namen angeben (B. Aschemann, 2015).

3. Mathematische Software

Mathematische Berechnungen und Darstellungen werden oft durch Programme unterstützt. In den folgenden Unterkapiteln werden verschiedene Programme erklärt und verglichen. Hier wird vor allem auf die Software Matlab eingegangen, die im MOOC für die Übungsaufgaben verwendet wurde.

3.1 Wieso wird Software verwendet?

Die Mathematik ist neben der Informatik eines der stärksten technisch entwickelten Unterrichtsfächer in den letzten Jahrzehnten. Die neue Reife- und Diplomprüfung verlangt den zeitgemäßen Einsatz von Technologie im Mathematikunterricht. Durch diese Entwicklung des Schulsystems hat sich die Mathematik dahingegen entwickelt, dass Operationen durch die Technologie als Rechenhilfe gelöst werden. Die Technologie soll außerdem genutzt werden, um mit Hilfe von Visualisierungen den Unterricht anschaulicher zu gestalten. Der Einsatz von elektronischen Hilfsmitteln bringt nicht automatisch eine Verbesserung des Unterrichts, denn der Lernerfolg hängt von der Art und Weise des Einsatzes im Unterricht ab. Der Einfluss von Software auf den Mathematikunterricht wurde in Studien untersucht. Die Auswertungen führten aber zu keinem aussagekräftigen Ergebnis (Neumann, 2016). Durch die Rechenhilfe der Software bleibt für die Schülerinnen und Schüler mehr Zeit sich auf die wesentlichen Probleme der Aufgaben zu konzentrieren.

Ergebnisse von Studien, wie der PISA, zeigen deutlich die Probleme in der Mathematik. Die Defizite des Mathematikunterrichts in Ländern mit unterdurchschnittlichen Leistungen lassen sich auf Grundprobleme zurückzuführen. Dieses Kernproblem sind Schwächen bei algorithmischem Denken und beim Abarbeiten von Kalkülen. Diese Defizite können durch vermehrten Einsatz von technischen Hilfsmitteln im Mathematikunterricht unterstützt werden. Natürlich ist es abhängig von der Art und Weise des Einsatzes um diese Kompetenzen auch fördern zu können (N. Günes, 2012).

Algorithmisches Denken ist die Fähigkeit Algorithmen zu produzieren, die eine Problemstellung lösen. Diese Kompetenz ist nicht nur in der Informatik eine wichtige Fähigkeit, sondern wird auch sehr häufig in der Mathematik und der Ingenieurswissenschaft eingesetzt. Algorithmen werden aber nicht nur in den Naturwissenschaften angewendet. Viele Handlungen aus dem alltäglichen Leben sind

Algorithmen. Zu diesen Handlungen zählen zum Beispiel das Stricken oder das faire Teilen eines Kuchens. In der Mathematik sind die bekanntesten Beispiele der Gauß'sche und der Euklidische Algorithmus (N. Günes, 2012).

> *Das algorithmische Denken verlangt nach Beschränktheit. Das bedeutet, dass ein Lösungsverfahren aus einem oder mehreren bearbeitbaren Teilen bestehen muss, wobei jeder Teil für sich lösbar (berechenbar) ist. Der Fokus des algorithmischen Denkens liegt in dem Problem selbst, für das ein Algorithmus gesucht wird. Eine solche Denkweise ist problemzentriert und unterscheidet sich vom lösungszentrierten Denken (Wolfgang E. Lorenz u. Gabriel Wurzer, 2014, S. 7).*

Algorithmisches Denken verlangt demnach nicht unbedingt den Einsatz eines Computers. Es geht primär darum Ideen zu entwickeln, die mit Hilfe von Algorithmen einen Lösungsvorschlag erschaffen. Um herauszufinden ob sich das Ergebnis als Algorithmus angeben lässt, wird das Produkt in eine Programmiersprache übersetzt und als Programm ausgeführt. Es ist zusätzlich möglich das Programm mit einem Tabellenkalkulationsprogramm auf die Richtigkeit zu überprüfen (N. Günes, 2012).

Aufgaben mit Tabellenkalkulationsprogrammen sind allgemein sehr gut für die Förderung des algorithmischen Denkens. Der Einsatz dieser Software sollte demnach mehr gefördert werden, um die Kompetenzen für die technischen Studien zum Teil zu erlernen (N. Günes, 2012).

3.2 Matlab

Matlab wurde als Computersoftware hauptsächlich für numerische Berechnungen und Visualisierungen von Daten und Systemen entwickelt (Teschl, 2013). Der Grundgedanke dieses Softwarepakets war vorwiegend mathematisch-technische Probleme an Computern lösen zu können. In den 60er und 70er Jahren konnten solche Aufgaben nur mit vielen selbstgeschriebenen Codezeilen gelöst werden.[6]

Der Universitätsprofessor Cleve Moler wollte diese aufwändigen Arbeiten für seine Studenten erleichtern, damit diese sich auf die Problemstellungen konzentrieren können. Um diese zeitintensiven und komplexen Probleme aus dem technischen und auch wirtschaftlichen Bereich einfacher lösen zu können, hat Moler die Software

[6] https://de.wikipedia.org/wiki/Matlab

Matlab mit einer eigenen Programmiersprache entworfen. Für den Vertrieb dieses Softwarepakets gründete Moler 1984 mit Jack Little und Steve Bangert das Unternehmen The MathWorks.[7]

Matlab wurde von Cleve Moler in den 70er Jahren an der Universität New Mexico entwickelt. Die Software wurde als Unterstützung in den Kursen Lineare Algebra und Numerische Analysis verwendet. Als Grundbaustein des Programms dient eine Matrix, deren Dimension man nicht explizit angeben muss (Teschl, 2013). Daraus resultiert auch der anfängliche Name „**Mat**rix **Lab**oratory“ aus dem sich Matlab abgeleitet hat (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014).

Das Softwarepaket entwickelte sich von dieser einen Datenstruktur zu einer universell einsetzbaren objektorientierten Programmiersprache. Viele der Operationen basierten auf der Matrixoperation. In den neueren Versionen wurden komplexere Datenstrukturen wie etwa Strukturen aus C++, mit denen ebenfalls Arrays aber auch Klassen definiert werden können, eingeführt. Ein wesentlicher Vorteil an Matlab ist der sehr einfach gehaltene Syntax (Beucher, 2013). Damit ist es möglich, Programme weit problemloser zu schreiben als in anderen Programmiersprachen oder Algebra-Programmen. Matlab wird in vielen Bereichen der Mathematik als universelles Werkzeug eingesetzt. Die Funktionalität des Programms kann auf zwei unterschiedliche Arten angewendet werden. Zum einen kann eine aktive Berechnungs- und Simulationsumgebung verwendet werden, zum anderen können selbstgeschriebene Programme, als sogenannte Scripts, gespeichert und ausgeführt werden. Die ansonsten aufwendigen numerischen Probleme können durch diese Hilfe innerhalb von kurzer Zeit gelöst werden (Teschl, 2013).

Zum einfachen Syntax kommen zusätzlich viele vorgefertigte Funktionen, um Programme kurz und übersichtlich gestalten zu können. Die Benutzeroberfläche wird ständig weiterentwickelt um ein interaktives Arbeiten anwenderfreundlich gestalten zu können. Zusätzlich erleichtern einfache Integrationen von eigenen Bibliotheken, Programmen und Funktionen die Benutzung der Software. Matlab wird als Softwarepaket bezeichnet, weil es aus einem Basismodul und zahlreiche Erweiterungspaketen, die Toolboxen genannt werden, besteht. Diese Toolboxen haben alle ihre speziellen Anwendungsgebiete. Das Basismodul verfügt über eine Ein- und Ausgabefunktion, viele Befehle und mathematische Funktionen. Mit diesem Modul ist außerdem eine zwei- und dreidimensionalie Visualisierung möglich (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014). Außerdem sind Schnittstellen zu anderen

[7] https://de.wikipedia.org/wiki/Matlab

Programmiersprachen wie C und Java oder auch zu anderer Hardware möglich. Bibliotheken und Funktionen anderer Sprachen können in Matlab umgesetzt werden und deshalb auch genutzt, beziehungsweise aufgerufen werden (Schweizer, 2016).

Die schon angesprochenen Toolboxen der jeweiligen Anwendungsgebiete erweitern das Basismodul von Matlab mit geeigneten Werkzeugen um komplizierte Systeme zu simulieren und deren Ergebnisse visualisieren zu können. Zu den jeweiligen technischen und wissenschaftlichen Themenbereichen werden eigene Bibliotheken mit vorgefertigten Funktionen angeboten. Diese Bibliotheken sind in den Toolboxen enthalten und werden vor allem in den Bereichen Regelungstechnik, Optimierung und Signalverarbeitung genutzt. Eine sehr weitverbreitete Toolbox ist Simulink. Sie bietet eine grafische Benutzeroberfläche zur Simulation und Modellierung physikalischer Systeme. Diese Animationen werden mit sogenannten Signalflussgraphen umgesetzt. (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014).

Matlab hat in den letzten Jahrzehnten in den wissenschaftlichen Bereichen einen sehr hohen Stellenwert bekommen. Die Verwendung an den Universitäten reicht von der Robotik zur künstlichen Intelligenz, wo besonders das selbständige Lernen analysiert und erarbeitet wird. Es wird außerdem für die Bildverarbeitung verwendet und in der der Biologie eingesetzt.

Somit ist dieses Softwarepaket nicht nur als numerisches Instrument zu betrachten, sondern als Programmiersprache, die mit allen wesentlichen Fähigkeiten einer höheren Programmiersprache komplexe Aufgaben behandelt. Matlab wird als sogenannte Interpretersprache bezeichnet, die ein geschriebenes Programm sofort übersetzen und ausführen kann. Die als Skripten geschriebenen Programme werden innerhalb der Entwicklungsumgebung sofort überprüft und getestet. Diese Eigenschaft erleichtert das Entwickeln und Testen von Codezeilen oder Programmen wesentlich (Beucher, 2013).

3.2.1 Matlab-Desktop

Beim Start von Matlab erscheint der sogenannte Matlab-Desktop. Hierbei handelt es sich um eine Benutzeroberfläche einer Entwicklungsumgebung, welche in kleinere Bereiche aufgeteilt wird. Der Hauptbereich besteht aus dem Command Window (Abbildung 5). In diesem Fenster können Befehle direkt eingegeben werden und die Ausgabe des Befehls wird sofort im gleichen Fenster angezeigt. Das Prinzip dieses

Bereiches funktioniert wie bei einem Taschenrechner, nur werden für Berechnungen fertige Befehle verwendet (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014).

Ein weiterer Bereich ist der Editor, in dem Skripten und Funktionen erstellt und bearbeitet werden können. In diesem Editor wird die Programmiersprache der Entwicklungsumgebung Matlab verwendet um Programme schreiben zu können (Abbildung 4). Diese Codeausschnitte aus selbstgeschriebenen Code und vorgefertigten Funktionen bilden Programme, die gespeichert, jederzeit ausgeführt und verändert werden können. Diese erstellten Dateien werden als Matlab-Scripts gespeichert und werden verwendet um die Funktionalität mit eigenen Befehlen zu erweitern. Der Code der Matlab-Scripts, die als m-Files gespeichert werden, wird bei der Ausführung der Reihe nach abgearbeitet. Hier können Programmierbedingungen, Abfragen und Schleifen wie in anderen Programmiersprachen verwendet werden. Die Textausgabe von Ergebnissen erfolgt wiederum über das Command Window (Abbildung 5) (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014).

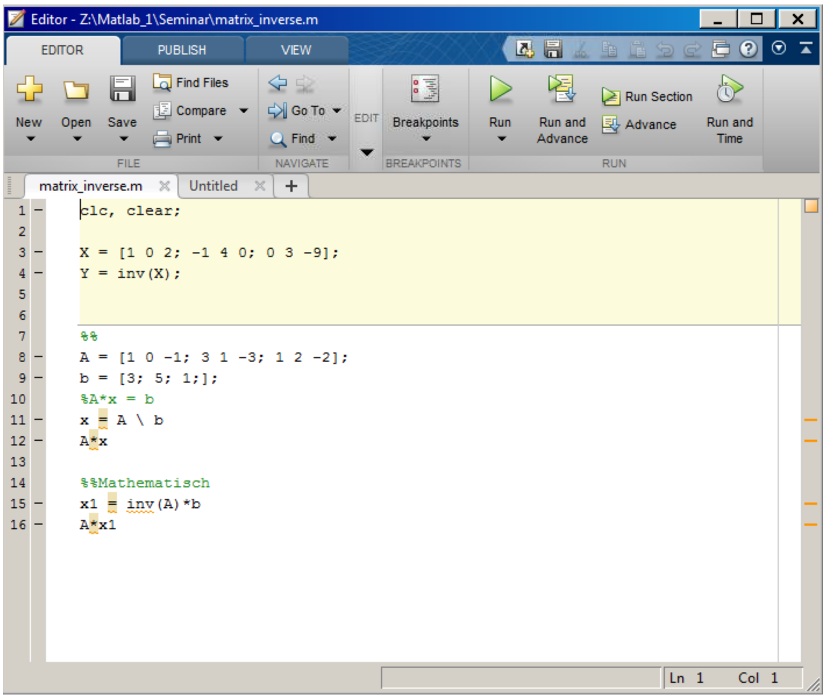

Abbildung 4: Matlab Editor

Grafiken werden nicht direkt im Command Window sondern in einem neuen Fenster angezeigt und bei jedem Programmdurchlauf neu erstellt. Bei Arbeiten mit Matlab entstehen viele Visualisierungen. Diese grafischen Lösungen können einfach als Bilder abgespeichert und exportiert werden. Diese Ergebnisse können so mit verschiedenen

Ansichten und Beschriftungen nachträglich bearbeitet werden. Für das Speichern der Grafiken stehen viele beliebige Dateiformate zur Verfügung.

Ein weiterer Bereich ist die Command History, wo verwendete Befehle aus dem Command Window angezeigt werden. Durch einen Doppelklick werden die gespeicherten Befehle aus dem Command History wieder ausgeführt. Im Workspace-Bereich werden Variablen mit den Namen und Werten in den jeweiligen Datentyp gespeichert (Abbildung 5). Hier kann man Informationen von den Variablen herauslesen und diese wieder im Command Window verwenden. Im nächsten wichtigen Bereich Current Folder ist das momentane Verzeichnis sichtbar und es ist möglich, gespeicherte Funktionen und Skripten herauszusuchen, um diese wiederverwenden zu können (Abbildung 5) (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014).

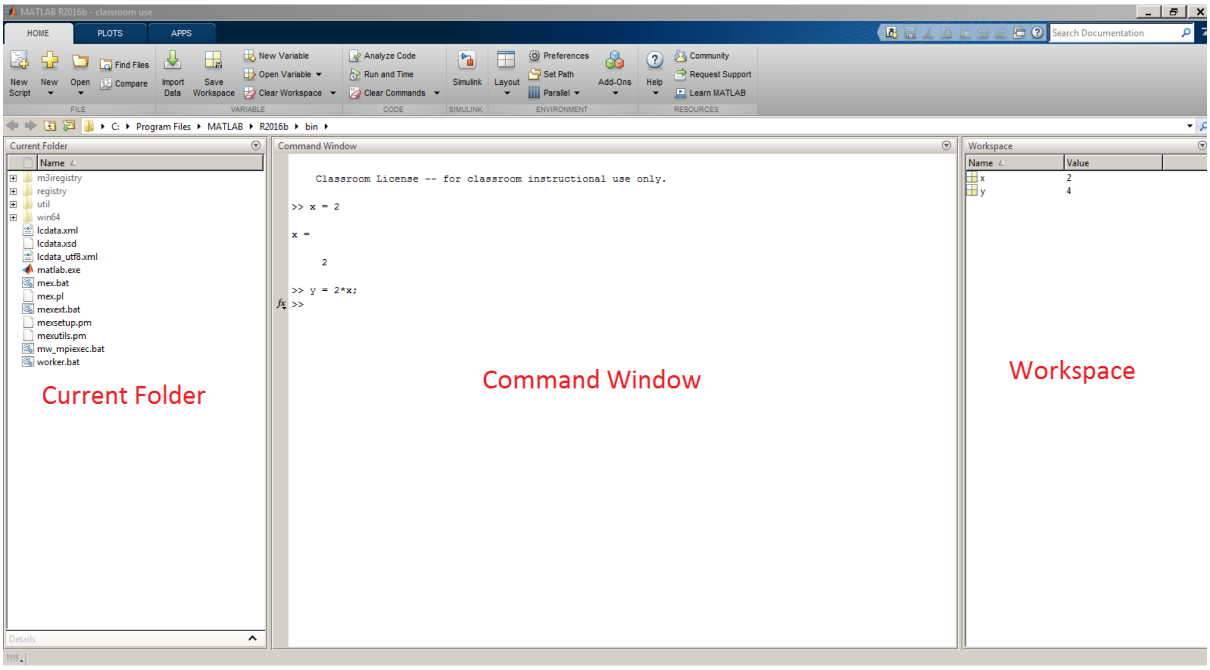

Abbildung 5: Matlab Benutzeroberfläche

3.2.2 Matlab-Hilfe

Matlab ist eine sehr vielverwendete Software, für die man nicht nur im Internet sehr viele hilfreiche Befehle und Vorschläge für Probleme findet, sondern es bietet selbst auch eine umfangreiche Hilfe an. Für die richtige Verwendung von Befehlen mit dem richtigen Syntax kann man mit Hilfe von „help [befehl]“ im Command Window die Matlab-Hilfe zu diesem Befehl aufrufen (Abbildung 6).

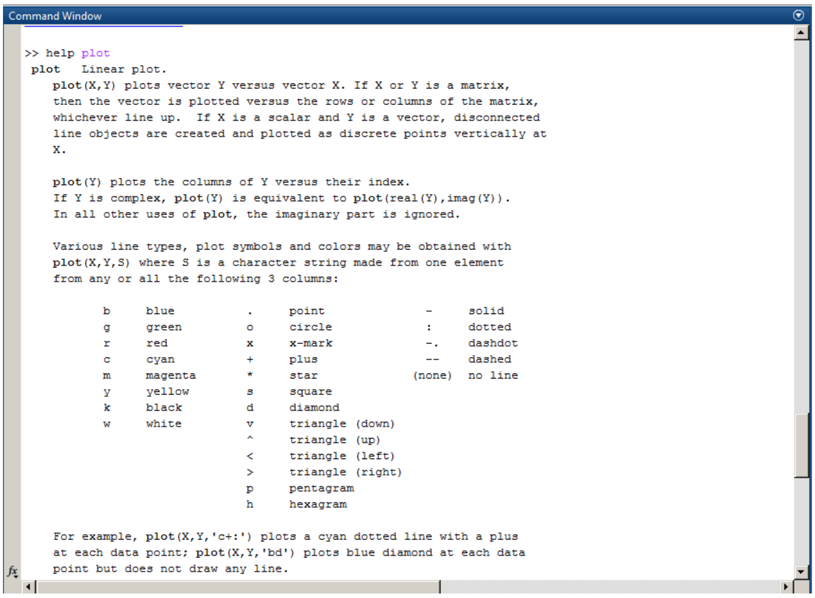

Abbildung 6: Matlab Hilfe in Command Window

Zusätzlich gibt es den Befehl „doc [befehl]“ der ein Hilfefenster zum gewünschten Befehl öffnet. Diese angebotene Hilfe zeigt nicht nur gute Erklärungen, sondern bietet dazu noch sehr gute Anwendungsbeispiele und ist somit vor allem für Funktionen sehr empfehlenswert (Abbildung 7). Das Hilfefenster bietet zusätzlich noch eine integrierte Suchfunktion, wo weitere Suchbefehle eingegeben werden können (Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014).

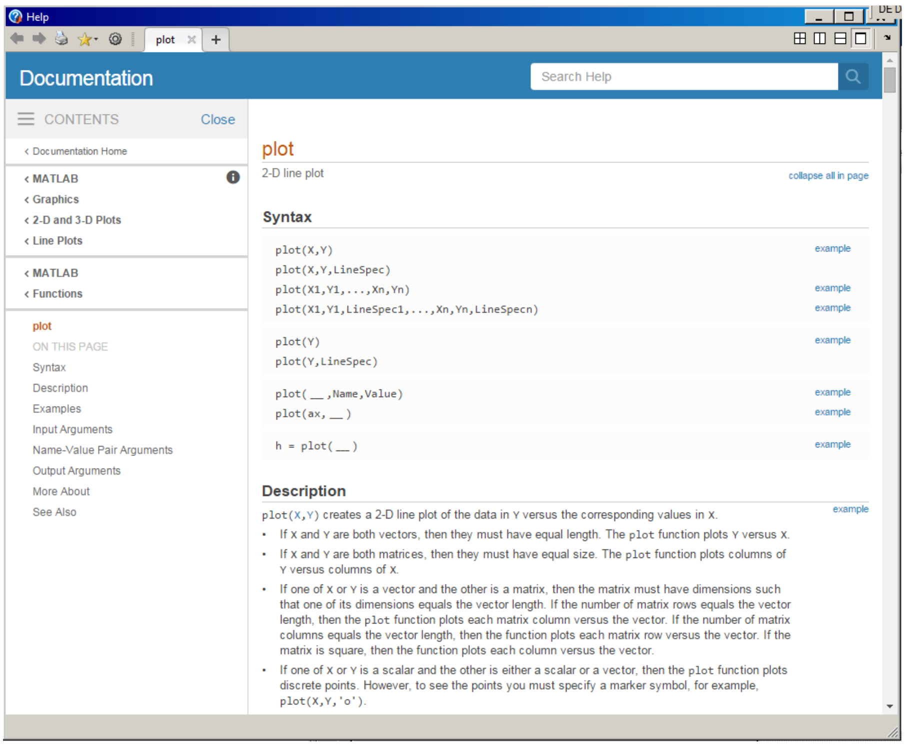

Abbildung 7: Matlab Hilfefenster

3.2.3 Warum wird Matlab verwendet?

Hochschulen befassen sich mit den Gebieten der Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, sowie mit der Technik, also mit den sogenannten MINT-Bereichen. Sie wollen die schnell voranschreitende Technik verwenden und brauchen aus diesem Grund ausreichendes Personal aus den MINT-Bereichen um die Benützung auch durchführen zu können. Fähigkeiten in diesen Gebieten sind für die täglichen Arbeiten an den Hochschulen erforderlich. Matlab ist ein geeignetes Softwarepaket, das für diese Arbeiten eine Vielzahl von Werkzeugen bereithält. Matlab umfasst Gebiete der Bildverarbeitung, Numerischen Analyse, Statistik, Simulation und Symbolischen Algebra (Sizemore, Mueller, 2014).

Diese Bereiche können mit älteren Programmiersprachen wie BASIC genauso gut umgesetzt werden, doch Matlab bietet mit dem Syntax die Einfachheit und stellt dazu eine riesige Auswahl an Werkzeugen in den MINT-Bereichen bereit. Es ist schwierig, komplexe Programmiersprachen wie BASIC zu erlernen. Diese Programmiersprachen bieten zwar weit mehr Möglichkeiten, die aber für Menschen, die Mathematik lernen und in Programmen umsetzen wollen, nicht notwendig sind. Aus diesem Grund wurde das Programm Matlab entworfen (Sizemore, Mueller, 2014).

Matlab arbeitet als Turing-Maschine ihre Aufgaben Schritt für Schritt ab. Es wird zu jedem Zeitpunkt nur eine Befehl der Aufgabe abgearbeitet. Das erfolgt solange, bis der komplette Code ausgeführt wurde. Wenn man die Kompetenz besitzt seine Ideen als Programm in Matlab zu schreiben, werden die Problemstellungen einfach und schnell gelöst. Deshalb ist Matlab an den Hochschulen sehr weitverbreitet. Es ist unter den Nutzerinnen und Nutzern der MINT-Bereichen beliebt, weil diese in ihren Bereichen produktiv, zeitsparend und einfach arbeiten wollen. In Matlab geht es nicht darum schöne und elegante Programme zu entwerfen, sondern sie sollen möglichst effektiv ein mathematisches, naturwissenschaftliches Problem lösen (Sizemore, Mueller, 2014).

Aus diesen Gründen wird Matlab in unserem Brückenkurs eingesetzt. Es ist ein sehr vielseitiges Computerprogramm und passt von den Anwendungsbereichen gut zu unserem MINT-MOOC. Zukünftige Studierende sollen den ersten Kontakt mit dieser mächtigen Software schon am Beginn ihres Studiums bekommen, um ein generelles Verständnis des Programms aufzubauen. Die Studierenden erlernen grob den Syntax und die Besonderheiten der Programmiersprache um auf diesem Wissen im Studium aufbauen zu können.

3.3 Alternative mathematische Programme

Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit werden Alternativen zu Matlab beschrieben und mit Matlab verglichen.

Softwareprogramme für die Mathematik werden allgemein in vier verschiedene Kategorien eingeteilt:

- **Tabellenkalkulationsprogramme**
  Sie sind in den meisten Schulen neben der Textverarbeitung Standardsoftware, die von großer Bedeutung sein können. Diese Programme sind in Schulen aber auch bei den Schülerinnen und Schülern zuhause sehr gut verfügbar. Dieses Medium ist vielseitig einsetzbar, vor allem in Teilgebieten wie Finanzmathematik und Statistik, aber auch im Sinne von schüleraktivem und entdeckendem Lernen (P. Stender, 2001). Die Anwendung in Bereichen der Modellbildung und Simulation wird sehr umfangreich zur Verfügung gestellt. Tabellenkalkulationen bieten hervorragende Visualisierungsmöglichkeiten von Daten und funktionalen Zusammenhängen. Veränderungen an Parametern werden unmittelbar neu berechnet und sichtbar.
  Diese Softwarepakete entlasten nicht nur von umfangreichen Rechenarbeiten, sondern fördern das algorithmische Denken. Damit wird es möglich sich auf den Kern der Problemstellung zu konzentrieren (Sizemore, Mueller, 2014).

- **Interaktive Geometrieprogramme**
  Computerwerkzeuge mit denen Elemente der Elementargeometrie anschaulich und effektiv dargestellt werden können, nennt man Interaktive Geometrieprogramme. Auch unter dem Namen dynamische Geometriesysteme (DGS) bekannt, ermöglichen diese geometrische Zusammenhänge dynamisch realisierbar zu machen, also genau jene Konstruktionen zu erstellen, für die ansonsten Lineal und Zirkel verwendet werden (Oppermann, 2018). In den DGS können Objekte erzeugt und dynamisch verändert werden. In interaktiven Geometrieprogrammen ist eine grafische Umsetzung kein statisches Bild, sondern ist eine Abfolge von Konstruktionen, die schrittweise beschrieben werden. So wird beispielsweise eine neue Grafik aus den Koordinaten von ihrem Anfangspunkt berechnet (Richter-Gebert & Kortenkamp, 2002). Diese dynamischen Veränderungen können mittels Maus oder integrierten Schiebereglern erstellt werden. Die Software ermöglicht Punkte so zu verschieben, dass sich die gesamte zusammenhängende Konstruktion mitverändert. In interaktiven

Geometrieprogrammen sind Objekte wie Punkte, Kreise aber auch Kegelschnitte und Funktionsgraphen relativ einfach realisierbar. Ein interaktives System ist zum Beispiel „Cinadrella“ (Richter-Gebert & Kortenkamp, 2002).

- **Funktionsplotter**

  Mit diesen Tools können Funktionsgraphen und angegebene Kurven direkt online in einem gegebenen Koordinatensystem visualisiert werden. Es ist möglich, dass Funktionen Parameter enthalten, deren Werte mit sogenannten Schiebereglern einstellbar sind. Diese Produkte sind oftmals sehr einfach zu bedienen und bieten dafür doch sehr viele professionelle Einstellungen an. Die Ausgabe funktioniert in diesen Programmen nicht nur über eine Grafik, sondern beispielsweise bei MAFA auch als Wertetabelle (Schmidt-Loebe, 2017).

- **Computer-Algebra-Systeme (CAS)**

  Computer-Algebra-Systeme bieten sich für die Verfahren der analytischen Geometrie an. Diese Systeme sind auf Computer aber auch auf visualisierbaren Taschenrechnern zu finden.

> „Ein Computeralgebrasystem ist eine Technologie, mit der man mindestens Terme symbolisch ableiten und Gleichungen algebraisch lösen kann (Pallack, 2007).“

Die Software ist eine Sammlung von mathematischen Werkzeugen, die nicht nur für symbolische Ableitungen und Gleichungen verwendet, wird sondern auch um numerische, symbolische, graphische und algorithmische Lösungen zu erzeugen (Neumann, 2016). Zu den Fähigkeiten gehören außerdem noch Formeln umzuwandeln, Integrieren, Funktionsgraphen und Kurven zu zeichnen, Grenzwerte bestimmen zu können und vieles mehr (Dosdogru, 2010). Mit diesen Werkzeugen sind auch grafische Darstellungen der Gleichungen mit den Koordinaten durchführbar.

Die Visualisierungen können aber nicht direkt, also nicht dynamisch verändert werden. Die CAS sollen zur Unterstützung mathematischer Ideen und Konzepte benützt werden. Rechenaufgaben und Visualisierungen sollen somit zeitsparender durchgeführt werden (Neumann, 2016). Mit der richtigen Verwendung von Computer-Algebra-Programmen sind alle Aufgaben der Schulmathematik lösbar. Schülerinnen und Schüler brauchen dennoch ein breites mathematisches Wissen um die Ergebnisse interpretieren zu können. Computer-Algebra-Systeme sind sehr mächtige Werkzeuge für Berechnungen und Darstellungen fixer Funktionen, lassen aber keine dynamischen Variationen zu. Ein typisches CAS- Programm ist zum Beispiel „Mathematica“ (Dosdogru, 2010).

Die Programmarten der verschiedenen Kategorien sind auch in verschiedenen Anwendungsgebieten der Mathematik sinnvoll einsetzbar. Die häufigsten Programme werden in den folgenden Absätzen mit Matlab verglichen.

3.3.1 Geogebra

Eines der bekanntesten mathematischen Programme namens „Geogebra“ ist ein mehrfach ausgezeichnetes interaktives oder auch dynamisches Geometrieprogramm.[8]

Geogebra ist eine kostenlose und plattformunabhängige Software die seit 2001 als Installationsdatei für Windows, Mac aber auch als Applikation für verschiedene Betriebssysteme zum Download angeboten wird. Das Programm ist aber ebenfalls online als Webstart im Browser verfügbar. Somit besteht die Möglichkeit Geogebra auch auf privaten Rechnern ohne kostenpflichtige Lizenz zu installieren (Kraft, 2006).

Die Software verbindet Inhalte der Analysis, Algebra und Geometrie zu einem kompakten System. Es besteht nicht nur die Möglichkeit Geogebra als ein interaktives Geometrieprogramm zu verwenden, sondern bietet Fähigkeiten aus allen Kategorien der mathematischen Computersoftware. Die Software bietet direktes interaktives Arbeiten mit Punkten, Vektoren, Geraden und Kegelschnitten, die durch Veränderungen mit der Maus dynamisch bearbeitet werden können. Das Programm ermöglicht die direkte Eingabe von algebraischen Gleichungen und Koordinaten. Der Software sind die verschiedensten Darstellungen von Parameterdarstellung zu Polarkoordinaten bekannt. Geogebra enthält zusätzlich zum dynamischen Geometrieprogramm ein CAS mit starken Algebra-Fähigkeiten, da mit Winkel, Vektoren, Punkten, Zahlen, etc. gerechnet werden kann. Es gibt zusätzlich einen Bereich für die Tabellenkalkulationen. Das Zusammenspiel der einzelnen Bereiche ist durch diese Umsetzung sehr einfach. Daten aus den Zellen können somit mit einem interaktiven Geometrieprogramm visualisiert werden. Es können aber auch Daten aus funktionalen Zusammenhängen in den Zellen gespeichert werden. Man kann direkt in Zeichnungen eingreifen und die Gleichung ändert sich mit. Somit ermöglicht Geogebra Veränderungen der Geometrie über die Algebra aber auch umgekehrt. Die Software

[8] www.geogebra.at. (Letzter Zugriff: 1.5.2018)

bietet verschiedene Ansichten und ist nicht nur im Bereich der Geometrie einsetzbar (Kraft, 2006).

Geogebra bietet nicht nur die üblichen Zeichenfunktionen, sondern es besteht die Möglichkeit eigene Werkzeuge umzusetzen oder vorhandene Werkzeuge anderer Personen direkt zu integrieren und einzusetzen. Animationen sind mit Hilfe von Schiebereglern relativ einfach umzusetzen und so wird Geogebra zu einem universellen Werkzeug des Mathematikunterrichts. Man findet sich im Programm sehr schnell zurecht und arbeitet sich rasch ein. Hier merkt man, dass dieses Produkt für den Unterricht entworfen wurde und somit die Handhabung sehr einfach ist (Kraft, 2006).

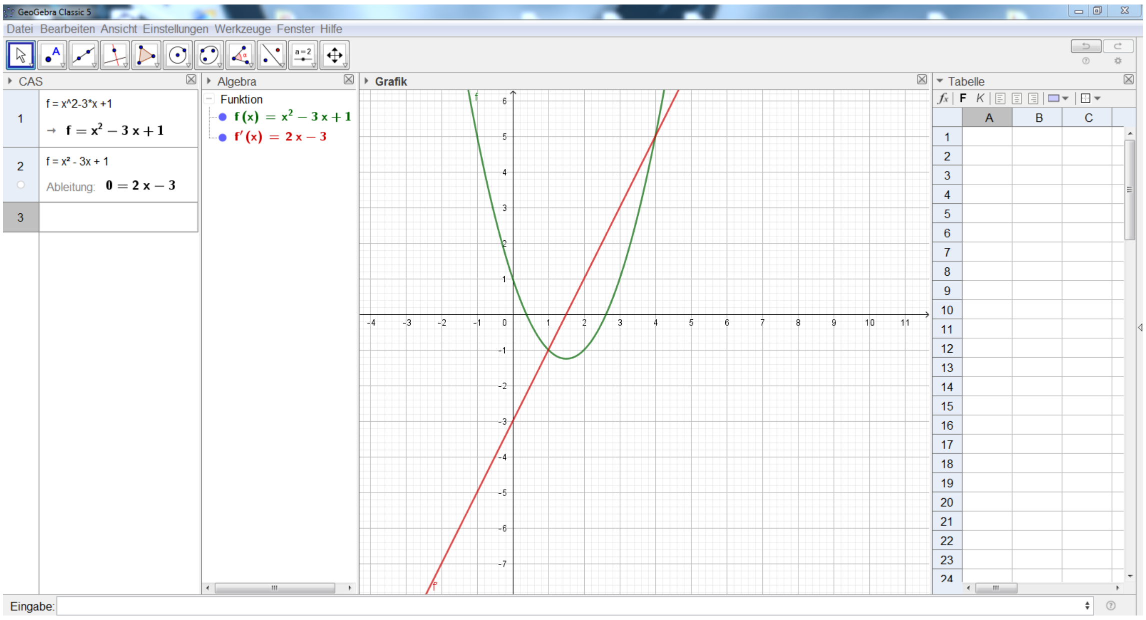

Abbildung 8: Geogebra Benutzeroberfläche

In der Abbildung 8 ist an der linken Seite das CAS-Modul von Geogebra zu sehen. Hier können Ableitungen, Integrale und andere Berechnungen durchgeführt werden. Die zweite Spalte ist der Algebrabereich, in dem Funktionen, Punkte oder andere grafische Objekte eingetragen werden. Diese Objekte werden dann im Grafikbereich dargestellt. In diesem Teil von Geogebra können Punkte, Funktionen mittels Maus direkt verändert werden. Der ganz rechte Bereich in der Abbildung 8 ist die Tabellenkalkulationsfunktion des Systems. Hier können alle Funktionen eines Tabellenkalkulationsprogrammes durchgeführt und direkt in den anderen Bereichen verwendet werden.

3.3.2 Mathematica

„Mathematica“ ist ein Computer-Algebra-System und ist eines der mächtigen technischen Werkzeuge für die Mathematik. Es ist mit den Fähigkeiten gleichzusetzen mit Derive, Maple und MuPAD. Das Programm wird für numerische Berechnungen mit einer Numerik-Software und für symbolische Mathematik verwendet. Das leistungsstarke Werkzeug kommt vor allem in den Bereichen lineare Algebra, numerische Integration, Optimierungen und Fourier-Transformation zum Einsatz. Die Software enthält außerdem Visualisierungstools für mathematische Objekte und wird zusätzlich als Programmiersprache verwendet (Dosdogru, 2010).

Mathematica ist im Jahr 1988 von Wolfram Research für Apple Computer veröffentlicht worden. Das Computer-Algebra-System wurde vom Vorgänger SMP abgewandelt und daraus entworfen. Ab 1992 wurde es auch für Windows und Linux auf den Markt gebracht. Die Softwarelizenz ist sehr kostenintensiv und wird nur für wenige Computersysteme als Standard-Software zur Verfügung gestellt, zum Beispiel Linuxversionen für Raspberry Pi (Dosdogru, 2010).

Mathematica besteht aus zwei Komponenten die miteinander in Verbindung stehen. Das sogenannte „Notebook“ ist die Benutzeroberfläche, über der die Eingaben und Ausgaben gesendet werden. Die zweite Komponente ist der „Kernel“ der die Eingabe verarbeitet, in einen Programmcode umwandelt und dann das Ergebnis über das Notebook wieder darstellt. Die Benutzeroberfläche ist für Formatierung und Darstellung zuständig. Die Software entscheidet selbst zwischen der Benutzeroberfläche und dem Kernel. Somit können über das Notebook Formeln und Texte miteinander vermischt werden. Die eigentlichen Berechnungen erfolgen dann im Kernel, die von einfachen Berechnungen bis hin zu vollständigen Programmen reichen kann (Dosdogru, 2010).

Als weitere Komponenten für Mathematica gibt es Zusatzpakete die den Kernel mit zusätzlichen Funktionen erweitert. Mit diesen Erweiterungen hat sich die Grafikfähigkeit von Mathematica sehr verbessert. So hat sich diese Software in den letzten Jahren vor allem im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zu einem der meist verbreiteten Computerprogramme entwickelt. Das Programm bietet vor allem durch die Programmiersprache unzählige Möglichkeiten. Es besitzt im Vergleich zu anderen mathematischen Technologien wenige Befehle, die aber durch die Programmiersprache realisierbar sind (Dosdogru, 2010).

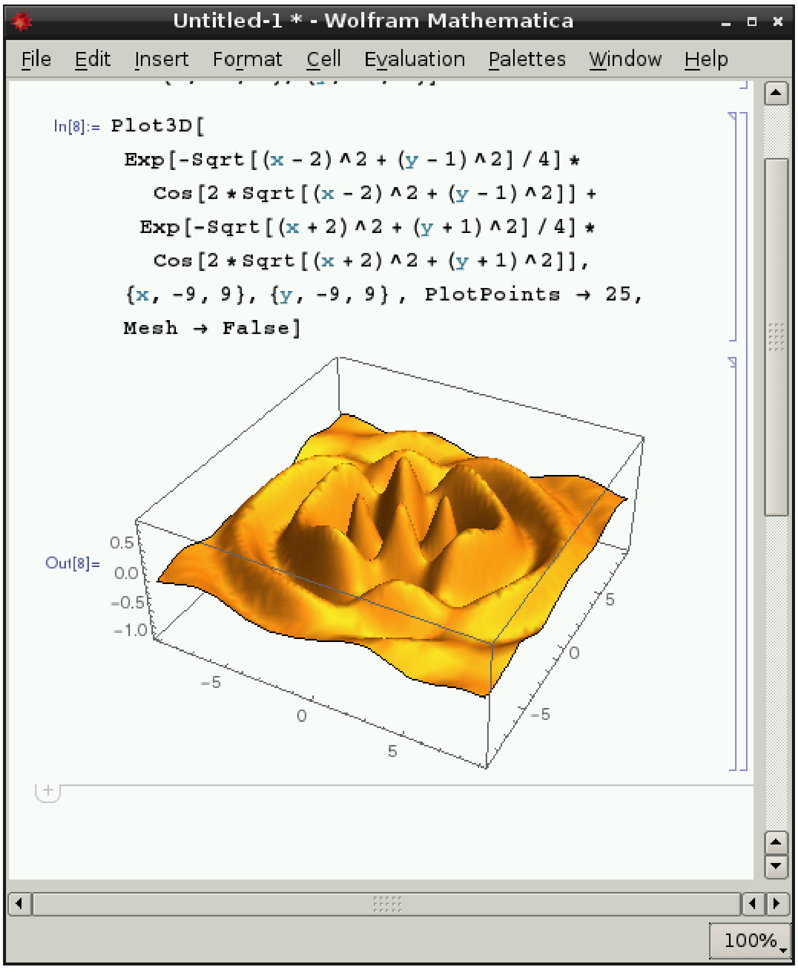

Abbildung 9: Programmcode mit Visualisierung in Mathematica (Gärtner, 2018)

Mathematica bietet wie in der Abbildung 9 zu sehen, sehr schöne Visualisierungen. Dazu kommen mathematische, grafische, interaktive und geometrische Berechnungen. Weiters bietet die Software Datenanalyse, Bildberechnung und Tools zu Numerik, Zahlentheorie und algebraischer Manipulation.

3.3.3 Excel

Excel ist eines der häufigsten Tabellenkalkulationsprogramme und wurde von Microsoft entwickelt. Tabellenkalkulationsprogramme sind in vielen Bereichen Standardcomputeranwendungen. Tabellenkalkulationen sind ein mächtiges Werkzeug für Rechnungen mit Termen, Finanzmathematik, Statistik und in vielen weiteren Themengebieten der Mathematik. Diese Programme dienen aber häufig als einfache Rechenerleichterungen und Darstellungtools (P. Stender, 2001).

Die Software besteht, wie der Name schon sagt, aus einer Tabelle mit einzelnen Zellen, in denen Rechenoperationen durchgeführt werden. In der Tabelle sind unterschiedliche Arten von Eingaben erlaubt, somit können Zellen verschiedene Werte oder Daten in verschiedenen Datentypen enthalten. Um die Inhalte von Zellen verbinden zu können, kann man die Zellen mit Formeln verknüpfen. Zahlen werden wie Buchstaben in die Zellen eingetragen. Die Software unterscheidet den Datentyp und schreibt den Text an die linke Seite der Zelle und die Zahl an die rechte Seite. So kann man auch auf einen Blick sehen, welchen Datentyp das Programm hier verwendet. Excel besitzt viele vorgefertigte Funktionen, die speziell im Bereich der Wirtschaftsmathematik als Rechenunterstützung dienen. Die Software bietet zusätzlich logische Operationen zwischen den Zellen an. Es bieten sich Sortieralgorithmen und Filterfunktionen an, um Daten für Visualisierungen zu ordnen (P. Stender, 2001).

Excel bietet eine Benutzeroberfläche aus Tabellen mit beschrifteten Zeilen und Spalten um jeder einzelnen Zelle eine Identifizierung zuzuweisen. Die Zellen können individuell verändert und verschiedene Formatierungen angewendet werden (P. Stender, 2001).

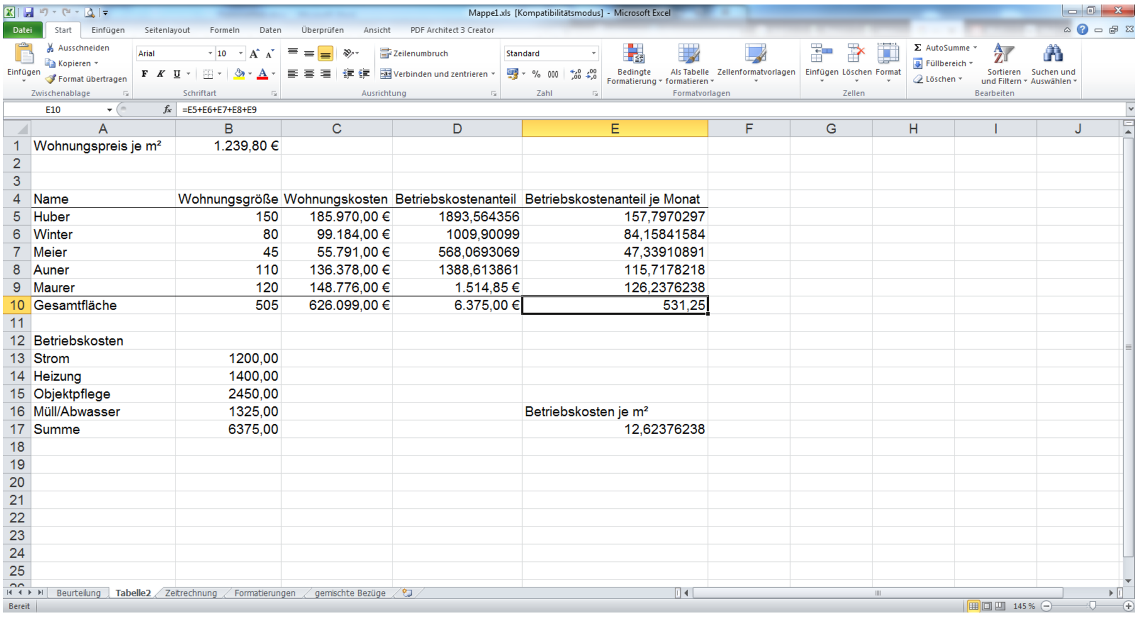

Abbildung 10: Microsoft Excel

In Abbildung 10 ist zu sehen, dass Daten sehr einfach miteinander berechnet werden können. Die zusätzlichen Formatierungen der Datentypen sind teilweise vorgefertigt, können aber individuell bearbeitet werden. Für solche Datensätze ist es in Excel sehr einfach, Diagramme oder andere hilfreiche Visualisierungen zu erstellen.

3.4 Vergleich der Computerprogramme

Matlab dient im Gegensatz zu CAS nicht der symbolischen, sondern vorrangig der numerischen Lösung von Problemen. Es wird in der Industrie und an Hochschulen eingesetzt. Hauptaufgaben für die Software sind vor allem numerische Simulationen sowie Datenerfassungen, Datenanalysen und Datenauswertungen. Weiterer Anwendungsschwerpunkt sind Wirtschaftswissenschaften, für die Mathworks Erweiterungspakete (z. B. Ökonometrie und Finanzmarkttheorie) bereitstellt. Matlab ist die Basis für Simulink, das zur zeitgesteuerten Simulation dient.

GeoGebra hingegen ist direkt für den Einsatz in Schulen entwickelt worden und ist dementsprechend auch einfach aufgebaut. Das Layout von GeoGebra ist sehr benutzerfreundlich. Die grundlegenden Funktionen sind in Schaltflächen auswählbar. Es sind alle Funktionen des CAS-Programms für schulmathematische Aufgaben vorhanden und kann deshalb grafikfähige Taschenrechner im Unterricht ersetzen. Das Programm enthält aber auch Einschränkungen in gewissen Bereichen, die über die Schulmathematik hinausgehen. Visualisierungen werden teilweise etwas unübersichtlich dargestellt. Hier werden aber verschiedene Ansichten angeboten, um dieses Defizit ausgleichen zu können. Für die zukünftige Nutzung ist die Verfügbarkeit von GeoGebra als Applikation für Tablet und Handy ein wichtiger Schritt. Durch die Umsetzung der App hat das Programm einen großen Vorteil gegenüber den anderen mathematischen Computerprogrammen.

Mathematica bietet sich bei guten Schülerinnen und Schülern an, um komplexere Rechenarbeiten mit einer Technologie zu erarbeiten. Mathematica hat den Vorteil, dass es durch die Programmierumgebung die vielseitige Verwendung ermöglicht. Die Benutzung dieses Programms ist für jede Person aufwendig und vor allem am Beginn sehr zeitintensiv. Diese Software soll deshalb nur bei motivierten und probierfreudigen Schülerinnen und Schülern in Verwendung sein (Draxler, 2002).

Im Gegensatz dazu kann man Excel für einfache Visualisierungen in der Statistik und Finanzmathematik aber auch für Funktionen verwenden. Die Anwendung des Programms ist relativ einfach und ist somit eine Möglichkeit für schwächere Schülerinnen und Schüler. Der Einsatz dieser Software verbraucht in den meisten Fällen nicht viel Zeit (Draxler, 2002).

Der Einsatz der Software ist natürlich sehr vom Fachgebiet der Mathematik abhängig. Für die weitere Nutzung an Hochschulen ist es natürlich von Vorteil eine einfache Programmiersprache zu nutzen, die aber unzählige Fähigkeiten bietet und nicht nur von vorgefertigten Funktionen abhängig ist. Somit war es eine gute Gelegenheit, die zur Verfügung gestellte Software Matlab in unseren Kurs miteinzubauen.

4. Brückenkurse

Der Übergang von Schulen zu den Universitäten stellt Studierende bereits lange Zeit vor Problemen verschiedenster Art. Um diesen Übergang einfacher zu gestalten planen Hochschulen Kurse für Studienanfängerinnen und Studienanfänger. Diese Vor- oder sogenannten Brückenkurse werden mittlerweile in vielen Universitäten europaweit angeboten. In Österreich entstehen gerade an den Technischen Hochschulen in allen MINT-Bereichen Überlegungen zu Online-Brückenkurse. Die deutschsprachigen Hochschulen bieten fast flächendeckend Einstiegskurse in Präsenz an. In den nächsten Abschnitten werden verschiedene Brückenkurse erklärt und miteinander verglichen.

4.1 MINT-Brückenkurs Mathematik

Im MINT-Brückenkurs für Mathematik werden für die technischen Studienrichtungen der Technischen Universitäten mathematische Inhalte aus der Schule wiederholt und eventuell auch noch ergänzt. Dieser Vorbereitungskurs wird online, auf der Plattform IMOOX, mit insgesamt 8 Kapiteln abgehalten. Diese Lektionen werden für die Teilnehmer wöchentlich freigeschaltet. Diese Lehrveranstaltung soll nicht nur den mathematischen Zweck zur Vorbereitung haben, sondern auch vom vorstrukturierten Tagesablauf einer Schule weg zur Selbstorganisation. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer müssen selbständig die Lernvideos ansehen und dazu die Übungsbeispiele erarbeiten. Dieses Konzept verlangt etwas an Selbstmanagement. Der Online-Brückenkurs hat die anspruchsvolle Aufgabe den Übergang von der Schule zur Universität so einfach wie möglich zu gestalten. Dieser Vorkurs soll es auch ermöglichen, in Lehrveranstaltungen der ersten Semester die Konzentration und Zeit in die Themengebiete der Mathematik oder anderen Teilgebieten zu investieren und nicht mit Wiederholungen zu vergeuden. Der Hauptgrund eines Online-Brückenkurses ist aber, dass man eine breite Masse der Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf einen gemeinsamen Wissensstand bringt und von dort weg mit den Lehrveranstaltungen der Universitäten beginnt. Dieses Wissen kann dann in gewissen Maßen als Voraussetzung genommen werden.

Mit einem Online-Brückenkurs ist es dennoch schwierig alle mathematischen Lücken der zukünftigen Studenten zu füllen. In diesem Zeitraum ist es nicht möglich den kompletten Schulstoff, der für das Studium relevant sein kann, zu wiederholen. Diese

Lücken können ihren Ursprung schon in den Teilgebieten der Unterstufenmathematik haben.

Die in Folge vorgestellten 8 Kapitel beinhalten die Themen Bruchrechnen, Gleichungen, Funktionen, Differentialrechnung, Integralrechnung sowie die Vektor- und Matrizenrechnung. Die mathematischen Inhalte und Anforderungen aus der Schule haben sich in den letzten Jahren verändert. Beweise oder manche Kegelschnitte sind in den Schulen verschwunden, dafür sind Kompetenzen wie etwa Modellieren und der Einsatz von technischen Hilfsmitteln immer mehr in den Vordergrund gerückt (Kühn, 2018).

Der Online-Lehrgang ist nicht verpflichtend, die Studienanfängerinnen und Studienanfänger können ihn freiwillig absolvieren. Aus diesem Grund werden einige zukünftige Studierende diese Möglichkeit nicht nutzen oder nicht bis zum Ende durchhalten. So wird es weiterhin vorkommen, dass ein unterschiedliches Leistungsniveau in den ersten Semestern herrscht. Ein ausgeglichenes mathematisches Niveau zu bekommen ist in diesem Fall aber auch nicht machbar. Der wichtige Punkt ist, die Schülerinnen und Schüler der verschiedenen Schultypen vereinen zu können. Das passiert genau durch solche Vorkurse. Durch die Online-Durchführung spricht man sicherlich mehr Personen an als bei einem normalen Kurs an der Universität. Die fehlende Verpflichtung erhöht das Risiko der Ausstiege. Trotzdem ist es schon ein Erfolg, wenn die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nur Bruchteile des Lehrganges in ihr Studium mitnehmen können.

Die Übungsaufgaben in unserem Kurs sind zum jetzigen Zeitpunkt reine Technologieaufgaben, die mit der Matlab-Software gelöst werden. In Zukunft sollen aber noch zusätzlich zu den momentanen Beispielen weitere Aufgaben zum händischen Lösen folgen.

Der MOOC bietet ein Quiz für Überprüfungen der jeweiligen Abschnitte. Um ein Zertifikat ausstellen zu können, um dieses auch für die Universität verwenden zu können, müssen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Fragen im Quiz beantworten. Für einen erfolgreichen Abschluss müssen 75 Prozent erreicht werden.

4.2 Mathematik-Brückenkurse in Deutschland

In Deutschland werden mathematische Kurse als Erleichterung von Schule zur Hochschule an nahezu allen Universitäten und Fachhochschulen angeboten. Das Konzept mathematische Inhalte aus der Schule zu wiederholen gleicht unseren Ideen und Zielen. In ihrem Konzept wird zusätzlich auf das Wissen aus der Schule aufgebaut, was in unserem Lehrgang nicht vorkommt. In Deutschland wird schon in Vorbereitungsveranstaltungen die mathematische Schreibweise nähergebracht. In unserem Fall werden keine mathematischen Schreib- und Argumentationsweisen der Hochschulmathematik gelehrt oder verlangt (Haase, 2014).

Die deutschen Universitäten bietet einen Online-Mathematik-Brückenkurs namens OMB+ an. Dieser Onlinekurs wird ebenfalls an den Universitäten in Schweden als Vorbereitungskurs für naturwissenschaftliche Studien angeboten. Der Lehrgang soll die eigenen Mathematikkenntnisse auf Vordermann bringen. Er wird eingesetzt, um Gelerntes zu wiederholen, Wissenslücken zu schließen und mathematische Kenntnisse zu überprüfen. Ihrer Meinung nach ist die Schulmathematik ein wichtiger Bestandteil in fast allen Studienfächern. Durch sporadisches Verwenden verlernt man die mathematischen Fähigkeiten. Aus diesen Gründen wird dieser Brückenkurs kostenlos zur Verfügung gestellt und von Online-Tutoren und -Tutorinnen betreut (Wolff, 2018).

Dieser Lehrgang dient als Auffrischung der Grundkenntnisse, die in der Schulzeit vermittelt worden sein sollten. Es werden einfache Rechentechniken, Logik, Mengen, Logarithmen, Differentialrechnungen, Integralrechnungen und komplexe Zahlen behandelt. Zu jedem Thema gibt es eine kurze aussagekräftige Erklärung mit passenden Aufgaben. Der aktuelle Wissensstand kann mittels Test, den man beliebig oft ausfüllen kann, überprüft werden. Am Ende jedes Kapitels gibt es eine Prüfung in der Inhalte des Themenbereiches abgefragt werden. Dieser Vorkurs erwartet gewisse Vorkenntnisse aus der Schule. Es werden zusätzlich andere Quellen als Hilfe angeboten um die Vorkenntnisse nachholen zu können (Wolff, 2018).

OMB+ ist unserem Brückenkurs sehr ähnlich. Er verfolgt die gleichen Ziele und beinhaltet auch ähnliche Themengebiete. Logik und Mengen sowie komplexe Zahlen werden in unseren Studien selbst sehr ausgiebig gelehrt und werden in den Schulen, wenn überhaupt, nur grob erarbeitet. Deshalb überlassen wir diese Themen den Lehrenden in den Lehrveranstaltungen.

Ein Unterschied dabei ist, dass in unserem MOOC momentan nur Matlab-Übungsbeispiele vorhanden sind. Die Aufgaben im OMB+ Kurs sind händisch zu berechnen.

4.3 Vorkurs der Höheren Fachschule Südostschweiz

Die Höhere Fachschule Südostschweiz bietet ihren Studierenden Vorkurse in den Bereichen Mathematik und Rechnungswesen. Im Vorkurs Mathematik werden die wichtigsten Grundlagen in komprimierter und aufbereiteter Form beigebracht. Die Schwerpunkte werden in den Themengebieten Gleichungen und Funktionen, Trigonometrie, Zinsrechnungen und den Grundlagen wie Brüche, Potenzen und Wurzeln, binomische Formeln aber auch Umformen von Termen festgesetzt. Die inhaltlichen Bereiche werden in 10 Einheiten mit je 4 Lektionen gelehrt (Meyer, 2017).

Ziel dieses Kurses ist, die Grundkenntnisse der Mathematik den angehenden Studierenden beizubringen und aufzufrischen. Die Studienanfängerinnen und Studienanfänger sollen das mathematische Niveau des Lehrabschlusses erreichen. Es sind keine Vorkenntnisse zur Absolvierung notwendig, da die Stoffgebiete von Grund auf neu vermittelt werden. Ein weiterer Punkt, in dem sich dieser Lehrgang mit unserem Online-Einführungskurs unterscheidet, sind die Kosten. Die Brückenkurse werden über IMOOX kostenlos angeboten, die Schweizer Fortbildungsmöglichkeit kostet umgerechnet über 900€ (Meyer, 2017).

4.4 Pre-University Calculus der TU Delft

Die Delft University of Technologie ist ein Kooperationspartner von edx.org und bietet über diese Lernplattform einen Vorbereitungskurs für Mathematik an. Ihrer Meinung nach ist Mathematik die Sprache der Wissenschaft, Technik und Technologie. Calculus ist ein elementarmathematischer Lehrgang, der in jedem wissenschaftlichen und technischen Studium angeboten wird. Der Kurs dient als Vorbereitung für den Einführungskurs Calculus (B. van den Dries & R. Koekoek, 2018).

Der Brückenkurs beinhaltet die Themen Funktionen, Gleichungen, Differenzierung und Integration. Von den Themenbereichen legt die niederländische Universität dieselben Schwerpunkte. Funktionen, Gleichungen, Differenzierung und Integration sind auf den

Technischen Hochschulen Grundwerkzeuge für viele Lehrveranstaltungen. Die Lernmaterialien werden den Teilnehmern ebenfalls kostenlos bereitgestellt (B. van den Dries & R. Koekoek, 2018).

Die Grundstruktur besteht aus sechs wöchentlichen Modulen mit kurzen Vorlesungsvideos und interaktiven Übungsaufgaben. Zu diesem Angebot gibt es Motivationsvideos die den Einsatz von Mathematik in Naturwissenschaften, Technik und Technologie zeigen. Eine Besonderheit dieses Kurses sind Hausaufgaben für die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer. Diese bilden zusammen mit den Übungsaufgaben und Abschlussprüfungen die Note (B. van den Dries & R. Koekoek, 2018).

Der Aufbau der Grundstruktur weist keine großen Unterschiede auf, dennoch bietet die TU Delft mehr Lernmöglichkeiten zu den Vorlesungsvideos. In unserem Kurs werden nur einzelne Übungsaufgaben ohne Hausaufgaben angeboten. So ein Benotungssystem wie in Pre-University Calculus ist für unseren MOOC aber nicht notwendig (B. van den Dries & R. Koekoek, 2018).

4.5 Vergleich der Brückenkurse

In der folgenden Tabelle werden die oben angeführten Vorkurse im Bereich Mathematik miteinander verglichen und somit die Unterschiede der vier Kurse dargestellt.

	MINT-Brückenkurs Mathematik (Österreich)	**OMB+ (Deutschland)**	**Vorkurs höherer FS Südostschweiz**	**Pre-University Calculus (Niederlande)**
Themengebiete	Brüche, Gleichungen, Funktionen, Differential-rechnung, Integral-rechnung, Vektoren, Matrizen	Logik, Mengen, Logarithmen, Differential-rechnung, Integralrechnung, komplexe Zahlen	Gleichungen, Funktionen, Trigonometrie, Zinsrechnung, Brüche, Potenzen, Wurzeln, binomische Formeln, Umformungen von Termen	Funktionen, Gleichungen, Differential-rechnung, Integration
Kapitel	8	10	10	6
Aufbau	Videos, interaktive Übungs-aufgaben in Matlab	Erklärungen, händische Übungsaufgaben, zusätzliches Hilfsmaterial	Erklärungen, Übungseinheiten	Videos, interaktive Übungsaufgaben, Motivationsvideos, Hausaufgaben
Überprüfungen	wöchentliche Überprüfung ohne Abschlussnote	wöchentliche Überprüfung ohne Abschluss-note	Abschluss-prüfung mit Zertifizierung	Hausaufgaben, Übungsaufgaben und Abschluss-prüfungen zählen zur Abschlussnote
Kosten	kostenlose Teilnahme, Lern-materialien und Zertifikate	kostenlose Teilnahme, Lern-materialien und Zertifikate	Teilnahme mit Zertifikat kostet 900€	kostenlose Teilnahme und Lernmaterialien Zertifikat kostet ca. 43€

TEIL II

5. Überblick über den Online-Kurs

Der zweite Teil dieser Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung und Durchführung des MOOCs. Dazu werden die Untersuchungsfragen für die Evaluierung erarbeitet. Im Anschluss an die Fragen werden die Entwicklung, der Aufbau und die Durchführung des Online-Kurses genauer beschrieben. Die Entwicklung und der Aufbau sollen noch einmal einen Überblick über den Online-Kurs geben. Darauf folgend werden die Daten der Evaluierung ausgewertet und die Ergebnisse davon interpretiert. Abgeschlossen wird die Diplomarbeit mit einer Zusammenfassung über die Resultate.

5.1 Forschungsfrage

Nach den genauen Erklärungen im ersten Teil werden wir jetzt genauer auf das Ziel der Arbeit eingehen. Dazu wurde für die Evaluierung eine zentrale Forschungsfrage formuliert. Durch die Untersuchung soll also folgende Frage beantwortet werden:

> „Inwieweit ist ein Massiv Open Online Course mit interaktiven Matlab-Komponenten geeignet, mathematische Kompetenzen zu fördern und zu lehren?“

Ausgehend von dieser Fragestellung werden in der Untersuchung folgende Punkte untersucht:

- Haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Übungsaufgaben in Anspruch genommen?
- Waren die Übungsaufgaben für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hilfreich?
- Gab es sonstige Auffälligkeiten bei der Durchführung des MOOCs?

6. Entwicklung des Online-Kurses

In diesem Kapitel werden der Aufbau des MOOCs und die Grundideen, zur Erstellung dieses Kurses, wiedergegeben. Es werden die Inhalte mit den methodisch-didaktischen Überlegungen der wöchentlichen Einheiten genauer erklärt. Der Kurs wurde im März 2018 auf iMooX.at gestartet.

6.1 Struktur des MOOCs

Die Grundstruktur des Kurses wird durch die Lernplattform iMooX vorgegeben. Aus diesem Grund müssen die Inhalte und der Aufbau des Kurses dementsprechend strukturiert werden. Die Kurseinheiten sollten in gleich große Teile unterteilt werden. Zu der Grundstruktur sollte jede einzelne Einheit den wiedererkennbaren Aufbau ihrer Online-Lehrveranstaltung besitzen. So sollen MOOCs nicht nur inhaltlich gut aufgebaut werden, sondern auch jeder Abschnitt die gleiche grafische Struktur mit einheitlichen Unterpunkten beinhalten (Lackner, Kopp & Ebner, 2015).

Der MOOC ist unterteilt in 8 Module, die normalerweise wöchentlich freigeschaltet werden. Jedes Modul behandelt ein eigenes Themengebiet, somit hat unser MOOC eine Dauer von 8 Wochen. Im Mittelpunkt der Kapitel steht zumindest ein Lernvideo zu dem jeweiligen Thema. Die Videos müssen zeitlich so geplant werden, dass Einheiten keine Zeitprobleme hervorrufen. Ziel ist es mit kurzen, prägnanten Sequenzen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu begeistern (Lackner, Kopp & Ebner, 2015). Weiteres können weitere Lehrmaterialien als Hilfestellung angeboten werden. Diese zusätzlichen Hilfsmittel wurden in unserem MOOC nicht verwendet. Für Fragen und Anregungen, sowie für den Wissensaustausch zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern steht ein Forum zur Verfügung. Zusätzlich sind Materialien in Form von Übungsbeispielen möglich, die in unserem Kurs mit einem zusätzlichen Tool angeboten werden.

Abgeschlossen werden die einzelnen Module mit einem Quiz. Dieses Quiz enthält Fragen zu dem jeweiligen Themengebiet mit einer oder mehreren richtigen Antwortmöglichkeiten (M. Ebner, W. Slany & S. Janisch, 2017). Mit dem Quiz kann das Wissen über das Thema überprüft werden. Die aktiven Teilnehmerinnen und Teilnehmer bekommen nach dem Abschluss des Kurses eine automatisierte Teilnahmebestätigung. Diese bestätigt, dass der Teilnehmer oder die Teilnehmerin zumindest 75 Prozent der Fragen richtig beantwortet hat (Kühn, 2018).

Bei der Strukturierung eines Massive Open Online Course ist zu bedenken, dass die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer diesen Kurs oft neben ihrer beruflichen Ausübung absolvieren. Aus diesem Grund sollen keine zeitintensiven Arbeitsaufträge verlangt werden. Der wöchentliche Aufwand unseres Kurses sollte nicht mehr als 2 Stunden pro Woche betragen (Kühn, 2018).

6.2 Kursaufbau des MOOC

Das Thema unseres Kurses ist Mathematik. Der im März 2018 gestartete MOOC ist ein Teil der MINT-MOOC Reihe. Die MINT-MOOCs sind drei Brückenkurse für die Fächer Mathematik, Informatik und Mechanik. Die Technische Universität Graz betreut den Kurs zum Thema Mathematik. Die Grundlagen der MINT-Bereiche sind Grundlagen für die technischen Studienrichtungen und werden durch diese Brückenkurse aufgefrischt und fehlendes Wissen erlernt (Grandl, 2018).

Der „MINT-Brückenkurs" wurde speziell für Studienanfängerinnen und Studienanfänger beziehungsweise für Personen im Alter 18-20 entwickelt, um diesen den Einstieg ins Studium zu erleichtern (Kühn, 2018). Die Mathematik ist ein wichtiger Teil der technischen Studien. Die Schulmathematik soll als Grundgerüst für die weiteren mathematischen Gebiete in den Lehrveranstaltungen dienen. Durch den heutigen Stand der Technik wird der Kurs nicht als Lehrveranstaltung an der Universität durchgeführt, sondern als Online-MOOC. So bleibt die Entscheidung den Schülerinnen und Schülern, wann und wo die Kapitel gelernt werden.

Eines der bekanntesten Probleme von den Onlinekursen ist die hohe Ausstiegsrate. Es schließen durchschnittlich nur 2 -10 % aller angemeldeten Personen einen MOOC ab (Schön & Ebner, 2018). Gründe der viele Abbrüche sind vor allem ein fehlendes Hintergrundwissen aber auch Zeitmangel und die Motivation beziehungsweise das Durchhaltevermögen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Khalil & Ebner, 2014). Es ist deshalb wichtig im ersten Modul das Niveau entsprechend der Zielgruppe zu wählen, um die Schülerinnen und Schüler hier aufzufangen und den Wissensstand stetig und langsam zu heben. Den Zeitfaktor bekommt der Ersteller oder die Erstellerin gut in den Griff, wenn er oder sie eine Wochenarbeitszeit einplant und diese als Orientierungshilfe verwendet. Die erforderte Aktivität kann als Einschätzung des Aufwandes dienen. So soll die Einschätzung der benötigten Zeit den Lernenden bekanntgegeben werden (Lackner, Kopp & Ebner, 2015). Khalil & Ebner (2015) sind der Meinung, dass vor allem kürzere MOOCs zu mehr Abschlüssen und einer niedrigeren Ausstiegsrate führen. Diese Überlegungen wurden bei der Umsetzung des Brückenkurses berücksichtigt.

Die 8 Module bestehen aus 7 Themengebieten, wobei der Inhalt des Themas Funktionen auf zwei Module aufgeteilt haben um die Länge der einzelnen Lektionen nicht zu sehr variieren zu lassen. Die Lektionen sind in einer Leiste mit dem Datum der Veröffentlichung auszuwählen (Abbildung 11).

Abbildung 11: iMooX Kapitelanzeige

Der Beginn des Kurses befasst sich mit Brüchen, von dort weg wird in der zweiten Einheit das Thema Gleichungen erarbeitet. In der dritten und vierten Einheit beschäftigen man sich mit Funktionen wobei das Thema auf die beiden Einheiten aufgeteilt wurde. Nach diesen beiden Modulen kommt eine Lektion über Differenzieren und anschließend eine Lektion zur Integralrechnung. In der siebenten Einheit erarbeiten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Vektorrechnung und zum Abschluss im Modul 8 wird das Themengebiet um Matrizen nähergebracht. Die einzelnen Kapitel starten mit einem Willkommenstext, in dem der Lerninhalt vorgestellt wird (Abbildung 12).

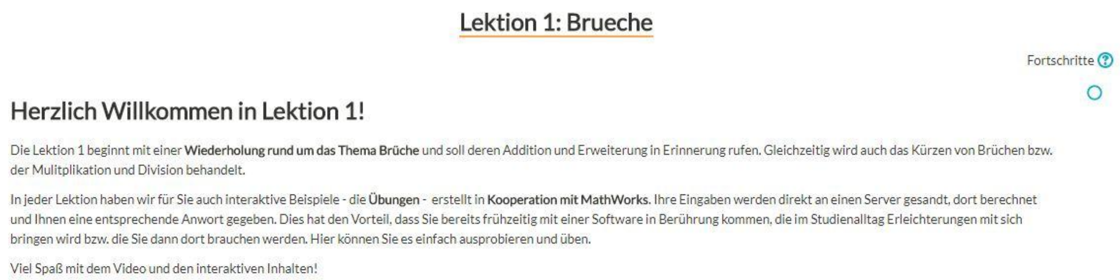

Abbildung 12: MINT-Brückenkurs Willkommenstext

In jedem Modul gibt es ein mehrminütiges Erklärungsvideo, das zur Vermittlung des Lernstoffes dient (Abbildung 13). Die Lernsequenzen bilden den Hauptbestandteil des MOOC. Die Kurzfilme sind über den iMooX-Account auf Youtube unter einer offenen Linzenz gespeichert und somit auch dort jederzeit zu sehen. Der Aufbau der Videos wird im nächsten Abschnitt genauer erklärt. Die folgende Abbildung zeigt ein Bild des entworfenen Intros zu unserem Brückenkurs.

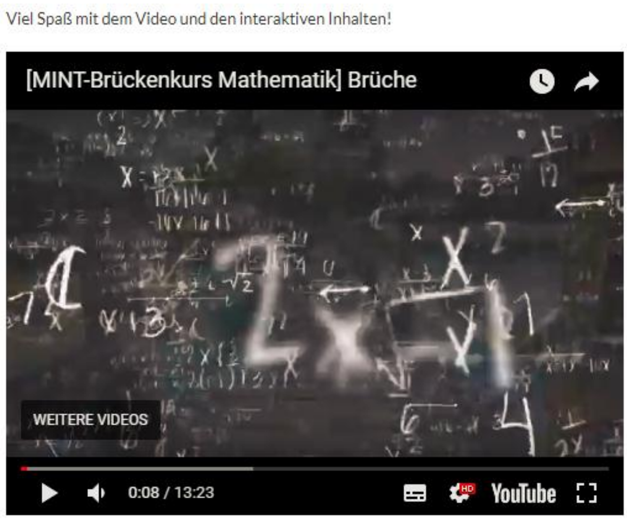

Abbildung 13: Intro MOOC-Videos

Im den Übungsteilen jedes Moduls werden 2 bis 5 interaktive Übungsaufgaben zum Inhalt der Videos angeboten (Kühn, 2018). Die Aufgaben sind als Übung zu sehen und haben keinen Einfluss auf den positiven Abschluss. Die Aufgaben befinden sich nicht direkt in dem jeweiligen Kapitel sondern in einem verlinkten Matlab-Tool. Durch den Klick auf die Aufgabe öffnet sich ein Fenster mit diesem Tool. Als generelle Hilfe zu Matlab werden Erklärungsvideos von MathWorks direkt beim Unterpunkt Übungen angeboten (Abbildung 14). Eine genauere Erklärung zum Tool gibt es im nächsten Kapitel. Vor der Erstellung der Lernvideos und der Übungsbeispiele wurden die Lernziele gut formuliert, um die Sequenzen und Aufgaben auf die Ziele des Kapitels abzustimmen (Lackner, Kopp & Ebner, 2015).

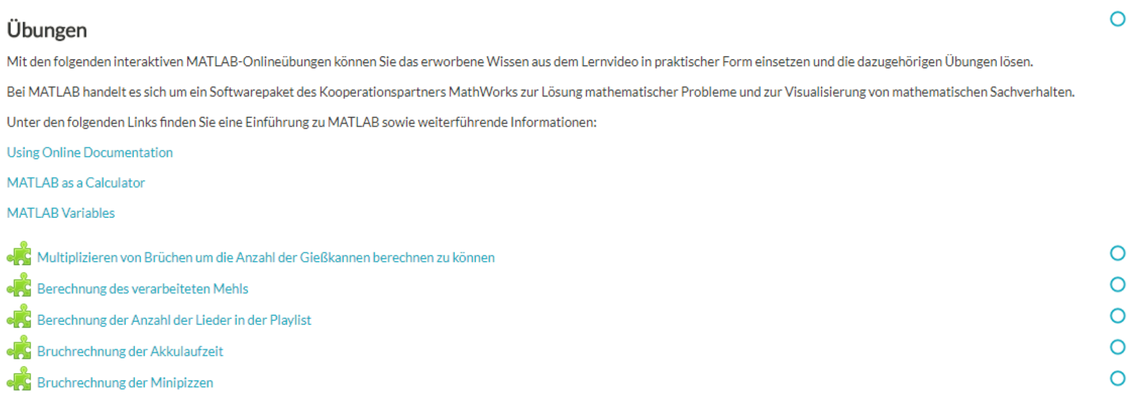

Abbildung 14: Übungsteil des Brückenkurses

Die wöchentlichen Abschnitte werden mit einem Quiz aus 5 Fragen, mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten, abgeschlossen. Die Fragen beziehen sich auf das dazugehörige Themengebiet des Abschnittes. Das Quiz kann in jedem Modul 5-mal durchgeführt werden. Jede Teilprüfung muss mit mehr als 75 Prozent der richtigen Antworten ausgefüllt werden um einen positiven Abschluss zu bekommen. Die einzelnen Fragen davon enthalten in diesem Fall nur eine oder mehrere richtige Antwortmöglichkeiten, in Form eines Multiple-Choice-Test (Abbildung 15). Bei der Bildung der Fragen werden verschiedene Typen verwendet, denn sich auf einen Typ zu konzentrieren wirkt eintönig (Lackner, Kopp & Ebner, 2015).

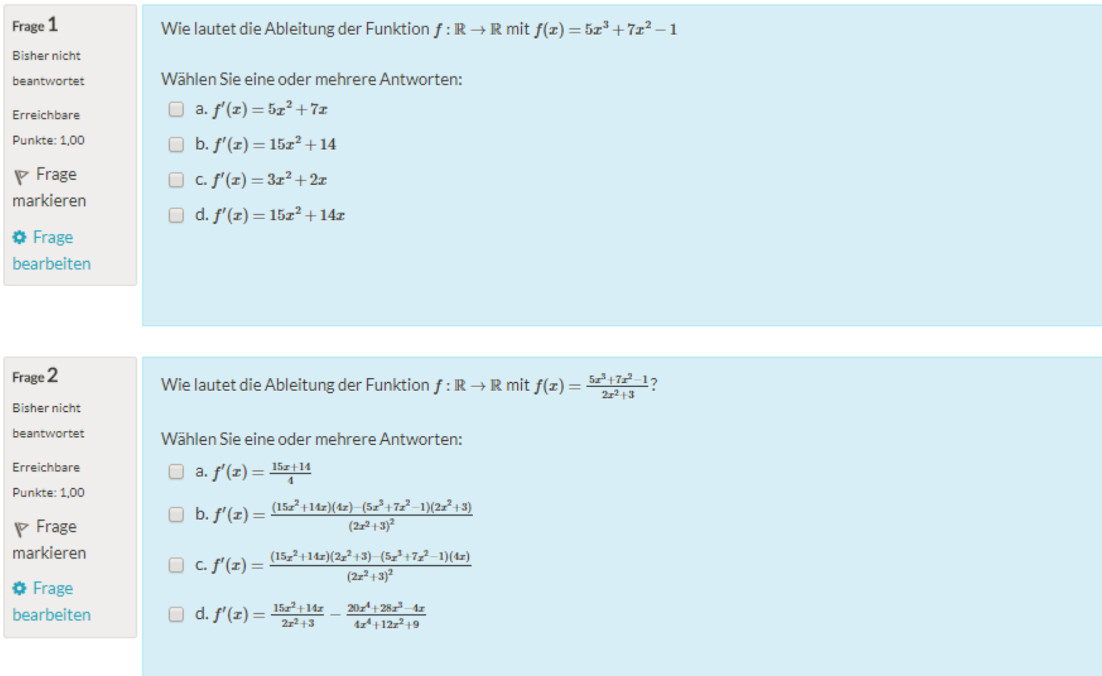

Abbildung 15: Quizfragen des MOOCs

Ein wichtiger Bestandteil eines MOOC ist die Kommunikationsmöglichkeit zwischen den Teilnehmerinnen, Teilnehmern und den Lehrenden. Für den Wissensaustausch und Fragen wurde ein Forum zur Verfügung gestellt. Für technische Angelegenheiten, Fragen zu Matlab und Fragen zu den einzelnen Kapiteln wurden eigene Forumsdiskussionen, sogenannte Threads erstellt (Abbildung 16). Auf zusätzliches Begleitmaterial wie ein Skriptum oder schriftliche Erklärungen haben wir verzichtet.

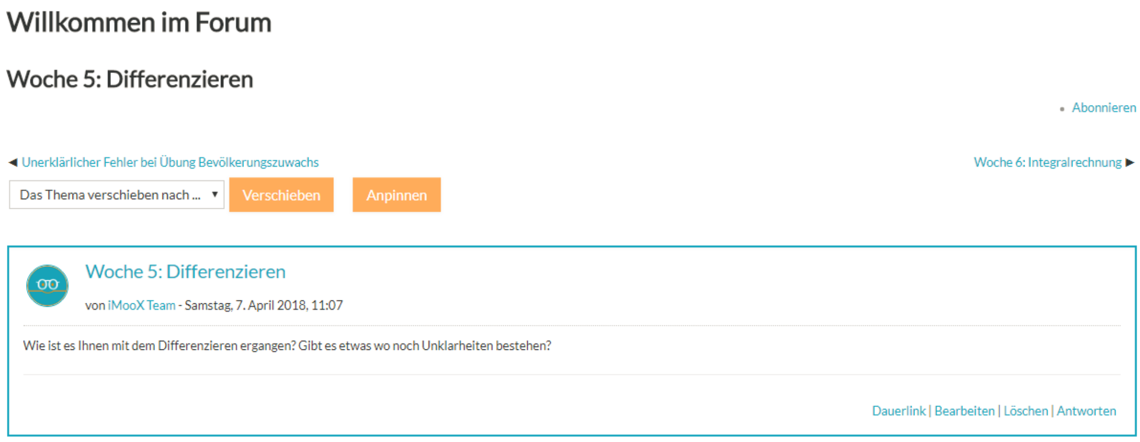

Abbildung 16: Forumthread des MOOCs

6.3 Matlab als Plattform-Tool des MOOCs

Eine weitere Herausforderung dieses MOOCs ist der Einsatz von Matlab. Die Software wurde uns von MatchWorks für den Einführungskurs zur Verfügung gestellt. In den einzelnen Kapiteln wurden die interaktiven Übungsaufgaben entsprechend dem Thema in Kooperation mit MathWorks erstellt (Kühn, 2018).

Die Einbettung von Matlab geschah über die LTI-Schnittstelle. LTI ist eine Spezifikation, die als Standard zur Integration von sogenannten Tools in Lernplattformen verwendet wird. Diese Tools sind Lernanwendungen die von Anbietern zur Verfügung gestellt werden. So wurde die Software mithilfe eines vorgefertigten Tools von MathWorks direkt in die einzelnen Module unseres MOOCs eingebunden. Die Lernanwendung konnte für jede einzelne Aufgabe neu eingebunden werden. Dieses vorgefertigte Template öffnete sich als neue Seite in der nur eine eingeschränkte Bearbeitung möglich ist. Es kann der Titel, die Angabe geändert werden, sowie eine Referenzlösung und ein Learner Template verwendet werden. Im Bereich der Lernenden kann ein Teil des Codes für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer angegeben werden, beziehungsweise Codezeilen zur Bearbeitung freigeschaltet werden. In der Angabe kann mit Hilfe eines kurzen Textes das Übungsbeispiel genauer erklärt und Aufgabenstellungen angeben werden (Abbildung 17).

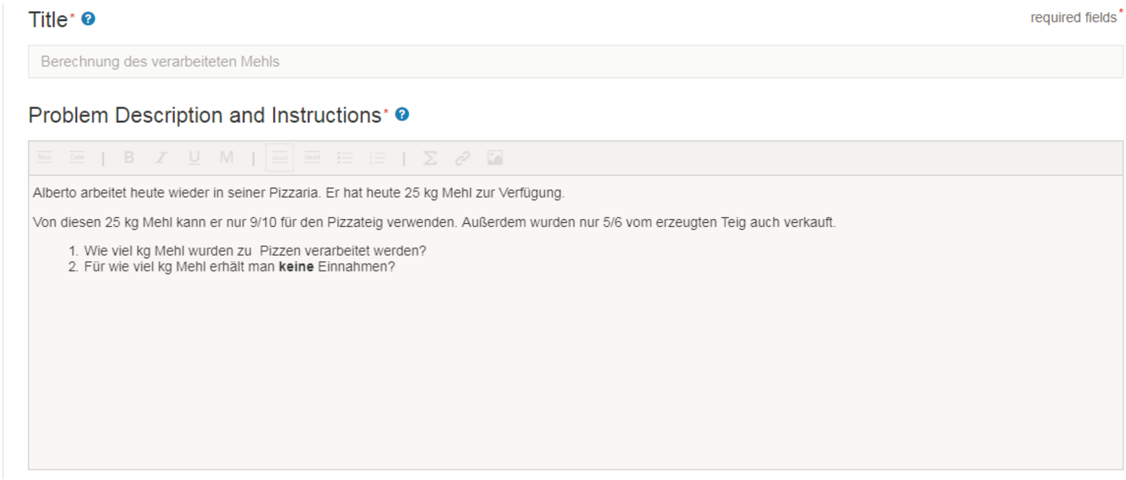

Abbildung 17: Matlab-Tool im MOOC

Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer bekommen einen vorgefertigten Code in das Learner-Template, der für Sie nur teilweise veränderbar ist. In den veränderbaren Zeilen sollen kurze Codesequenzen selbst geschrieben werden um die Aufgabe zu lösen (Abbildung 18).

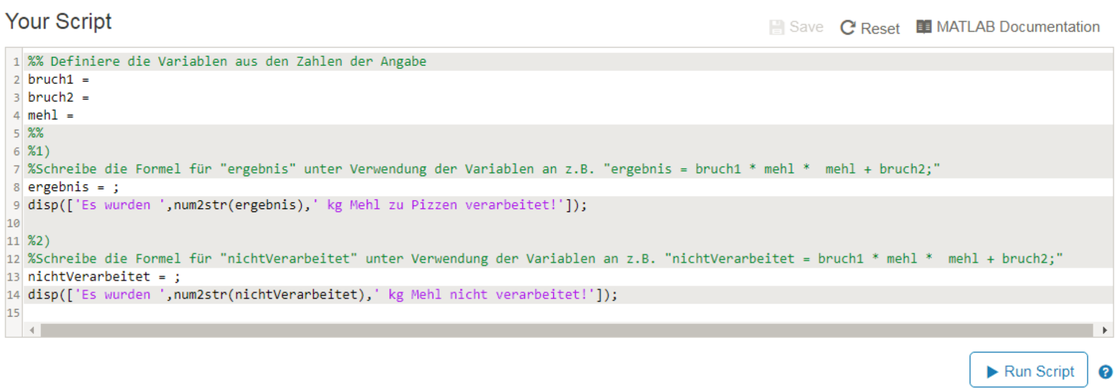

Abbildung 18: Programmansicht der Lernenden

Die Eingaben der Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer werden direkt über das Tool zu einem Server von MathWorks gesendet, dort wird der Code verarbeitet und berechnet. Die Ausgabe wird vom Server wieder beim Matlab-Tool ausgegeben (Kühn, 2018). So können Lösungsansätze der interaktiven Übungen automatisch analysiert werden und es kommt ein Feedback zurück, ob der Code die richtige Teillösung erzeugt.

Die Ergebnisse oder auch Teilergebnisse werden nach dem Abschicken vom Tool mit einer Musterlösung verglichen und so ist es möglich, Fehler und andere Lösungen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zu übermitteln (Abbildung 19).

Abbildung 19: Referenzlösung der Lehrenden

Ob die Ergebnisse in der Musterlösung gleich oder nicht gleich sind wird Ihnen bei jeder Abgabe angezeigt. Diese Überprüfungen werden Assessmenttests genannt und können von der Lehrperson selbst erstellt werden (Abbildung 20). In diesen Überprüfungen können die Lehrpersonen Variablen vergleichen, aber auch Abfragen für Codesequenzen oder Matlab-Funktionen erstellt werden. Diese Assessmenttests überprüfen, ob eine bestimmte Funktion im Code verwendet wurde.

Abbildung 20: Assenssmenttests der MOOCs

Matlab wird in diesem Zusammenhang mit Mathematik verwendet, damit die Studienanfängerinnen und Studienanfänger den ersten Kontakt mit dieser Software bekommen. Die frühe Verwendung soll eine Erleichterung im späteren Studienalltag bewirken, wenn der Einsatz des Programms verlangt wird. Hier wird die Möglichkeit zum Probieren und Üben gegeben (Kühn, 2018).

Die Software kann im Kurs nur sehr oberflächlich verwendet werden. Es war nicht möglich zu verlangen, dass sie im mathematischen Einführungskurs programmieren lernen. Programme wurden sehr einfach gestaltet um keine Überforderungen hervorzurufen. So wurde Matlab teilweise als besserer Taschenrechner verwendet. Die dafür benötigten Befehle wurden entweder durch die zur Verfügung gestellten MathWorks-Videos oder durch Beschreibungen direkt bei den Aufgaben erklärt.

6.4 Videos des MOOCs

In MOOCs sind Videos nicht zwingend notwendig. In den Meisten sind sie jedoch vorhanden und stehen im Zentrum der Wissensvermittlung. Sie bilden das Herzstück vieler Online-Kurse. Videos sind bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sehr beliebt, weil man durch das Sprechen und dem Bild zwei Lerntypen zusammenschließt. Im Vergleich lassen sich Bilder auch einfacher mit Sprache als mit einem Text kombinieren (Aschemann, 2017).

Für Videosequenzen in MOOCs bieten sich laut Aschemann (2017) folgende Formate an:

- Studioaufnahmen mit Green Screen oder ähnlichen technischen Möglichkeiten für Animationen und Einblendungen
- Aufnahmen mit Webcam und Mikrofon bieten die Möglichkeit zur Eigenproduktion
- Verfilmte Präsentationen mit Screencast wo der Ton nachträglich ergänzt werden kann
- Videosequenzen mit Lege- oder Zeichentechnik wo der Ton ebenfalls nachträglich ersetzt werden kann
- Interviews

Abbildung 21: Studioaufnahmen (https://imoox.at)

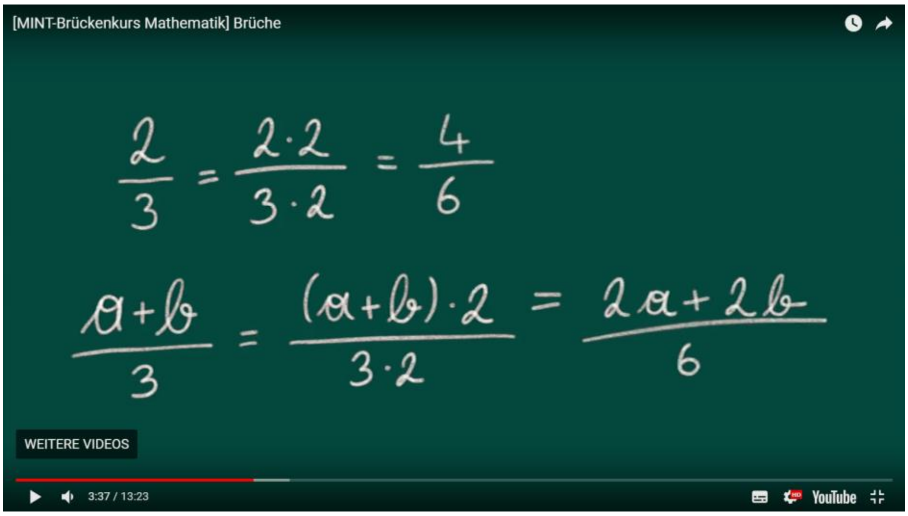

Abbildung 22: Video mit Zeichentechnik (https://imoox.at)

In unserem MOOC sind vor allem die Studioaufnahmen mit den verschiedensten technischen Möglichkeiten verwendet worden. Die Umsetzung ist in Abbildung 21 zu sehen. Eine weitere oft verwendete Videomethode waren Videosequenzen mit Lege- oder Zeichentechnik (Abbildung 22). Die Theorieteile des MOOCs wurden hauptsächlich durch diese Variante gelehrt.

Ein wichtiger Punkt der Videos sind die Personen und eine gute Geschichte beziehungsweise Storyboard. Es motiviert die Lernenden, wenn die sprechenden Personen in den Videos zu sehen sind (Aschemann, 2017). Vor allem aber in Szenen, wo nichts geschrieben oder gezeigt wird, soll der oder die Sprechende in den Mittelpunkt kommen und eingeblendet werden.

Bei der Produktion von Videos sollen folgenden Gestaltungsprinzipien eingehalten werden (Aschemann, 2017):

- Irrelevante Informationen weglassen, diese lenken die Zuseherinnen und Zuseher ab
- Die Lernenden direkt ansprechen
- Große Lernstoffmengen auf kleine Videos aufteilen
- Keine komplexen Parallelinformationen angeben

Es ist wichtig, bei der Erstellung von Lernvideos einen klaren Plan zu erstellen, was den Lernenden überhaupt vermitteln werden soll. Die Planung spielt für Dreharbeiten allgemein eine wichtige Rolle. Jede Lernsequenz sollte vor den Dreharbeiten gut durchdacht werden und einem didaktischen Hintergrund unterliegen. Diese Überlegungen sollten schriftlich in einem sogenannten Drehbuch festgehalten werden. Das detaillierte Drehbuch enthält den gesprochenen Text und die Bilder oder Grafiken, die zu einem gewissen Zeitpunkt angezeigt werden sollen (Abbildung 23) (Aschemann, 2017).

		GRUPPE MINT MOOC			
Status	AKT / SZENE	Akttitel	Visual Content	Personen-Texte	Regieanweisungen
	3 / 0	Intro	iMoox-Intro Nennung des Inhalts des 3. Moduls		
	3 / 1	Funktionen I (Geschichte)	SPEISEKARTE Kinderpizza 5 € Pizza Margherita 6 € Pizza Salami 7 € Pizza Hawaii 8 € Pizza Tonno 9 € Pizza Pacifico 10 €	Alice: "Ich dachte du wolltest weniger Pizza essen? Von wegen gesunde Ernährung und so. Und dann auch noch Pizza Salami, da ist ja wohl am meisten Fett und Salz dabei." Bob: "Wie kommst du darauf, dass ich Pizza Salami bestellt habe? Auf der Rechnung steht nichts von Pizza Salami." Allice: "Ja, aber da steht: 1 Pizza : 7 €. Und ich kenne zufälliger Weise die Speisekarte vom Alberto und weiß, dass es sich um eine injektive Abbildung handelt." Bob: "Was bitte? Injektiv? Abbildung? Meinst du ein Foto oder Zeichnung? Alice: "Nein, ich meine eine Abbildung, auch Funktion genannt, im mathematischen Sinne." Bob: "Was ist denn das?" Alice: "das hat mir Ralf neulich erklärt. Zunächst einmal brauchen wir zwei Mengen A und B. Als Menge A nehmen wir alle Pizzen, die in der Speißekarte stehen und als Menge B alle Preise." Bob: "Aha - du, aber so viele Pizzen kann auch ich nicht essen" Alice: "Sei still und pass auf"	Bob sitzt auf der Couch und ist gerade Pizza als Alice die Tür öffnet. Bob stoppt mit dem essen und schaut unschuldig. ~~Bob gibt den Rest der Pizza Eve zum essen. Bob nimmt sich eine Zeitung und schaut unschuldig.~~ Alice findet auf dem Tisch die Rechnung von der Pizza. Der Dialog zwischen den beiden Charakteren beginnt.
	3 / 2	Funktionen I	A = {Kinderpizza, PM, PS, PH, PT, PP} B = {~~alle 1 €, 2 €, 3 €, 4 €~~ 5 €, ..., 10 € ...}	Alice: "Also in unserem Fall wäre die Menge A = {Kinderpizza, PM, PS, PH, PT, PP} und Menge B = {5 €,..., 10€,...} "	
	3 / 3	Funktionen I	aus der Menge A a [illegible] Preis f(a) aus der Menge B.	Alice: "Eine Funktion, nennen wir sie 'Preis von A nach B' ist eine Abbildungsvorschrift die jedem Element der Menge A ein eindeutiges Element der Menge B zuordnet:"	

Abbildung 23: Drehbuch zum MOOC

Für MOOC-Videos eignet sich ein einheitliches Design um einen Wiedererkennungseffekt zu schaffen. Damit ist nicht gemeint in jedem Video den gleichen Hintergrund mit den gleichen Anordnungen, Farben, Schriften haben zu müssen (Aschemann, 2017). Überschriften, Texte und Aussagen sollten in jeder Sequenz die gleichen Formatierungen besitzen. Ein einheitliches kurzes Intro würde die Lernenden immer wieder an die vorherigen Videos erinnern.

Die Videosequenzen sollen nicht länger als 10 Minuten dauern. Die Zuseherinnen und Zuseher werden bei langen Videos ungeduldig und beginnen Teile zu überspringen. In diesem Sinn ist es sehr wichtig als Sprecher/in auf den wesentlichen Inhalt zu fokussieren. Wichtige Aussagen in Videos können gerne schriftlich auf der Präsentation aufscheinen. Ansonsten ist es der Person vor der Kamera selbst überlassen ob der Text abgelesen oder frei gesprochen wird (Aschemann, 2017).

Die Kurzfilme haben einen wiedererkennbaren Aufbau. Am Beginn wird das Intro zum Brückenkurs gezeigt. Anschließend wird ein Dialog gespielt, wo man auf ein Problem stößt, das mithilfe der Mathematik gelöst werden kann. Von dieser Problemstellung ausgehend wird die Theorie des Themenbereiches aufgearbeitet und genau erklärt.

Am Ende soll genau mit diesen Erklärungen die Aufgabe vom Beginn des Videos gelöst werden. Jedes der Lernvideos ist mit dieser Struktur aufgebaut und wird mittels Storyboard aufbereitet

6.5 Ziel des MOOCs

Ziel des Kurses ist auf jeden Fall ein allgemein höheres Grundwissen in der Mathematik zu erschaffen. Es sollen möglichst viele Schülerinnen und Schüler für diesen Kurs motiviert werden, um sie auf ihr Studium im Bereich der Mathematik vorbereiten zu können. Die Inhalte beziehen sich auf die Wiederholung und Vertiefung des Lehrinhalts in Mathematik der Oberstufen. Der Übergang an eine technische Hochschule soll damit für die Studienanfängerinnen und Studienanfänger einfacher werden (Kühn, 2018).

6.6 Inhalt des MOOCs

In den folgenden Unterkapiteln werden die Inhalte der jeweiligen Module beschrieben. Es wird näher auf die Inhalte des Videomaterials und die Matlab-Komponenten der Kapitel eingegangen.

6.6.1 Lektion 1 – Brüche

Die erste Einheit beschäftigt sich mit dem Kapitel Brüche. Ausgehend davon beginnt das Kapitel mit einer Wiederholung über das Thema. Anschließend werden die Grundrechnungsarten mit Brüchen in Erinnerung gerufen und das Erweitern und Kürzen von Brüchen erklärt. Am Beginn des Videos stoßen die Personen auf ein Problem von Bruchteilen einer Pizza. Von dieser Schwierigkeit ausgehend werden die Grundlagen der Brüche wiederholt und mit anhand von Beispielen erklärt. So werden zu den Aufgaben auch noch häufige Fehler angesprochen und erklärt (Kühn, 2018).

Nach dem Lernvideo sollte es für die Nutzerinnen und Nutzer kein Problem darstellen die angebotenen Übungsaufgaben lösen zu können. Die Übungsaufgaben enthalten die Grundrechnungsarten der Brüche (Abbildung 24) (Kühn, 2018).

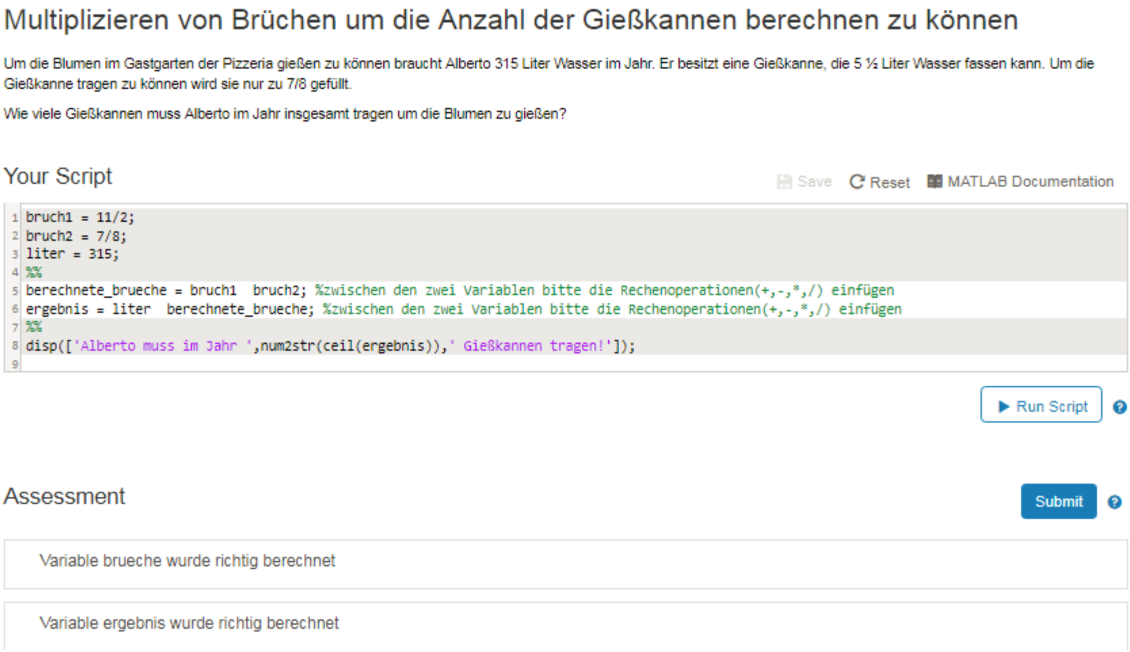

Abbildung 24: Matlab-Komponente zu Lektion 1

Die oben angegebene Aufgabe ist die allererste Matlabübung. Hier geht es nicht direkt um das Thema, sondern es geht mehr um den ersten Kontakt mit dem Programm. Es ist, wie in der Angabe beschrieben, nur verlangt die richtige Rechenoperation zwischen den beiden Variablen einzusetzen. Von diesem Beispiel ausgehend wird die Schwierigkeit der Übungsaufgaben langsam gesteigert.

6.6.2 Lektion 2 – Gleichungen

In der zweiten Einheit wird das Thema Gleichungen behandelt. Es werden in diesem Zusammenhang lineare und quadratische Gleichungen erarbeitet. Dabei werden Gleichungen in die Normalform gebracht und Lösungen mittels kleiner und großer Lösungsformel bestimmt. Das geschah zusätzlich mit Hilfe der Diskriminante (Kühn, 2018).

Im Lernvideo wird am Beginn aus einem Sparplan für einen neuen Pizzaofen eine lineare Gleichung erstellt. Dadurch wird das Themengebiet mit einem realen Beispiel vorgestellt. Wichtig ist es in solchen Fällen Problemstellungen aus dem realen Leben zu verwenden um das Thema leichter vorstellbar zu machen. Vom Beispiel ausgehend wird die Theorie des Themas ausführlich mit Screencast erklärt. Der Teil der quadratischen Gleichungen wird in diesem Fall nach dem gleichen Schema erklärt (Kühn, 2018).

Die Übungsaufgaben lösen lineare und quadratische Gleichungen. In der Abbildung 25 ist eine Aufgabe zum Lösen einer linearen Gleichung angegeben. Mit dem Assessmenttest wird überprüft ob die Formel richtig umgeformt wurde und die Variable „x“ den richtigen Wert enthält (Abbildung 25).

Abbildung 25: Matlab-Komponente zu Lektion 2

6.6.3 Lektion 3 – Funktionen I

Im dritten Kapitel werden mathematische Ausdrücke zum Thema Funktionen behandelt. Funktionen sind im Wesentlichen einfache Zuordnungen, die bestimmte Punkte in einem Koordinatensystem ergeben. Anhand dieser Grundidee werden die Funktionen in diesem Kapitel erarbeitet. Um den Einstieg in das große Themengebiet Funktionen einfacher gestalten zu können werden im Lernvideo die Begriffe injektiv, surjektiv und bijektiv erklärt (Kühn, 2018).

Zuordnung von Schulden zu Jahreszahlen

Alberto eröffnet **2009** seine Pizzeria und leiht sich von einer Bank **40000 €** um das Lokal umzubauen und herzurichten. Nach dem Jahr **2010** hat er nur mehr **32250 €** Schulden. Die Schulden entwickelten sich wie folgt:

- **2011- 25100 €,**
- **2012- 19086 €,**
- **2013- 14250 €,**
- **2014 - 10046 €,**
- **2015 - 7569 €,**
- **2016 - 5065 €,**
- **2017 - 3741 €**
- **2018 - 3446 €**

Die restlichen Schulden werden also dem Jahr 2018 zugeordnet. Somit lässt sich aus diesen Angaben leicht eine Zuordnungsvorschrift aufstellen.

Ordne jedem Jahr den jeweiligen Schuldenbetrag zu. Verwende dazu den Vektor Kredit = [], trage die Beträge aufsteigend nach dem Jahr ein und trenne sie durch Beistriche.

Danach wird die Zuordnung durch die plot-Funktion grafisch dargestellt.

Your Script

Save Reset MATLAB Documentation

```
Jahr = [2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018];
%Füge die restlichen Schulden in Kredit ein und trenne die Beträge der Jahre mit einem Beistrich wie in der Zeile darüber
Kredit = [ ];

%plot Funktion stellt die Zuordnung grafisch dar
plot(Jahr, Kredit, 'x');
title('Schulden von Alberto');
xlabel('Jahr');
ylabel('Schulden in €');
ueberpruefung = Kredit(2)

```

Run Script

Abbildung 26: Matlab-Komponente zu Lektion 3

Um die Zuordnungen in der Praxis anwenden zu können gibt es ein Zuordnungsbeispiel für die Teilnehmer. In der Aufgabe wird den Jahreszahlen der Stand der Schulden zugeordnet (Abbildung 26).

6.6.4 Lektion 4 – Funktionen II

Dieses Kapitel ist im direkten Zusammenhang mit der Lektion 3. Es wird der zweite Teil des Themenbereiches Funktionen erarbeitet. In dem Lernvideo kommt am Beginn eine Erklärung zu Polynomfunktionen, anschließend werden weitere wichtige Funktionsarten wie die trigonometrischen Funktionen erläutert. Zusätzlich werden die Begriffe Definitionsbereich und Wertebereich behandelt (Kühn, 2018).

Polynomaufgabe

Gegeben ist das Polynom 3. Grades: **x^3 -7*x -6.**

Um Nullstellen eines Polynoms in Matlab berechnen zu können, werden nur die Koeffizienten in einen Vektor gespeichert.

- Gib die **Koeffizienten** des gegebenen Polynoms im Vektor **"polynom"** an.

Für diesen Vektor gibt es dann verschiedene Matlab-Befehle, um die Nullstellen des Polynoms berechnen zu können, das Polynom abzuleiten, etc. Wir verwenden die Funktion **roots(polynom),** um die Nullstellen des Polynoms durch die Koeffizienten berechnen zu können.

Anschließend wird die Funktion geplottet (visualisiert) und die berechneten Nullstellen eingezeichnet.

Your Script

Save Reset MATLAB Documentation

```
%Polynom x^3 -7x - 6
%In Matlab werden nur die Koeffizienten des Polynoms in einen Vektor geschrieben: z.B. [1 0 0 1] ist x^3 + 1
%Setze die Koeffizienten des Polynoms in den Vektor darunter ein:
polynom = [ ];
x = [-4:0.1:4];
f = x.^3 - 7*x - 6;
r = roots(polynom);

plot(x,f);
grid on
title('Polynom 3. Grades');
hold on
a = r(1);
f_a = a.^3 -7*a -6;
plot(a,f_a,'x')
hold on
b = r(2);
f_b = b.^3 -7*b -6;
plot(b,f_b,'x')
hold on
c = r(3);
f_c = c.^3 -7*c -6;
plot(c,f_c,'x')
disp(['Die Nullstellen sind bei ', num2str(round(a)), ', ',num2str(round(b)), ' und ', num2str(round(c)) ,'!']);
```

Abbildung 27: Matlab-Komponente zu Lektion 4

In einer der Übungsaufgaben ist ein Polynom 3. Grades zu berechnen (Abbildung 27). In dieser Aufgabe wird die Matlabfunktion zum Berechnen der Nullstellen gelernt und die Funktion grafisch mit der Funktion „plot“ dargestellt (Abbildung 28).

Output

```
Die Nullstellen sind bei 3, -2 und -1!
```

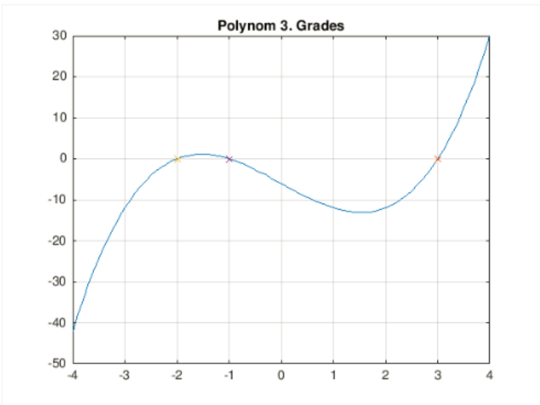

Figure 1 of 1

Abbildung 28: grafische Darstellung durch die plot-Funktion

6.6.5 Lektion 5 – Differenzieren

Im Kapitel 5 wird das Thema Differenzieren von Funktionen erarbeitet. Zum Differenzieren werden die Rechenregeln zum Ableiten von den verschiedenen Funktionen gebraucht. Diese Rechenregeln werden in den beiden Lernvideos erklärt.

Abbildung 29: Matlab-Komponente zu Lektion 5

In dem angegebenen Übungsbeispiel ist die Ableitung der Funktion zu bestimmen und die Steigung in einem Punkt zu berechnen (Abbildung 29). Die Funktion wird mit ihrer Ableitung grafisch dargestellt (Abbildung 30).

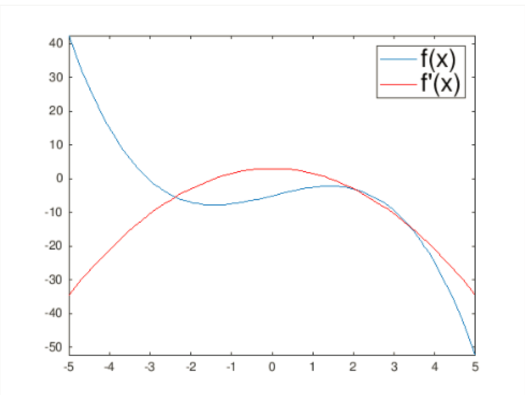

Abbildung 30: grafische Darstellung Lektion 5

6.6.6 Lektion 6 – Integralrechnung

Das Kapitel 6 befasst sich mit der Integralrechnung. Anhand eines kleinen Beispiels wird in den Lernvideos die Grundidee einer Integralrechnung nähergebracht und die grafische Darstellung eines Integrals erklärt. Integrale werden für die Berechnung von Stammfunktionen verwendet. Einige wichtige Stammfunktionen werden im Video behandelt (Kühn, 2018).

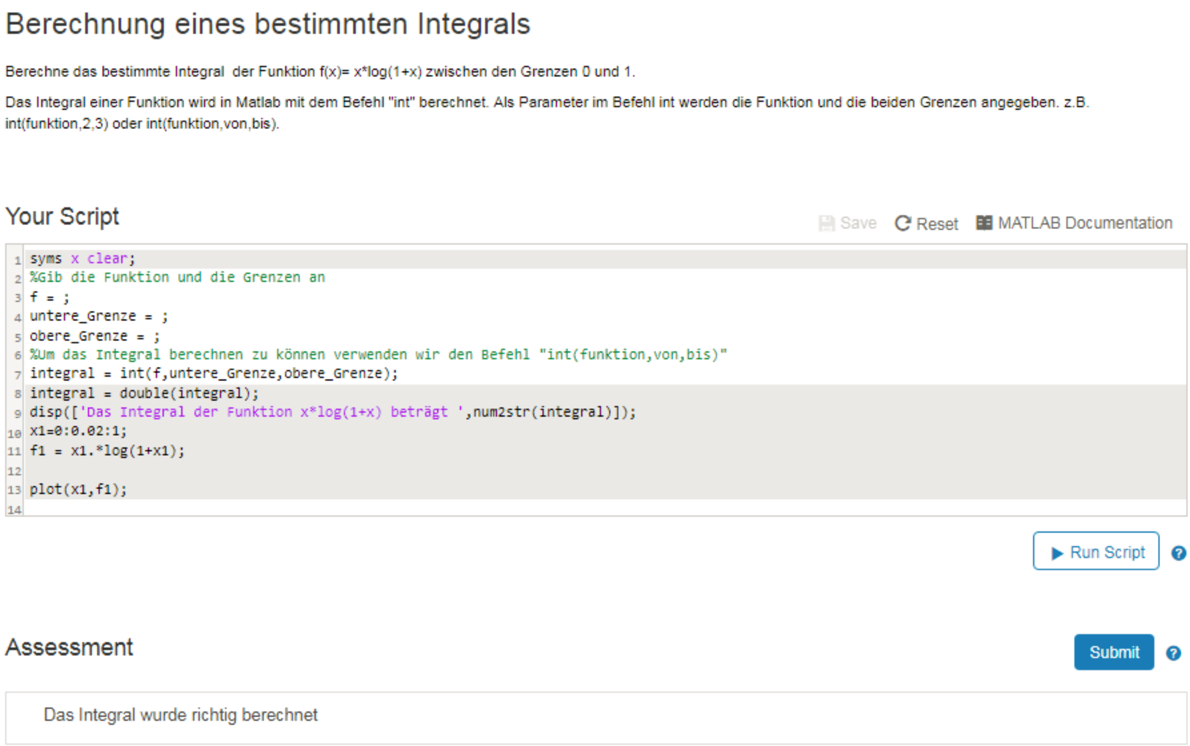

Abbildung 31: Matlab-Komponente zu Lektion 6

In dieser Übungsaufgabe ist ein bestimmtes Integral mit der dazugehörigen Matlabfunktion zu berechnen (Abbildung 31). Die Funktion wird zusätzlich noch grafisch dargestellt und mit Hilfe eines Assessmenttests überprüft ob der Wert des Integrals richtig ist (Abbildung 32).

Das Integral der Funktion x*log(1+x) beträgt 0.25

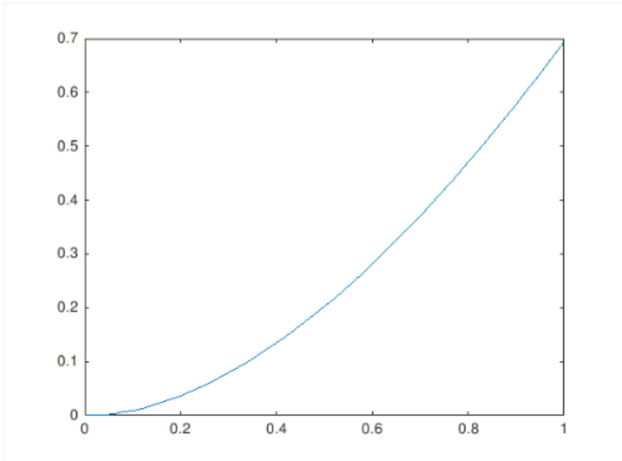

Abbildung 32: Grafische Darstellung Lektion 6

6.6.7 Lektion 7 – Vektorrechnung

Im 7. Kapitel befassen wir uns mit dem Thema Vektoren und der Vektorrechnung. In der Videosequenz wird die Multiplikation und Addition von Vektoren genauer erläutert, sowie die lineare Abhängigkeit oder Unabhängigkeit von Vektoren behandelt (Kühn, 2018).

Vektoren als Seiten eines Dreiecks

Die Punkte (-1/1), (5/2) und (7/7) sind die Eckpunkte eines Dreiecks.

Berechne die Länge der Seiten a, b und c des Dreiecks.

Die Seite a ist vom ersten und zum zweiten Punkt, die Seite b ist vom zweiten zum dritten Punkt und die Seite c vom dritten zum ersten Punkt.

Your Script

Save Reset MATLAB Documentation

```
%Berechne die Länge der Seiten von dem Dreieck
%Gib die Koordinaten der Vektoren zwischen den Klammern ein. z.B. [1 -2]
vektor1 = [ , ];
vektor2 = [ , ];
vektor3 = [ , ];

%%
%Wie berechne ich die Koordinaten für die Strecke a?
%Berechne a mit den Punkten/Vektoren aus der Angabe, gib dazu die Formel für a an
%Strecke a ist die Strecke von vektor1 zu vektor2
a = ;
laengeA = sqrt(a(1)^2 +a(2)^2);
disp(['Länge der Seite A ist ' num2str(round(laengeA))]);
%Strecke b ist die Strecke von vektor2 zu vektor3
b = ;
laengeB = sqrt(b(1)^2 +b(2)^2);
disp(['Länge der Seite B ist ' num2str(round(laengeB))]);
%Strecke c ist die Strecke von vektor3 zu vektor1
c = ;
laengeC = sqrt(c(1)^2 +c(2)^2);
disp(['Länge der Seite C ist ' num2str(round(laengeC))]);

```

▶ Run Script

Abbildung 33: Matlab-Komponente zu Lektion 7

In den Übungsaufgaben werden die Längen von Vektoren berechnet, die als Punkte ein Dreieck bilden (Abbildung 33). Bei den Assessmenttests wird genau überprüft, ob alle Vektoren richtig eingegeben wurden und die Strecken zwischen den Punkten richtig berechnet wurden.

6.6.8 Lektion 8 – Matrizen

Das letzte unserer Kapitel befasst sich mit dem Thema Matrizen. Im Lernvideo gibt es eine Erklärung des Themas, danach wird die Multiplikation von Matrizen mit Matrizen oder Vektoren, als auch die invertierte Matrix behandelt.

Abbildung 34: Matlab-Komponente zu Lektion 8

Als Übungsaufgabe gibt es zum Beispiel die Berechnung einer inversen Matrix. Mit einem Assessmenttest wird die richtige Berechnung überprüft (Abbildung 34).

6.7 Bekanntmachung des MOOCs

Massive Open Online Course sind dafür ausgerichtet, vielen Personen zur gleichen Zeit Wissen zu überliefern und auszutauschen. So ist es wichtig eine hohe Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmer für den Online-Lehrgang zu überzeugen. Um Interessierte für diese Bildungsmöglichkeit begeistern zu können galt es, den Kurs öffentlich bekannt zu machen. Für die Umsetzung wurde der MOOC auf den Social-Media-Plattformen Youtube[9] und Facebook[10] promotet, weiteres wurde der Kurs in technischen Foren geteilt. Es gab in den Zeitungen vor dem Start der Kurse Berichte über die MINT-MOOCs. Als Werbematerialien wurden Flyer zum Verteilen in Schulen und anderen Bildungseinrichtungen gedruckt (Abbildung 35). Zusätzlich zu den Flyern gab es als Werbemittel bedruckte Taschen, die bei den verschiedensten Gelegenheiten verteilt wurden.

Abbildung 35: MINT-MOOC Flyer

[9] www.youtube.com (letzter Zugriff 24.04.2018)
[10] https://www.facebook.com/imoox.at (letzter Zugriff 24.04.2018)

7. Durchführung des Kurses

Der Online-Brückenkurs startete am 5. März 2018 als x-MOOC auf der Lernplattform iMooX. Es wurde vom Starttermin ausgehend wöchentlich ein Modul freigeschaltet. Ausgenommen wurden die Osterferien, in der keine eigene Lektion geöffnet wurde. Die achte und letzte Lektion wurde somit am 30. April 2018 veröffentlicht. In jedem Kapitel wurden die Lernvideos, Übungsaufgaben und dazu ein Quiz bereitgestellt.

Im Forum wurden eigene Beiträge zu Matlab-Fragen und einem technischen Support eröffnet, um hier die Fragen den entsprechenden Betreuerinnen und Betreuern zuordnen zu können. Zusätzlich zu diesem allgemeinen Threads wurde wöchentlich zum momentanen Themengebiet ein Thread eröffnet. Diese Beiträge zu den Themen wurden auch am häufigsten benutzt, da es zu den Übungsaufgaben mehrmals Fragen oder Probleme gab, die aber alle gelöst werden konnten.

Bei der Durchführung sind immer wieder Fragen im Forum aufgetaucht, die durch die Betreuerinnen und Betreuer gelöst wurden. In unserem Fall ist aber nie eine Diskussion zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern entstanden. Somit gab es auch kaum einen Wissensaustausch zwischen den Lernenden.

Nach der vierten und nach der achten Lektion gab es Feedback-Fragen zu den vorherigen Kapiteln. Diese Umfrage war nicht verpflichtend und konnte deshalb übersprungen werden. Dennoch haben uns ein paar Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer ihre Meinungen zu den Matlab-Komponenten bereitgestellt.

8. Evaluation

In diesem Kapitel werden die Daten zum Kurs angegeben und dargestellt. Für den MOOC haben sich 462 Teilnehmer eingeschrieben (Stand: 3.5.2018). Von diesen 462 Teilnehmern werden Daten der Videos, der Quizze, des Forums und der Feedbackfragebögen über die Matlab-Übungskomponenten ausgewertet.

8.1 Videos

Zur Analyse des MOOC sehen wir uns die Ergebnisse der Videos an. Die Daten der Videoaufrufe der Lektionen, die verwendet werden, sind die Aufrufe . Die Tabelle gibt einen Überblick über die Annahme von Lernvideos in unserem Kurs. Die Daten der Videos wurden vom Beginn des MOOCs bis zum Ende des Kurses 07.05.2018 von Youtube[11] erfasst. In diesem Fall gehen wir davon aus, dass die Views auf Youtube nicht den wirklichen Views auf iMooX entsprechen.

Videoname	Aufrufe (Stand: 7.5.2018)	Aufrufe in Prozent zu den Anmeldungen
1.1 Brüche	132	29%
2.1 Gleichungen	128	28%
3.1 Funktionen I	71	15%
4.1 Funktionen II	59	13%
5.1 Differenzieren – Teil 1	25	5,4%
5.2 Differenzieren – Teil 2	22	4,8%
6.1 Integralrechnung – Teil 1	16	3,5%
6.2 Integralrechnung – Teil 2	15	3,2%
7.1 Vektorrechnung	21	4,5%
8.1 Matrizen	20	4,3%

Tabelle 1: Videoaufrufe

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, dass das erste Video nur 132 Aufrufe von 462 angemeldeten Personen hat. Wenn jede Person das Video nur einmal angesehen hat, dann bleiben trotzdem weniger als 30 % über, die sich das erste Lernvideo angesehen haben. Dafür wurde das Lehrmaterial des 2. Kapitels 128-mal aufgerufen. Somit gab es von Kapitel 1 zu Kapitel 2 keine nennenswerten Verluste bei den Aufrufen.

[11] www.youtube.com (letzter Zugriff 24.04.2018)

Das Lernvideo in Kapitel 3 wurde nur mehr 71-mal abgespielt, das sind knapp 15 % der angemeldeten Personen. Von Lektion 1 bis Lektion 3 haben sich so die Aufrufe fast halbiert. In weiterer Folge gab es in Kapitel 4 nur mehr 59 Aufrufe der Videosequenz und ein weiterer Verlust von fast 3 %.

In Kapitel 5 wurde das Video in zwei Sequenzen aufgeteilt und so entstanden zwei Lernmaterialien daraus. Das erste Video wurde gerade einmal 25-mal abgespielt und der zweite Ausschnitt sogar nur mehr 22-mal geöffnet. Übrig geblieben sind den Aufrufen zufolge 5,4% der Ausgangsmenge. Das Lernmaterial der 6. Lektion wurde ebenfalls auf zwei aufbauende Videos aufgeteilt. Das Erste davon hatte nur mehr 16 Aufrufe, das Zweite kann 15 Betrachtungen aufweisen. Das sind noch gerade einmal 3 % der Personen, die sich angemeldet haben. Das Video in Lektion 7 wurde 21-mal abgespielt und das sind wieder mehr Aufrufe als in Lektion 6 und fast so viele wie in Lektion 5. Somit haben circa 4,5 % der Personen das Lernmaterial in Lektion 7 gesehen. In Kapitel 8 wurde das Video 20-mal angesehen. Das sind höchstens 4,3 % der Teilnehmer, die sich die Lernsequenz angesehen haben.

8.2 Quiz

In diesem Abschnitt werden die Daten der Quizze genauer betrachtet und ausgewertet. Hier ist die wirkliche Ausstiegsrate der Teilnehmerinnen und Teilnehmer genauer zu sehen, weil die Lernvideos nicht zwingend anzusehen waren. In der Auswertung sind alle Personen, die ein Quiz absolviert haben, eingeflossen. Um ein Quiz positiv zu absolvieren mussten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer 75 Prozent der Fragen richtig beantworten.

8.2.1 Quizteilnehmer und Quizteilnehmerinnen

Kapitel	TeilnehmerInnen	Versuche	durchschnittliche Punkte
1. Brüche	166	202	9.08
2. Gleichungen	100	146	8,68
3. Funktionen I	68	175	6,78
4. Funktionen II	40	118	7,54
5. Differenzieren	32	72	7,96
6. Integralrechnung	23	48	7,77
7. Vektorrechnung	20	35	8,24
8. Matrizen	19	24	8,24

Tabelle 2: Anzahl der QuizteilnehmerInnen und durchschnittlicher Punktezahl

Die Tabelle 2 zeigt, dass 166 von 462 Teilnehmerinnen und Teilnehmer am ersten Quiz teilgenommen haben. Das sind knapp 36 % aller angemeldeten Personen. Es wurden dafür 202 Versuche bei Fragen verwendet. Die Teilnahme beim Kapitel 2 ist auf 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer zurückgegangen, das sind 22 % der Eingeschriebenen, die dafür 146 Testversuche in Anspruch genommen haben. Das Quiz des dritten Kapitels haben 68 Personen bestritten, somit 15 %. Sie benötigten aber insgesamt 175 Versuche. Das bedeutet, dass im Durchschnitt jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer das Quiz zweieinhalb Mal absolviert hat. In der vierten Lektion haben 40, in der fünften Lektion 32 Angemeldete das Quiz absolviert.

Im vierten Kapitel haben die Personen 118 Versuche gebraucht, somit hat jeder beziehungsweise jede fast 3-mal diesen Test probiert. Im fünften Abschnitt waren es dann 72 Versuche, und somit im Durchschnitt ein wenig mehr als zwei Versuche pro Teilnehmerin und Teilnehmer. Die Testung im sechsten Modul haben 23 Teilnehmerinnen und Teilnehmer absolviert. Dafür wurden 48 Versuche beansprucht. Das Quiz des siebenten Kapitels haben 20 Angemeldete abgelegt und 35 Versuche dafür verwendet. Das abschließende Modul haben 19 Personen mit der Überprüfung abgeschlossen und brauchten lediglich 24 Versuche. Das sind 4 % aller angemeldeten Personen, die das letzte Quiz bearbeitet haben.

Die Versuche und dazu die durchschnittlichen Punkte zeigen uns sehr gut, dass die Fragen von Funktionen I und Funktionen II die meisten Probleme hervorgerufen haben. Die ersten beiden Abschnitte haben den höchsten Punktedurchschnitt. Differenzieren und die Integralrechnung sind vom Durchschnitt der Ergebnisse doch besser, als das Themengebiet Funktionen. Die Bereiche Vektorrechnung und Matrizen waren für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen wieder bei weitem einfacher.

8.2.2 Abgeschlossene Quizze

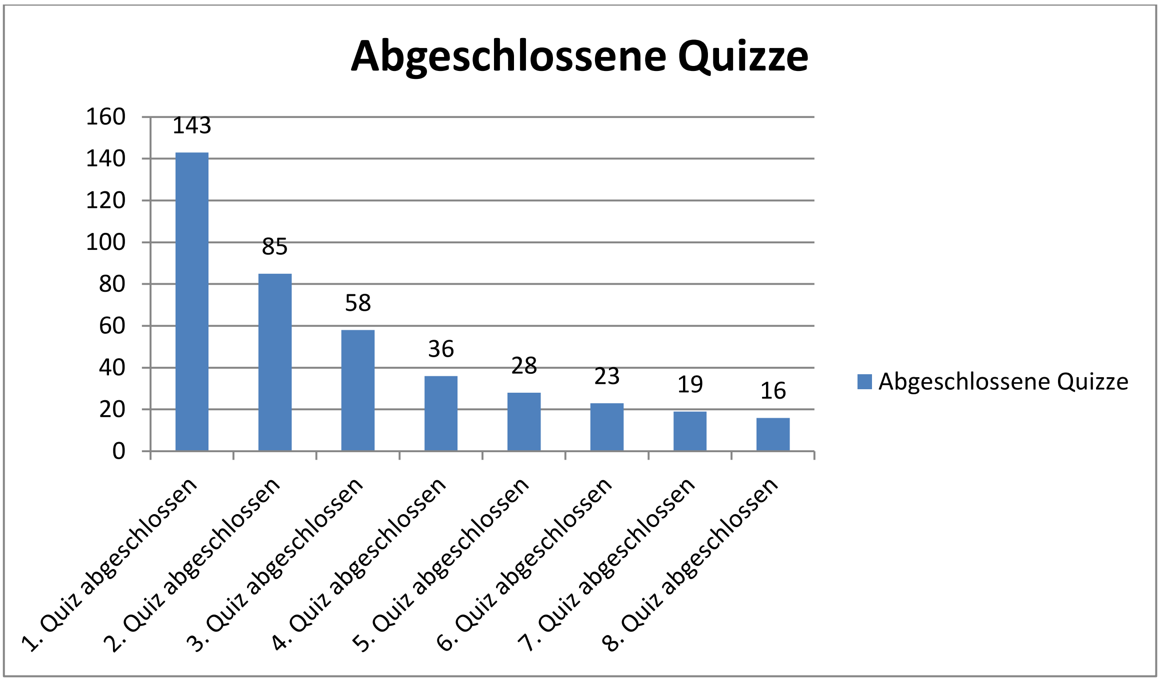

Abbildung 36: Darstellung abgeschlossene Quizze

Wie in Abbildung 36 ersichtlich wurde die erste Überprüfung von 143, die Zweite von 85 Leuten abgeschlossen. Der dritte Test wurde noch 58-mal beendet und den vierten Test haben 36 Angemeldete erledigt. Das fünfte Quiz haben 28 abgeschlossen und das Sechste haben 23 erledigt. Die letzten beiden Überprüfungen wurden 19-mal und 16-mal erledigt. Somit haben bis zum Zeitpunkt der Auswertung 16 Personen den Kurs positiv abgeschlossen.

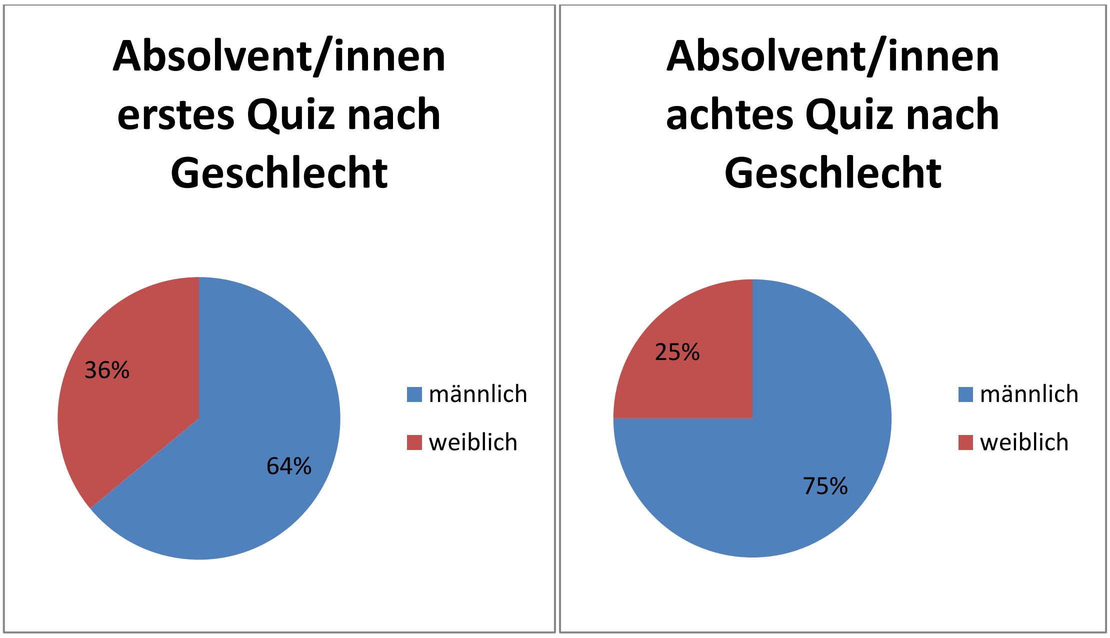

Abbildung 37: Geschlechtsanteil beim ersten Quiz und letzten Quiz

In den Abbildung 37 wird der Geschlechteranteil vom ersten und letzten Quiz betrachtet. Beim ersten Test waren 64 Prozent der Lernenden männlich und 36 Prozent weiblich. Das ergibt 91 Männer und 52 Frauen. Das letzte Quiz haben 75% männliche und 25 % weibliche Personen positiv absolviert. Somit haben 4 Frauen und 12 Männer den Kurs abgeschlossen. Es muss beachtet werden, dass wir die Daten für die Auswertung eine Woche nachdem das letzte Kapitel geöffnet wurde verwendet haben. Die Kapitel stehen weiterhin offen zur Verfügung. Dadurch können noch weitere Personen den Kurs abschließen.

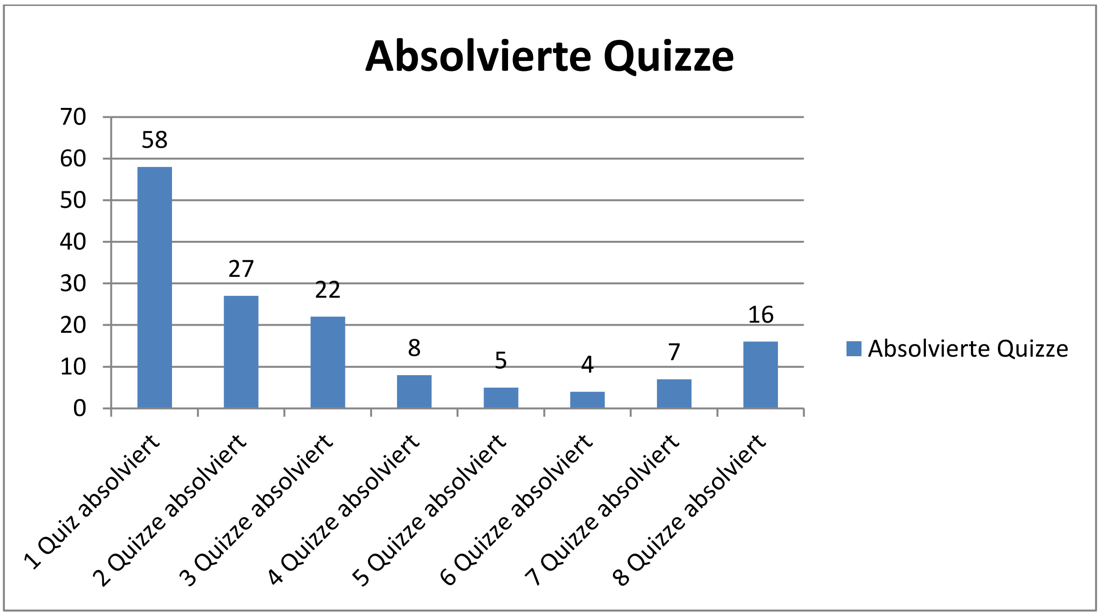

Abbildung 38: Darstellung der absolvierten Quizze

Wie in der Abbildung 38 zu sehen haben 58 Teilnehmerinnen und Teilnehmer lediglich ein Quiz absolviert. 27 Personen haben bei zwei Überprüfungen mitgemacht. Also sind nach der zweiten Woche nur mehr halb so viele Personen ausgestiegen, wie nach der ersten Woche. Weiters haben 22 Menschen drei Quizze absolviert. Ab diesen Zeitpunkt haben kaum noch Teilnehmerinnen oder Teilnehmer aufgehört. Vier Tests haben acht Personen gemacht, fünf Prüfungen noch fünf und sechs Prüfungen haben vier Personen absolviert. Somit haben sieben Teilnehmerinnen oder Teilnehmer sieben Quizze beendet und haben bis zum Auswertungstag die 8. Überprüfung noch nicht abgeschlossen. Alle acht Testungen haben nur 16 Teilnehmer oder Teilnehmerinnen geschafft.

8.3 Forumsbeteiligung

In diesem Abschnitt wird die Forumsbeteiligung analysiert. Im Forum gab es eigene Abschnitte für „Fragen zu Matlab“, „Technischen Support“ und den wöchentlichen Lektionen.

Der Thread „Fragen zu Matlab“ wurde nur für eine kurze Frage benutzt, die restlichen Fragen wurden entweder in neu erstellten Beiträgen oder in den dazugehörigen Lektionen gestellt. Die Anzahl der Einträge in den jeweiligen Kapiteln wird in der folgenden Grafik dargestellt.

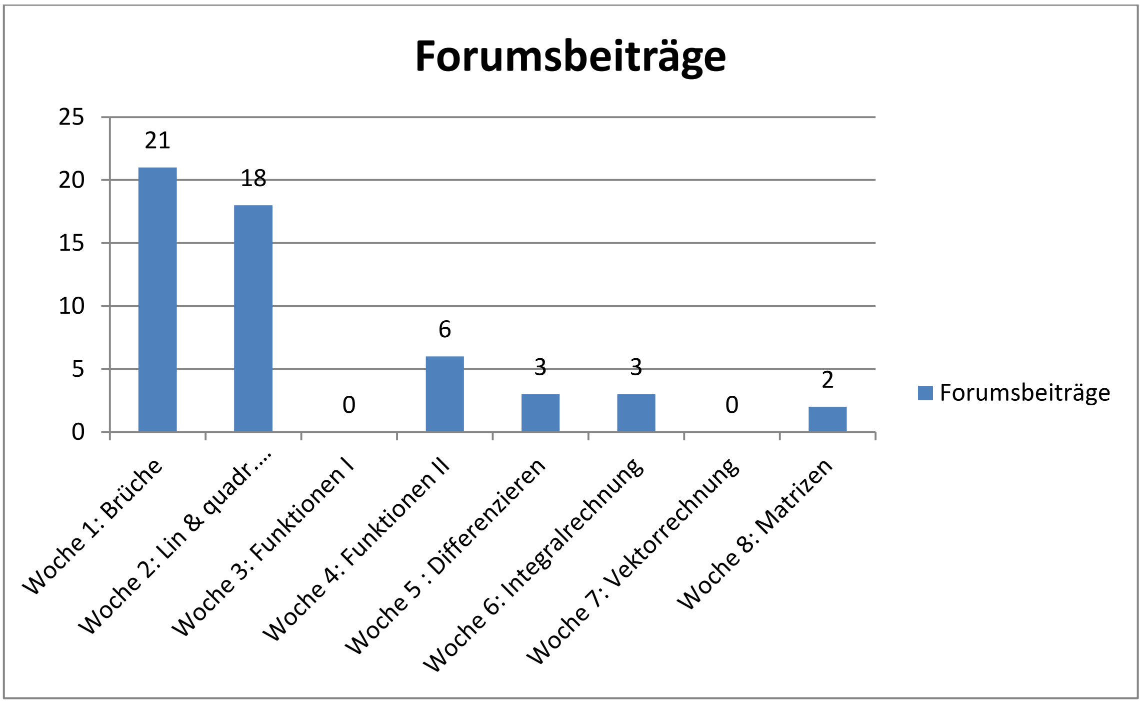

Abbildung 39: Darstellung der Forumsbeiträge

Aus der Abbildung 39 ist klar zu sehen, dass die Beteiligung im Forum gering ausfiel. Am Beginn gab es 21 Beiträge über Brüche. Für das Kapitel lineare & quadratische Gleichungen wurden noch 18 Fragen gestellt. Die kommende Woche gab es keinen einzigen Beitrag im Forum. Erst bei Funktionen II teilten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wieder ihre Probleme als Thread. In den beiden darauffolgenden Wochen gab es jeweils 3 Schwierigkeiten für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. In Lektion 7 folgte wieder eine Woche ohne Beiträge. Auch im letzten Kapitel schrieben nur zwei Angemeldete über ihre Probleme im MOOC.

8.4 Umfrage zu den Matlab-Übungen

Für eine Auswertung der Matlab-Übungen haben die Teilnehmer in der Mitte des Kurses und am Ende jeweils einen Feedbackfragebogen mit 3 Fragen ausgefüllt. Es geht hier um einen Überblick, wie es den Personen im Kurs mit den Übungskomponenten gegangen ist. Die Aufgaben wurden als freies Übungsmaterial für die jeweiligen Module bereitgestellt. Der Fragebogen war freiwillig auszufüllen. Die erste Umfrage wurde von 32 Personen, die Zweite von 15 Personen ausgefüllt. Die Daten von Kapitel 1-4 werden getrennt von den Daten der Kapitel 5-8 ausgewertet.

8.4.1 Umfrage Kapitel 1-4

8.4.1.1 Frage 1:

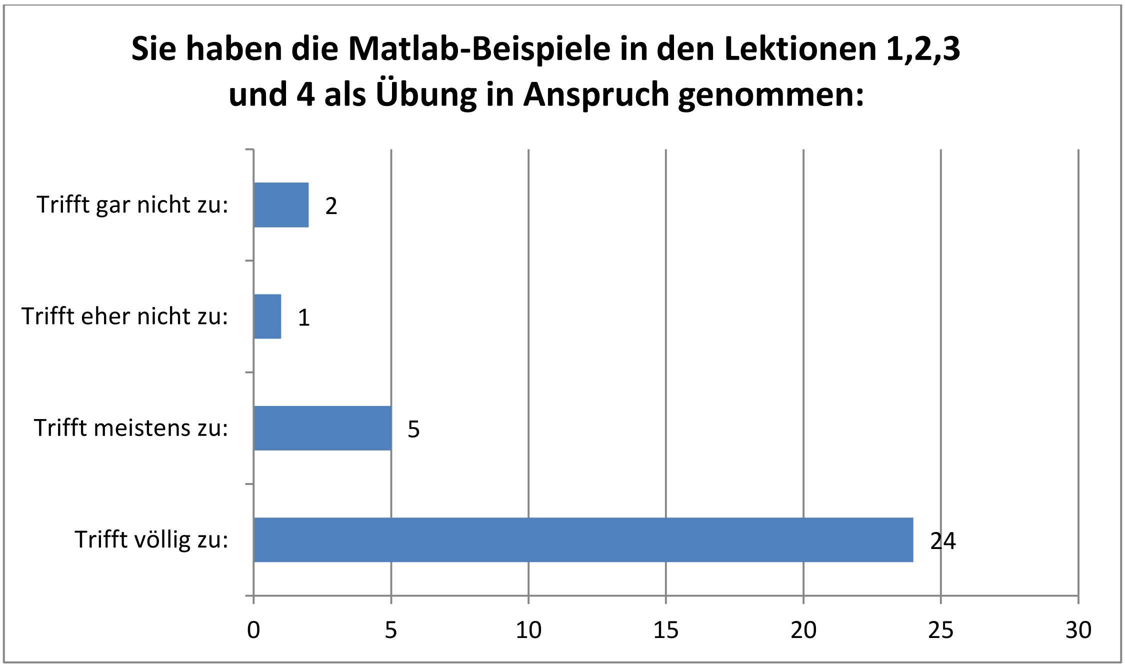

Abbildung 40: Daten zur ersten Frage des ersten Fragebogens

Die erste Frage hat uns Informationen über die Verwendung der Matlab-Komponenten gegeben. Laut Abbildung 40 haben von den 32 Freiwilligen 24 das Übungsangebot angenommen und die Aufgaben immer verwendet. Das sind immerhin 75 Prozent der ausgefüllten Feedbacks. Fünf Teilnehmer oder Teilnehmerinnen, also circa 15 Prozent haben meistens die Matlab-Komponenten genutzt. Eine Person hat Sie eher nicht verwendet und zwei davon gar nicht. Zusammen sind es weniger als 10 Prozent die das Übungsangebot nicht in Anspruch genommen haben.

8.4.1.2 Frage 2:

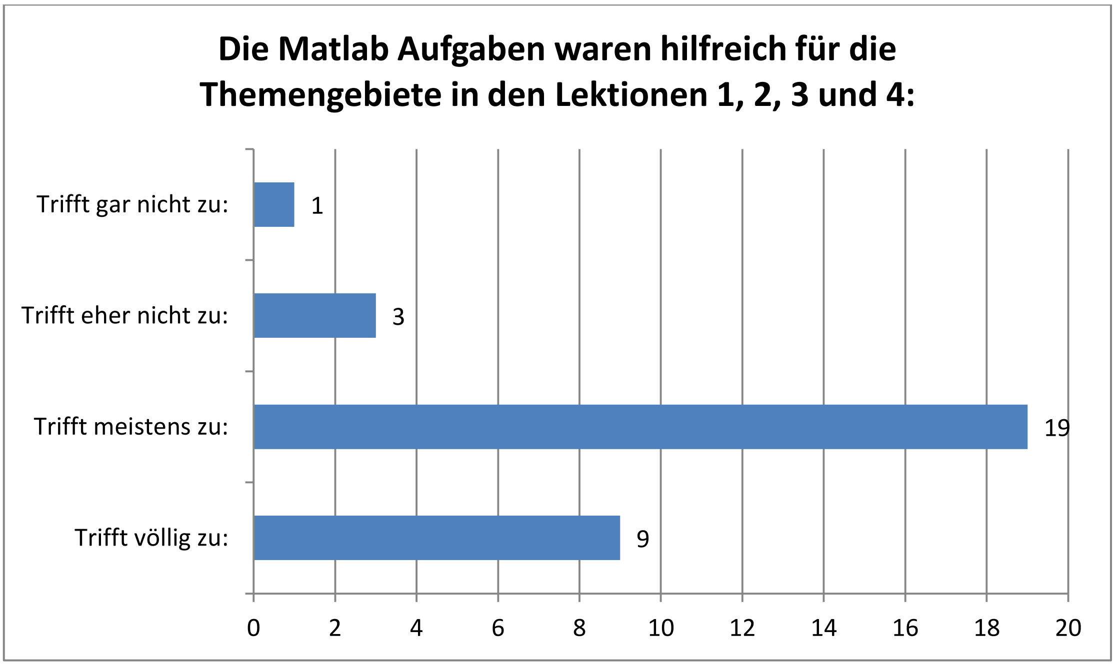

Abbildung 41: Daten zur zweiten Frage des ersten Fragebogens

In der Umfrage wurde zusätzlich eine Frage gestellt, ob die Aufgaben bei den Themen geholfen haben. Wie in der Grafik 41 zu sehen ist waren die Aufgaben für einen einzigen gar nicht hilfreich. Bei drei ausgefüllten Feedbacks wurden die Aufgaben als eher nicht hilfreich beschrieben. So schätzen 10,5 Prozent die Beispiele für die Themengebiete als unpassend ein. 19 Personen also 60 Prozent waren mit der Auswahl, bis auf ein paar Ausnahmen, zufrieden. Völlig hilfreich fanden die Komponenten neun der Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer, also fast 30 Prozent.

8.4.1.3 Frage 3:

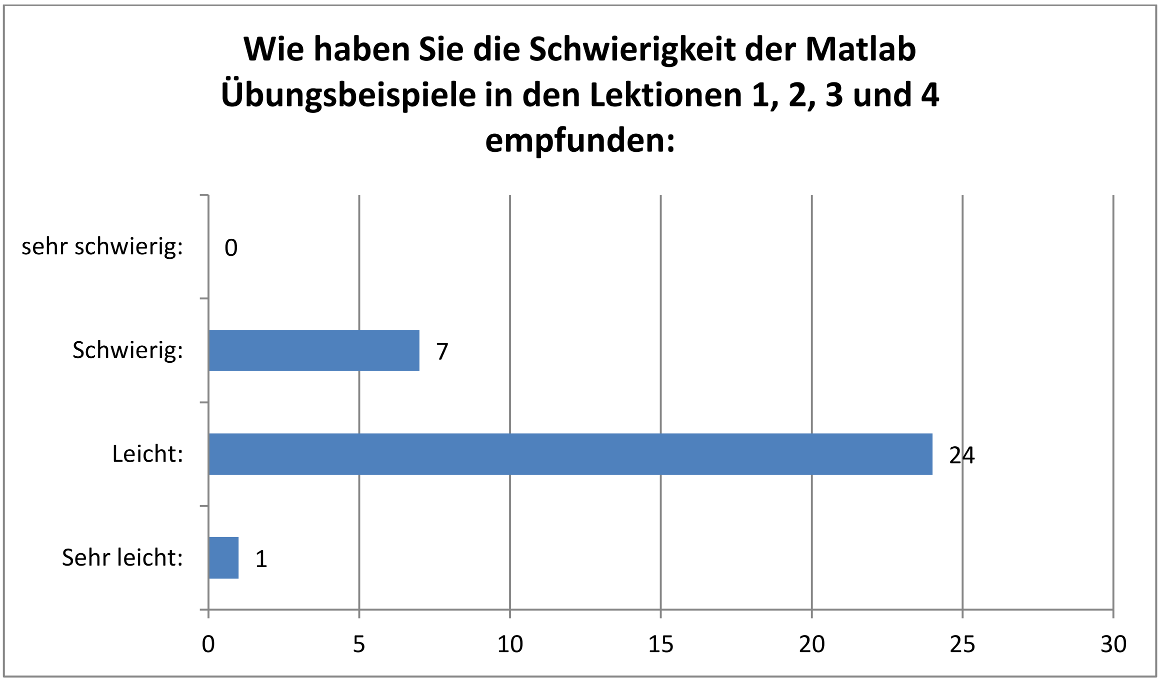

Abbildung 42: Daten zur dritten Frage des ersten Fragebogens

Das Balkendiagramm in Abbildung 42 zeigt, dass die Aufgaben 7-mal als „schwierig“ eingestuft wurden. So haben 22 Prozent die Übungen als fordernd betrachtet, aber keine einzige Person hat sie als „sehr schwierig“ und damit überfordernd gesehen. Die restlichen 78 Prozent bezeichneten die Komponenten als „leicht“ oder „sehr leicht“. Eine einzige Person davon fand Sie sehr einfach und die 24 gaben an, dass Sie einfach, aber auch nicht unterfordernd waren.

8.4.2 Umfrage Kapitel 5-8

8.4.2.1 Frage 1:

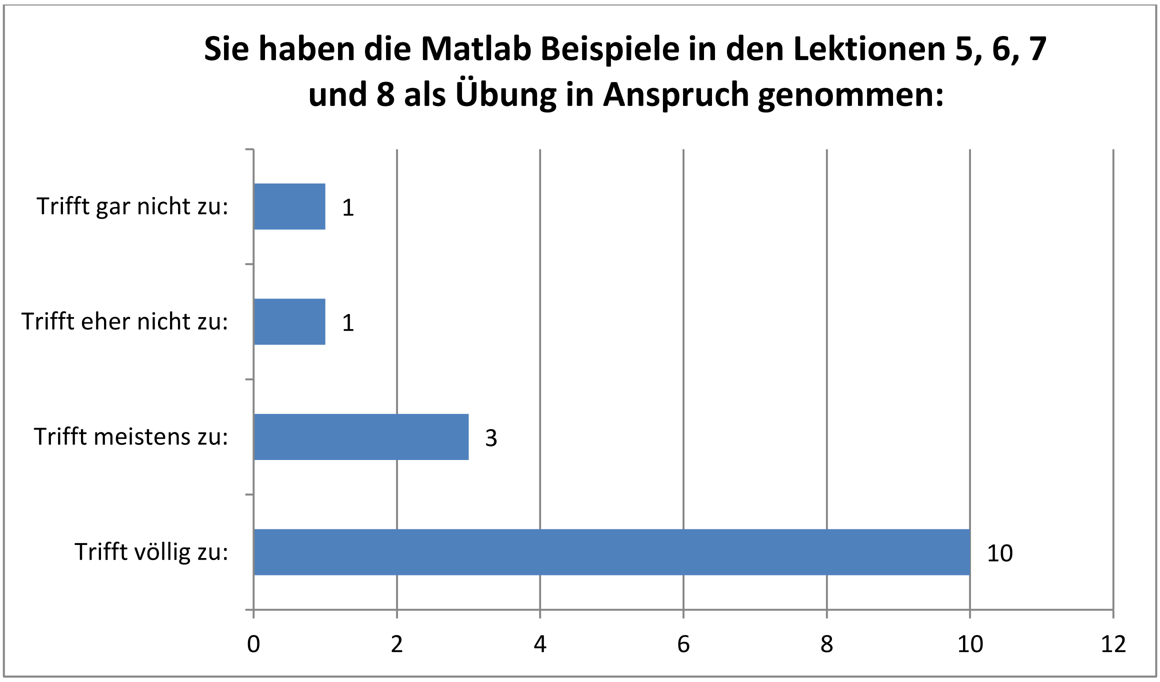

Abbildung 43: Daten zur ersten Frage des zweiten Fragebogens

Wie in Abbildung 43 zu sehen ist haben zehn der fünfzehn teilgenommenen Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Übungen der Lektionen fünf bis acht benutzt. Drei weitere Personen haben das Angebot zumindest meistens verwendet. Somit haben 67 Prozent alle Matlab-Komponenten und 20 Prozent die meisten davon berechnet. Eine Person hat angegeben die Rechnungen nicht in Anspruch genommen zu haben, eine weitere hat ausgefüllt die Rechenaufgaben eher nicht verwendet zu haben.

8.4.2.2 Frage 2:

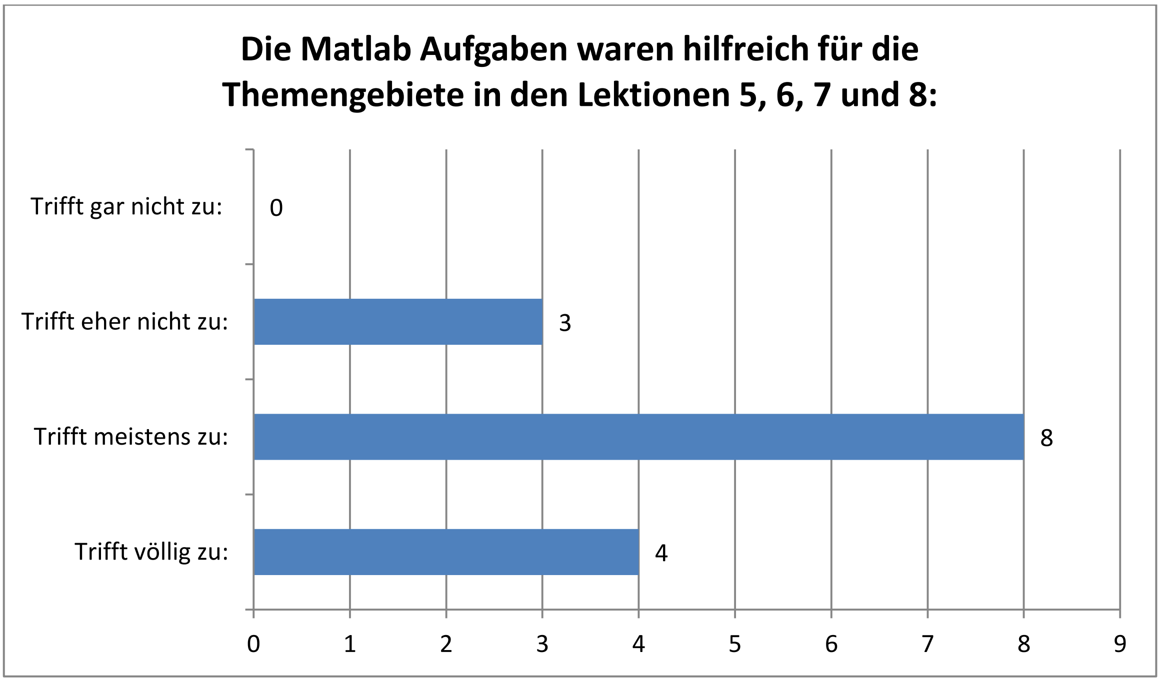

Abbildung 44: Daten zur zweiten Frage des zweiten Fragebogens

Für die Lektionen 5 bis 8 waren die Übungen für vier Personen sehr hilfreich, für 8 waren sie in den meisten Fällen eine Unterstützung zu den Themen. Im Feedbackfragebogen haben drei Befragte die Komponenten als eher nicht unterstützend bewertet. Keine einzige Antwort hat die Aufgaben als gar nicht hilfreich bezeichnet (Abbildung 44).

8.4.2.3 Frage 3:

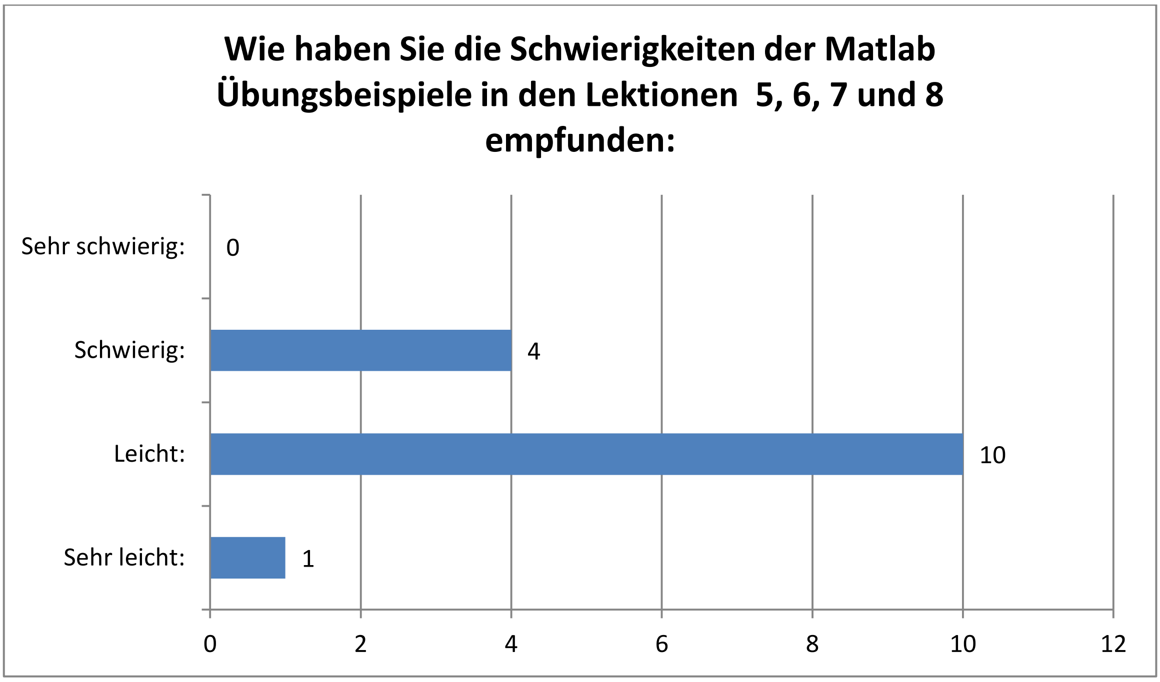

Abbildung 45: Daten zur dritten Frage des zweiten Fragebogens

Wie in der Grafik 45 zu sehen ist, wurde die Schwierigkeit der Beispiele aus den letzten Lektionen wie folgt eingestuft. Für einen Kursteilnehmer oder Kursteilnehmerin waren die Übungsbeispiele sehr leicht. 10 Befragte, also 67 Prozent, haben die Beispiele mit „leicht“ bewertet. Für vier der 15 Freiwilligen, also für 27 Prozent waren die Aufgaben schwierig, für keine einzige waren Sie sehr schwierig.

9. Diskussion der Ergebnisse

In diesem Abschnitt erfolgt die Diskussion über die ausgewerteten Daten der Evaluierung. Die Ergebnisse werden herangezogen und mit Daten anderer MOOCs verglichen und Unterschiede hervorgehoben.

9.1 Videos

Die Lernvideos sind ein wichtiger Bestandteil zur Vermittlung von Wissen in MOOCs. Die Kurzfilme haben nicht nur in diesem MOOC eine zentrale Bedeutung für die Lernerfahrung der Studentinnen und Studenten (P. Guo, J. Kim & R. Rubin, 2014). Unser Kurs bietet zu den Videos keine weiteren Lehrmöglichkeiten und steht somit im Mittelpunkt der Informationsvermittlung. So ist es wichtig, die Informationen und Erklärungen dieser Ausschnitte anzusehen, um diese im Studium anwenden zu können. Wenn die Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Wissen aus diesen Themen aus der Schule nicht mehr können oder dort nicht gelernt haben, ist es ohne diese Videos nicht möglich, die Theorie über dieses Thema im Kurs nachzulernen. Die Daten sagen uns, wie oft die Videos insgesamt angesehen wurden, aber nicht wie viele Personen das Video gesehen haben. Trotzdem zeigen die Aufrufe einen klaren Rückgang der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Für die Videos stehen uns zur Analyse nur die Anzahl der Aufrufe zur Verfügung. Durch genauere Betrachtung können wir davon wichtige Erkenntnisse erzielen.

Es ist deutlich zu sehen, dass die Kapitel, die zwei Videos enthalten, einen enormen Rückgang der Aufrufe zu verzeichnen haben. Hier ist nicht nur die Anzahl der Videos das Problem, sondern die Länge der Videos. Guo, Kim und Rubin (2014) sagen, dass Lehrfilme über 6 Minuten schon sehr viel weniger Aufrufe verzeichnen.

In unserem MOOC sind die Aufrufe vom ersten zum zweiten Kapitel nicht zurückgegangen, obwohl die Videos etwa 10 Minuten gedauert haben (Tabelle 1). Ein großer Rückgang war dann bei der dritten Lektion zu verzeichnen, wo die Betrachtungen der Videos um 57 zurückgegangen sind, obwohl das Filmmaterial etwas kürzer war als in Lektion zwei. Im vierten Modul dauert die Lernsequenz dann schon 20 Minuten, also doppelt so lange wie in den vorherigen Kapiteln. Trotzdem gab es hier nur einen Verlust von 12 Aufrufen. Das fünfte Kapitel mit zwei aufbauenden Lernvideos, die eine Gesamtlänge von circa 35 Minuten aufweisen, zeigte dann schon einen erheblichen Rückgang der Anzahl der Betrachtungen. Hier war die Länge der Kurzfilme sicherlich sehr ausschlaggebend. Im Kapitel 6 gab es wieder zwei getrennte Filmmaterialien, die zusammen eine Dauer von 31 Minuten haben. Hier sind die Aufrufe im Vergleich zum vorherigen Modul nur mehr leicht abgefallen. Im Vergleich zu anderen MOOCs, wo es bei solchen Auswertungen meistens einen stätigen Abfall gibt, erhöhten sich die Anzahl der Views in den letzten beiden Kapiteln wieder ein wenig. Dabei sind die Videos dieser Module wieder kürzer.

Dieser Anstieg kann aber auch von mehrfachen Betrachtungen einzelner Sequenzen kommen und nicht von einem Anstieg der beteiligten Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Youtube zählt auch die Aufrufe nicht von Beginn, sondern ab einen gewissen Teil der Filme. So kann es sein, dass einige sich nur Teilausschnitte angesehen haben und bei den längeren Materialien diese nicht als Aufruf gewertet worden sind. Hier kann auch nicht überprüft werden, ob die Filmausschnitte tatsächlich intensiv angesehen wurden oder Sie nur im Hintergrund oder beiläufig abgelaufen sind. Es könnte aber nicht nur die Länge abschreckend sein, sondern auch die Anzahl. Die zweiten Videos, die die Theorie mit Beispielen erklärt und erst die wichtigen Informationen zu den Themengebieten vermittelt, wurden generell weniger oft angesehen. Mehrere Lehrfilme können also abschreckend wirken.

So zeigt die Analyse der Videoaufrufe eine hohe Dropout Rate von 85 Prozent im Verlauf des MOOC. Es war leider nicht möglich, Daten der Wiedergabedauer auszuwerten. Hier hätten wir zumindest Details über die durchschnittliche Dauer der Betrachtungen bekommen.

9.2 Ergebnisse der Quizaufgaben

Die Auswertung der Lehrfilmsequenzen ist nicht ganz so aussagekräftig, wie die Analyse der Quizaufgaben. Hier kann man ganz genau sehen, wie hoch die Beteiligung an den Abschlusstests der Kapitel war. Außerdem sollen die Lehrenden eine Rückmeldung bekommen, wie gut die einzelnen Komponenten verstanden wurden (M. Ebner, W. Slany & S. Janisch, 2017).

Wie in Tabelle 2 zu sehen ist, gibt es hier im Gegensatz zu den letzten Kapiteln der Videos tatsächlich einen stetigen Rückgang der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Bis auf eine kleine Ausnahme gehen dazu auch die Versuche der Bearbeitungen zurück. In diesem Fall sieht man die Ausstiegsrate noch extremer. Es sind nur 19 der 166

Personen, die das erste Quiz bearbeitet haben, die bis zum letzten Kapitel übriggeblieben. Das sind gerade einmal 11,4 Prozent der Teilnehmer vom ersten Kapitel. Somit haben wir eine tatsächliche Dropout-Rate von 88,6 Prozent. Dies ist die Ausstiegsrate der Lernenden, die sich überhaupt mit dem ersten Kapitel intensiv beschäftigt haben. Hier ist die Zahl der Ausstiege sogar noch größer, als bei den Videoaufrufen befürchtet. Wenn wir die übriggebliebenen Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit den 462 angemeldeten Personen vergleichen, haben den Kurs nur 4,11 Prozent aller Angemeldeten den Kurs auch beendet. Laut Ebner & Schön (2013) nehmen allgemein nur 2 bis 10 Prozent derjenigen, die sich für den MOOC angemeldet haben, an den Überprüfungen am Ende des Kurses teil. Diese Ausstiegsrate ist vergleichbar mit anderen Studien über MOOCs. Die Ergebnisse davon zeigen, dass viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Kurs generell vorzeitig verlassen (Khalil & Ebner, 2014).

Die Gründe für diese hohe Anzahl von Verlusten sind sehr verschieden. Ebner und Khalil (2014) sind der Meinung, dass viele Personen die Kurse aus mangelnden Hintergrundwissen, Motivation, Gefühl der Isolation oder aus Zeitmangel verlassen. Diese Meinung kann man nachvollziehen, da die Teilnehmerinnen und Teilnehmer oft neben ihrer Arbeit oder auch Studium diese Weiterbildungsmöglichkeiten nutzen. Hier variiert die verfügbare Zeit oft sehr stark. In einer stressigen Woche eine halbe Stunde Videos anzusehen, um dann noch Übungsaufgaben und ein Quiz zu machen ist in vielen Fällen ein zu hoher Zeitaufwand.

Wenn wir aus der Tabelle 2 die Versuche zusammen mit den durchschnittlichen Punkten genauer analysieren, sieht man einen wesentlichen Zusammenhang. Das Kapitel 3 sorgte im Gegensatz zu den restlichen einen Anstieg der Versuche. In den Überprüfungen, in denen sehr viele Versuche im Vergleich zu den Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren, gab es im Durchschnitt auch am wenigsten Punkte. Die Ergebnisse zeigen uns, dass die Vektorrechnung und Matrizen besser verstanden wurden, als die Module um die Themengebiete Funktionen, Differenzieren und Integralrechnung.

In der Abbildung 36 ist herauszulesen, wie viele Lernende die Quizze nicht nur begonnen haben, sondern auch positiv abgeschlossen haben. Das erste Quiz haben noch 143 Personen abgeschlossen, doch wie in der Grafik 38 zu sehen ist, haben 58 davon nur einen einzigen Test absolviert. Diese Abbildung zeigt genau, dass von Woche zu Woche weniger aufgehört haben und erst vor der letzten Woche wieder mehr den Kurs verlassen haben. Ab dem vierten Quiz haben wir nicht mehr als zehn

Lernende pro Woche verloren. Nach dem 5. und 6. Quiz sind nur fünf und dann vier Angemeldete ausgestiegen. Von Woche 4 bis Woche 8 haben wir gesamt 24 verloren, das ist im Vergleich zu den vorigen Modulen geringer. Wenn die Lernenden schon vier Wochen lang Zeit investiert haben, verlassen sie nicht mehr so einfach den Kurs.

Ein weiterer interessanter Punkt ist, dass in manchen Lektionen die Videos weniger Aufrufe haben, als Personen die das Quiz bearbeitet haben. Die Frage ist warum Personen das Quiz ohne das Lernmaterial erledigen. Gründe für diese Versuche sind auf jeden Fall Zeitmangel oder einfach das Interesse an dem Abschluss und der Zertifizierung. Hier stand bei diesen Leuten sicherlich nicht das Lernen der Themengebiete im Vordergrund. Ein weiterer Grund könnte sein, dass Lernende diesen Stoff bereits in ihrer Laufbahn gut erlernt haben und die Lernmaterialien nicht verwenden mussten.

Bei der Auswertung der Geschlechter sind keine markanten Details der Punkte aufgefallen.

9.3 Forum

Ein sehr wichtiger Punkt um Motivation hochzuhalten und die Menschen zum Durchhalten überzeugen zu können sind nicht nur interessante Themen und Aufgaben sondern vor allem auch der soziale Faktor. In den MOOCs ist oftmals die Isolation und die fehlende Interaktion mit anderen Personen ein Grund für die große Zahl der Ausstiege.

Um diese Probleme in den Kursen in den Griff zu bekommen versucht man die soziale Interaktion über das Forum einzubauen. Weiters haben Foren den Zweck Fragen stellen zu können und Informationen auszutauschen (M. Ebner, W. Slany & S. Janisch, 2017). In unserem Fall wurde das Forum wenig genutzt und wir konnten keine Diskussionen zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern erzeugen. Es wurden von Zeit zu Zeit Fragen gestellt, die von den Betreuerinnen und Betreuern beantwortet wurden aber zwischen den angemeldeten Personen gab es keinen Austausch. Das ist ein wesentlicher Punkt, der in Zukunft geändert werden muss.

In Abbildung 39 ist zu sehen, dass in der ersten Woche die meisten Beiträge im Forum entstanden. Der Grund dafür war, dass es einige Fragen zum Ablauf gab. Außerdem waren hier auch noch die meisten Personen aktiv. In Woche zwei waren nur weniger

Einträge, die beantwortet werden mussten. Ab Woche drei gab es aber kaum noch Aktivitäten im Forum. Obwohl es laut Testungen und Videos in Kapitel 3 die größten Schwierigkeiten gegeben hat, gab es keine einzige Frage zum Thema oder den Übungen. Ein paar Threads waren auch nur Hinweise zu Fehlern im MOOC oder undeutlichen Formulierungen der Übungsangaben.

Die aktive Beteiligung ist im Vergleich mit der Zahl der Anmeldungen sehr gering. Viele bringen sich nicht aktiv im Forum ein, sondern beteiligen sich nur passiv und lesen die Einträge (M. Ebner, W. Slany & S. Janisch, 2017). Hier stellt sich trotzdem die Frage, warum im dritten Kapitel kein Beitrag zustande gekommen ist. So hatten auch die passiven Teilnehmerinnen und Teilnehmer keine Informationen. Vielleicht ist genau aus diesem Grund dieses Kapitel von den Punkten her schlechter ausgefallen. Denn laut Ebner, Slany & Janisch (2017) werden relativ wenige Threads erstellt, die aber oft gelesen werden. Eine weitere Möglichkeit ist, dass sich Personen im Internet auf die Suche nach weiteren Erklärungen gemacht haben, um die Aufgaben und die Fragen beantworten zu können.

Foren sollen eine Anlaufstelle für die Lernenden zu den Lehrenden bieten. Die meisten von Ihnen sind aber eher an den Fragen anderer interessiert, als selbst ihre Probleme zu veröffentlichen. So kommt es zum Ergebnis, dass Foren soziale Interaktionen nicht ersetzen können (M. Ebner, W. Slany & S. Janisch, 2017).

9.4 Ergebnisse der Umfrage zu den Matlab-Komponenten

Die beiden Feedbackfragenbogen sollen dazu dienen Informationen und Meinungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer über die Matlab-Komponenten zu sammeln. Es sollte herausgefunden werden, wie die Aufgaben bei Ihnen ankommen, ob die jeweiligen Beispiele gut ausgesucht worden sind und der Schwierigkeitsgrad passend zum MOOC ist.

Es werden die einzelnen Auswertungen der Fragen extra betrachtet. So bekommen wir genaue Informationen womit die Personen zufrieden sind und in welchen Teilen wir die Übungen noch optimieren sollten. Dazu werden zusätzlich die ersten vier Kapitel mit den letzten vier Kapiteln verglichen.

Die erste Frage gibt uns Rückmeldung, ob die Übungen überhaupt verwendet wurden. In den ersten Lektionen wurden von 75 Prozent der abgestimmten Person die Matlab-

Aufgaben immer als Übung verwendet. In den letzten Lektionen waren es nur mehr 70,6 Prozent. So haben mehr Lernende die Matlab-Komponenten in den vier Anfangsmodulen verwendet, als in den abschließenden Modulen. So haben auch 15,6 Prozent aller Abgestimmten die Übungen in Kapitel 1 bis 4 zumindest meistens erarbeitet. In den späteren Kapiteln waren es aber 17,7 Prozent, die sie fast vollständig gemacht haben.

Positiv zu betrachten ist, dass vom ersten Teil über 90% der Personen die Matlab-Komponenten regelmäßig verwendet haben und auch im zweiten Teil fast 90% die Übungsaufgaben in einem gewissen Ausmaß in Anspruch genommen haben. So haben 9 Prozent die Aufgaben in den Bereichen eins bis vier und 11,8 Prozent in den Bereichen fünf bis acht als unwichtig erachtet und eher nicht, bis gar nicht erarbeitet.

Aus dieser großen Prozentzahl ist zu schließen, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer freiwillige Übungen annehmen und zur Verfügung gestellte Programme und Tools für die Fortbildung nutzen. Die Personen sind neugierig neue Software auszuprobieren und diese auch sofort anwenden zu können. Diese Angebote werden also zumindest von denen, die den Feedbackfragenbogen ausgefüllt haben, sehr gut angenommen.

Die nächste Frage brachte uns nähere Informationen, wie hilfreich die Aufgaben für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren. Für den Großteil waren die selbsterstellten Beispiele der ersten vier Module völlig oder meistens unterstützend. 28 Prozent waren völlig und fast 60 Prozent zumindest in den meisten Fällen zufrieden mit der Auswahl. Für die weiteren Module sind knapp 30 Prozent der Meinung, dass sie gut ausgewählt sind und 53 Prozent der Meinung, dass sie in den meisten Fällen passend, für die Themengebiete erstellt wurden. Übrig bleiben für Lektion 1 bis 4 noch 28 Prozent und für die Lektion 5 bis 8 noch 17 Prozent, die mit den Komponenten eher nicht zufrieden waren oder sie sogar sehr unpassend gefunden haben.

Aus den Zahlen der Umfrage zur zweiten Frage ist daher zu schließen, dass die meisten Lernenden mit den Aufgaben und der dazugehörigen Aufgabenstellung zufrieden waren. Der Vergleich der beiden Umfragen zeigt, dass sich die Aufgaben in den verschiedenen Kapiteln auch nicht wesentlich zu den Themen unterschieden haben und sehr bedacht eingesetzt wurden.

Bei der letzten Frage des Feedbacks ging es um die Schwierigkeit der Aufgaben. Hier haben in Modul 1 bis 4 drei Prozent die Übungen als sehr leicht und 75 Prozent als leicht eingestuft. Sieben Prozent fanden Sie aber schwierig. In den Modulen fünf bis acht waren die Aufgaben für 6 Prozent sehr leicht und für mehr als 70 Prozent leicht. Bei diesen Kapiteln waren die Aufgaben für fast 24 Prozent schwierig.

Daraus kann geschlossen werden, dass die Aufgaben in manchen Fällen etwas schwieriger gestalten können, denn aus den Umfragen hat keine Person die Komponenten als sehr schwierig bewertet. So wäre es vielleicht interessant, mit einfachen Beispielen zu beginnen und dann eine größere Steigerung als Übung einzubauen. Bis auf wenige Personen, die Sie als sehr leicht und damit vielleicht sogar als zu leicht eingestuft haben, ergab die Umfrage ein gutes Gemisch aus leicht und schwierig. Hier könnten wir Teile der Aufgaben schwieriger gestalten, aber im Großen und Ganzen sind diese Komponenten gut gewählt worden. Hier ist die Heterogenität der Lernenden ein Hauptproblem.

Die Verwendung des Matlab-Tools war aus der Sicht der Befragung eine gute Idee und ist für die weitere Einbindung auf jeden Fall eine gute Option. Der Einsatz von Übungsaufgaben in Weiterbildungs- aber auch Einführungskursen wirken sich positiv auf die Motivation der Lernenden aus und unterstützen sie bei ihrem Vorhaben.

Diese Programme bieten natürlich auch Nachteile und schrecken manche Lernenden ab solche Lernmöglichkeiten online zu nutzen. Es kann der Fall gewesen sein, dass einige, die Matlab als unpassend empfunden haben, den Kurs schon vor den Befragungen verlassen haben.

Laut Becker und Rojas (2014) liegen bei Übungsbereichen solcher Kurse weitere Probleme. MOOCs sollen Ressourcen sparen, bringen aber nicht die gewünschten Ergebnisse. Diese Lehrveranstaltungen sollen nicht nur öfters vervielfältigt werden können, sondern automatisiert ablaufen. Aus diesem Grund sollen auch Übungen der Lernenden automatisch beaufsichtig und falsche Ergebnisse berichtigt werden. Becker und Rojas (2014) sind der Meinung, dass Bildung nur dialogisch funktionieren kann und diese Richtigstellung eine Herausforderung für Mensch und Maschine ist. Deshalb haben Sie folgendes Problem:

> *„Der Schüler muss verstehen, wie der Lehrer denkt – aber auch der Lehrer muss verstehen, wie der Schüler denkt, um ihm zu erklären, wie er besser denken kann. Die Lehrmaschinen müssten daher verstehen, was ihre Nutzer zu ihnen sagen, um ihnen etwas zu erklären. Können das Maschinen?“(Becker & Rojas, 2014)*

So bringt die momentane Lage noch einige Probleme, weil die Automatisierung sämtlicher Lehrveranstaltungen beim Verstehen beginnen muss, um schriftliche oder gesprochene Lösungen interpretieren zu können. Es gibt bereits solche Computersysteme, doch sie sind nicht weitverbreitet und müssen auf Inhalte und Zielgruppen abgestimmt werden (Becker & Rojas, 2014).

Diese Probleme waren für unsere Übungsabschnitte nicht relevant, weil MathWorks uns ein Tool zur Verfügung gestellt hat, dass den Code analysiert und mit dem Mustercode vergleichen kann. In diesem Bereich ist es einfacher diese Probleme der Technik zu umgehen. Deshalb ist der Einsatz dieses Tools sehr gut für die Übungen.

10. Zusammenfassung und Ausblick

Inwieweit ist ein Massiv Open Online Course mit Matlab geeignet, mathematische Kompetenzen zu fördern und zu lehren? Der „MINT-Brückenkurs“ MOOC hat gezeigt, dass es eine gute Möglichkeit ist, mathematische Themen der Schulzeit zu wiederholen und weiterzuentwickeln.

Die Analyse unseres Kurses hat gezeigt, dass die Teilnehmer und Teilnehmerinnen vor allem am Beginn sehr aktiv und zahlreich mitgearbeitet haben. Diese aktive Mitarbeit hat sich aber sehr schnell aufgelöst und die Kommunikationsmöglichkeit über das Forum hat sich sehr schnell eingeschränkt. Für die große Zahl der Anmeldungen gab es kaum Fragen und Wissensaustausch. Die Möglichkeit für Kommunikation unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sollte gründlich überdacht werden, weil durch die fehlende soziale Interaktion viele Personen den Kurs vorzeitig abbrechen.

Das bekannte Problem der MOOCs, die hohe Ausstiegsrate, ist aber nicht nur auf die rege Forumsaktivität zurückzuführen. Im Endeffekt haben bis zur Auswertung der Daten am 17.05.2018 nur 16 Personen den Kurs erfolgreich abgeschlossen. Er steht weiterhin zur Verfügung und es ist zu erwarten, dass noch weitere Personen den Kurs absolvieren. Trotzdem bin ich weiterhin der Meinung, dass sich Einführungskurse gut als Online-Kurs anbieten, denn ehemalige Schülerinnen und Schüler sollen lernen sich zeitlich selbst zu organisieren. Es bleibt ihre Entscheidung, wieviel Zeit sie investieren um die Themen selbständig mit den Lernmaterialien zu erlernen. Es hat sich gezeigt, dass diese Kurse der richtige Einstieg ins Studium sein kann und es ermöglicht die Lernenden auf ein gemeinsames Niveau zu bringen. Die Studienanfängerinnen und Studienanfänger bekommen so die Möglichkeit, sich in den MINT-Fächern auf das Studium vorzubereiten. So können sie in allen vier Bereichen ein Grundwissen aufbauen.

Aus der Umfrage hat sich der positive Aspekt herausgestellt, dass die Lernenden die Möglichkeit wirklich genutzt haben, nicht nur durch die Lernvideos Informationen zu sammeln, sondern durch die Übungen das Erlernte auch anzuwenden. Aus der Umfrage geht hervor, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Matlab-Programme verwendet haben. Das zeigt uns auch, dass die verwendete Software in diesem Bereich wirklich richtig eingesetzt wurde und die Lernenden auch interessiert daran waren, die Programmierumgebung kennen zu lernen. Ein Problem bei der Erstellung der Programme war, dass es nicht verlangt werden kann in einem mathematischen Einführungskurs programmieren zu erlernen. So wurde das

Programm minimalistisch nähergebracht und es waren für die Lernenden nur wenige Codezeilen selbst zu schreiben. Der Kurs bietet so nicht die Möglichkeiten die umfassenden Fähigkeiten dieses mathematischen Werkzeuges zu zeigen.

Die Übungsaufgaben sollten außerdem nicht nur aus den Matlab-Komponenten bestehen. Durch weitere Rechenaufgaben, die händisch zu berechnen sind, ist es möglich, die Motivation, bei denen hochzuhalten, die gegenüber mathematischen Programmen abgeneigt sind. Sie würden Abwechslung zu den Softwarebeispielen bieten. Die Rechenaufgaben waren in der ursprünglichen Planung des MOOCs noch enthalten und wurden dann aber nicht umgesetzt. In Zukunft sollte darüber nachgedacht werden, ob weitere Rechenaufgaben als zusätzliches Übungsmaterial hinzugefügt wird.

MOOCs können Lernende für ein Thema begeistern. Die neue Form der Wissensvermittlung bringt viele Interessenten und dadurch kann man auch mehr Anmeldungen verzeichnen. In Zukunft sollte man sich überlegen, wie es möglich ist, die Dropout-Rate zu minimieren. Die Lernenden haben keine verpflichtende Bindung und können abbrechen, falls sie sich den Kurs anders vorgestellt haben oder zeitlich doch nicht in der Lage sind ihn zu belegen. Aus diesem Grund entstehen aber auch die hohen Anmeldezahlen, weil die Kurse auch keine Anmeldegebühren enthalten. Ich bin der Meinung, dass auch Lernende, die vorzeitig abbrechen, aus solchen Kursen etwas lernen und davon profitieren. Es würde sich auch eine Möglichkeit anbieten, den Online-Kurs mit einer Präsenzveranstaltung zu verbinden. Die Anzahl der Anmeldungen würde sinken doch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hätten mehr soziale Interaktionen und würden den Kurs nicht so schnell verlassen.

MOOCs sollten durch gute Umsetzung der Videos interessant und anregend werden. In unserem Fall liegt die hohe Dropout-Rate nicht an der Qualität der Videos, die mit viel Aufwand und Engagement erzeugt wurden, sondern eventuell an der Länge des Filmmaterials. Für die nächste Durchführung sollte man sich Gedanken über die Gesamtlängen der Lernsequenzen machen und diese überarbeiten.

Außerdem sollten in Zukunft eventuell mehr Rücksicht auf weibliche Teilnehmerinnen genommen werden. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass mehr Frauen als Männer den Kurs vorzeitig verlassen haben. Dieser Punkt sollte beim nächsten Start besser bedacht werden, denn immer mehr weibliche Personen zeigen an der Technik Interesse und sind an technischen Hochschulen immer häufiger anzutreffen.

Inwieweit sich Massive Open Online Course im Bereich der Hochschul- und Schulbildung durchsetzt, ist noch nicht klar. Abzuwarten ist, ob die Wissensvermittlung von mathematischen Kompetenzen in Form von Brückenkursen in Zukunft vermehrt über MOOCs absolviert werden. Die Kurse sind sehr zeitintensiv in der Vorbereitung, können aber danach immer wieder verwendet werden. Sie sind schon jetzt eine gelungene Abwechslung zu den Lernformen in unseren Bildungseinrichtungen und sind an Hochschulen für Freifächer sehr beliebt. MOOCs sollen weiter Lehrinhalte öffentlich zur Verfügung stellen und vielen Menschen die Möglichkeit für Fort- und Weiterbildungen ermöglichen.

Literaturverzeichnis

Angermann, Beuschel, Rau & Wohlfarth, 2014. Matlab – Simulink – Stateflow: Grundlagen, Toolboxen, Beispiele. Walter de Gruyter Verlag, 2014. ISBN: 3486859102 URL: https://books.google.at/books?hl=de&lr=lang_de&id=Kn3pBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Matlab&ots=b5DECg4Sfe&sig=cOqITkVhqXND1EXEOKtkASCHVZo#v=onepage&q=Matlab&f=false (letzter Aufruf: 22.5.2018)

Aschemann Birgit, 2017. MOOCs in der Erwachsenenbildung. So gelingen sie. url: CONEDU. ISBN: 978-3-9503966-8-3. url: https://erwachsenenbildung.at/ebmooc/materialien/MOOCs-in-der-EB-so-gelingen-sie.pdf (letzter Zugriff: 20.5.2018)

Aschemann Birgit, 2015. Massive Open Online Courses – die neue Freiheit des Lernens. URL: https://erwachsenenbildung.at/aktuell/nachrichten_details.php?nid=8284 (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Astralgo.eu, 2018. Mathematik und Technik. URL: http://www.astralgo.eu/mathematik_und_technik.html (letzter Aufruf: 14.5.2018)

Becker M. & R. Rojas, 2014. MOOCs statt Hörsaal (Telepolis): Der Unterricht im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit. Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co KG, isbn: 3944099249

Beucher O., 2013. Matlab und Simulink: Eine kursorientierte Einführung. MITP-Verlags GmbH & Co. KG, 2013. ISBN: 3826694678. URL: https://books.google.at/books?hl=de&lr=lang_de&id=PHkauHeXS9QC&oi=fnd&pg=PA1&dq=matlab&ots=h1IPYr5svq&sig=dRlDKDYA10VIxwTILQJxhnjPQA#v=onepage&q=matlab&f=false (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Bremer C., 2013. Massive Open Online Courses. URL: http://www.bremer.cx/paper58/Beitrag_Bremer_framediale2012.pdf (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Christiansen B., 2009. Einführung in die Programmierung mit MATLAB. URL: https://www.uni-muenster.de/AMM/num/Vorlesungen/MATLAB-Kurs_WS08/Script/matlab-einfuehrung.pdf (letzter Aufruf: 13.5.2018)

Ebner M., W. Slany & S. Janisch, 2017. Informatische Bildung mithilfe eines MOOC. URL:https://www.researchgate.net/publication/320893089_Informatische_Bildung_mithilfe_eines_MOOC (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Geikhman Y., 2018. What’s a MOOC?. URL: https://www.fluentu.com/blog/english/online-english-courses/ (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Günes N., 2012. Algorithmisches Denken. Ein mathematischer Einstieg für die Mittelstufe, München, GRIN Verlag, URL: https://www.grin.com/document/308221 (letzter Aufruf: 21.5.2018)

Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study fo MOOC videos. Proceedings of the first ACM conference on Learning @ scale conference url: https://www.researchgate.net/publication/262393281_How_video_production_affects_student_engagement_An_empirical_study_of_MOOC_videos (Letzter Zugriff: 1.5.2018)

Haase D., 2014. Mathematische Vor- und Brückenkurse. Springer Fachmedien Wiesbaden Verlag. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-03065-0_9 (Seite 123-136)

Kettner M., 2015. Online lernen: Virtuelle Universitäten stehen jedem offen. url: https://www.karriere.at/blog/online-lernen-universitaet.html (letzter Aufruf: 13.5.2018)

Khalil, M., & Ebner, M., 2014. MOOCs Completion Rates and Possible Methods to Imporve Retention - A Literature Review. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2014* (S. 1236-1244). Chesapeake: VA: AACE.

Khalil, M., & Ebner, M., 2015. A STEM MOOC for School Children - What does learning analytics tell us? *Proceedings fo 2015 International Conference onf Interactive Collaborative Learning (ICL).* Florence: IEEE.

Kraft, 2006. Visualisierung im Mathematikunterricht mit dem Werkzeug „Geogebra". url: https://archive.geogebra.org/static/publications/2006-Kraft-Visualisieren_mit_GeoGebra.pdf. (Letzter Aufruf: 1.5.2018)

Lackner, Kopp & Ebner, 2015. iMooX. Publikationen rund um das Pionierprojekt. url: http://unipub.uni-graz.at/obvugroa/download/pdf/456656?originalFilename=true (Letzter Zugriff: 20.5.2018)

Lorenz Wolfgang E. und Gabriel Wurzer, 2014. Algorithmisches Denken. Vienna University of Technology, url: https://www.researchgate.net/publication/277801691_Algorithmisches_Denken, Seite 7-10(Letzter Zugriff: 1.5.2018)

Meyer J., 2017. Vor- und Grundkurse.ibW Höhere Fachschule Südostschweiz. url: http://www.ibw.ch/fileadmin/user_upload/customers/ibw/Dokumente/Broschueren/ibW_Broschuere_Vor-Grundkurs.pdf (letzter Aufruf: 5.5.2018)

Neumann Robert, 2016. Zum Einfluss von Computeralgebrasystemen auf mathematische Grundfertigkeiten. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2018. Isbn: 987-3-658-18948-8

Oppermann F., 2018. Computerprogramme für den Mathematikunterricht. URL: http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/unterricht/faecher/mathematik-naturwissenschaften/mathematik/unterrichtsmaterialien-und-fachthemen/mathematik-programme/ (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Pallack, 2007. Die gute CAS-Aufgabe für die Prüfung. In Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 41. GDM Tagung für Didaktik der Mathematik (S.90-93). Hildesheim: Franzbecker.

Richter-Gebert & Kortenkamp, 2002. URL: https://www.researchgate.net/profile/Ulrich_Kortenkamp/publication/215908135_Dynamische_Geometrie_Grundlagen_und_Moglichkeiten/links/09e4150be0ebe5afdf000000/Dynamische-Geometrie-Grundlagen-und-Moeglichkeiten.pdf (letzter Aufruf: 1.5.2018)

Schilling T., 2018. MOOC-Plattformen im Vergleich. Bundeszentrale für politische Bildung. URL: http://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/werkstatt/211098/mooc-plattformen-im-vergleich. (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Schmidt-Loebe, 2017. MAFA Funktionsplotter. url: https://www.mathe-fa.de/de (letzter Aufruf: 1.5.2018)

Schön & Ebner, 2013. MOOCs (Massive Open Online Courses). url: https://l3t.tugraz.at/HTML/offeneslernen/1377615267moocs-massive-open-online-courses/ (letzter Aufruf: 1.5.2018)

Schulmeister R., 2013. MOOCs – Massive Open Online Courses: Offene Bildung oder Geschäftsmodell?. Waxmann Verlag GmbH, 2013. URL:https://www.waxmann.com/fileadmin/media/zusatztexte/2960Volltext.pdf (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Schweizer W., 2016. MATLAB kompakt. Walter de Gryter GmbH & Co KG, 2016. ISBN: 3110465868. URL: https://books.google.at/books?hl=de&lr=lang_de&id=jzBBDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=matlab&ots=2BB9g_hHHG&sig=_9Mh3DCPWR_jV1XkuEUDi9PlpiI#v=onepage&q&f=false (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Sizemore, Mueller, 2014. Matlab for Dummies. John Wiley &Sons Verlag. ISBN: 111882010X, URL: https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527711678_c01.pdf (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Stross B., 2018. Was ist ein MOOC? URL: https://www.mz.itsz.tum.de/elearning/moocs/was-ist-ein-mooc/ (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Teschl S., 2013. Matlab – Eine Einführung. URL: http://staff.technikum-wien.at/~teschl/ (letzter Aufruf: 20.5.2018)

Van den Dries B. & R. Koekoek, 2018. Pre-University Calculus. url: https://www.edx.org/course/pre-university-calculus-delftx-calc001x-2 (Letzter Zugriff: 1.5.2018)

Wolff B., 2018. Mathematik – jederzeit und überall!, url:http://www.starkerstart.uni-frankfurt.de/46162440/OMB?legacy_request=1 (letzter Aufruf: 5.5.2018)

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Anhang

Anhang 1: Feedbackfragenbogen

Anhang 2: Matlab-Komponenten

Anhang 1: Feedbackfragenbogen

Fragebogen 1:

Geben Sie uns bitte Feedback zu den MATLAB-Online Übungen in den Lektionen 1, 2, 3 und 4

Modus: Anonym

Sie haben die Matlab Beispiele in den Lektionen 1, 2, 3 und 4 als Übung in Anspruch genommen:*

○ Trifft völlig zu ○ Trifft meistens zu ○ Trifft eher nicht zu ○ Trifft gar nicht zu

Die Matlab Aufgaben waren hilfreich für die Themengebiete in den Lektionen 1, 2, 3 und 4:*

○ Trifft völlig zu ○ Trifft meistens zu ○ Trifft eher nicht zu ○ Trifft gar nicht zu

Wie haben Sie die Schwierigkeit der Matlab Übungsbeispiele in den Lektionen 1, 2, 3 und 4 empfunden?*

○ Sehr leicht ○ Leicht ○ Schwierig ○ Sehr schwierig

Pflichtfelder*

Fragebogen 2:

Geben Sie uns bitte Feedback zu den MATLAB-Online Übungen in den Lektionen 5, 6, 7 und 8

Modus: Anonym

Sie haben die Matlab Beispiele in den Lektionen 5, 6, 7 und 8 als Übung in Anspruch genommen:*

○ Trifft völlig zu ○ Trifft meistens zu ○ Trifft eher nicht zu ○ Trifft gar nicht zu

Die Matlab Aufgaben waren hilfreich für die Themengebiete in den Lektionen 5, 6, 7 und 8:*

○ Trifft völlig zu ○ Trifft meistens zu ○ Trifft eher nicht zu ○ Trifft gar nicht zu

Wie haben Sie die Schwierigkeit der Matlab Übungsbeispiele in den Lektionen 5, 6, 7 und 8 empfunden?*

○ Sehr leicht ○ Leicht ○ Schwierig ○ Sehr schwierig

Pflichtfelder*

Anhang 2: Matlab-Komponenten

Lektion 1:

1.1 Multiplizieren von Brüchen um die Anzahl der Gießkannen berechnen zu können

Um die Blumen im Gastgarten der Pizzeria gießen zu können braucht Alberto 315 Liter Wasser im Jahr. Er besitzt eine Gießkanne, die 5 ½ Liter Wasser fassen kann. Um die Gießkanne tragen zu können wird sie nur zu 7/8 gefüllt.

Wie viele Gießkannen muss Alberto im Jahr insgesamt tragen um die Blumen zu gießen?

Reference Solution:

```
bruch1 = 11/2; %5 1/2 sind 11/2
bruch2 = 7/8;
liter = 315;
%%
berechnete_brueche = bruch1 * bruch2; %zwischen den zwei Variablen bitte die
Rechenoperationen einfügen
ergebnis = liter / berechnete_brueche; %zwischen den zwei Variablen bitte die
Rechenoperationen einfügen
%%
disp(['Alberto muss im Jahr ',num2str(ceil(ergebnis)),' Gießkannen tragen!']);
```

1.2 Berechnung des verarbeiteten Mehls

Alberto arbeitet heute wieder in seiner Pizzaria. Er hat heute 25 kg Mehl zur Verfügung.

Von diesen 25 kg Mehl kann er nur 9/10 für den Pizzateig verwenden. Außerdem wurden nur 5/6 vom erzeugten Teig auch verkauft.

1. Wie viel kg Mehl wurden zu Pizzen verarbeitet werden?
2. Für wie viel kg Mehl erhält man **keine** Einnahmen?

Reference Solution:

```
%% Definiere die Variablen aus den Zahlen der Angabe
bruch1 = 9/10;
bruch2 = 5/6;
mehl = 25;
%%
%1)
%Schreibe die Formel für "ergebnis" unter Verwendung der Variablen an z.B. "ergebnis =
bruch1 * mehl *  mehl + bruch2;"
ergebnis = mehl * bruch1 * bruch2;
disp(['Es wurden ',num2str(ergebnis),' kg Mehl zu Pizzen verarbeitet!']);
%2)
%Schreibe die Formel für "nichtVerarbeitet" unter Verwendung der Variablen an z.B.
"nichtVerarbeitet = bruch1 * mehl *  mehl + bruch2;"
nichtVerarbeitet = mehl - ergebnis;
disp(['Für ',num2str(nichtVerarbeitet),' kg Mehl erhält Alberto keine Einnahmen!']);
```

1.3 Berechnung der Anzahl der Lieder in der Playlist

Alberto hat eine neue Musikanlage in seinem Lokal. Er wählt Lieder für eine Playlist in seiner Pizzeria für diese Anlage aus. Die Lieder sind jeweils 3 ½ Minuten lang. Die Playlist soll insgesamt 31 ½ Minuten dauern.

Wie viele Lieder wird er in der Playlist verwenden?

Reference Solution:

```
%% Definiere die Variablen aus den Zahlen der Angabe
erster_bruch = 3+(1/2);
zweiter_bruch = 31+(1/2);
%%
%Die Rechenoperation +,-,* oder / zwischen den beiden Variablen einsetzen
ergebnis = zweiter_bruch /erster_bruch;
disp(['Alberto verwendet ',num2str(rats(ergebnis)), ' Lieder in seiner Playlist']);
```

1.4 Bruchrechnung der Akkulaufzeit

Verena sieht auf ihr Handy und bemerkt, dass der Akku noch halb voll. Sie beobachtet, dass sich ihr Akku jede Stunde jeweils um 1/8 entlädt.

Wie viele Stunden reicht ihr Akku noch?

Reference Solution:

```
%Divison Brueche
erster_bruch = 1/2;
zweiter_bruch = 1/8;
%%
%Setze die richtige Rechenoperation +,-,*oder / zwischen den beiden Variablen ein
ergebnis = erster_bruch / zweiter_bruch;
disp(['Ihr Akku reicht noch ',num2str(rats(ergebnis)), ' Stunden']);
```

1.5 Bruchrechnung der Minipizzen

Miriam will aus einem 9/10 kg Teig möglichst viele kleine Pizzen machen. Dazu braucht sie 1/15 kg Teig pro Minipizza.

Wieviele Minipizzen kann Miriam backen?

Reference Solution:

```
% Definiere die Variablen aus den Zahlen der Angabe
erster_bruch =  9/10;
zweiter_bruch = 1/15;
rest1 = 1 - erster_bruch;
X = [erster_bruch rest1];
figure;
subplot(2,2,1);
pie3(X);
title('Bruchanteil des 1.Bruch');
hold on
subplot(2,2,2);
rest2 = 1 - zweiter_bruch;
```

```
Y = [zweiter_bruch rest2];
pie3(Y);
title('Bruchanteil des 2.Bruch');
ergebnis = erster_bruch / zweiter_bruch;
ausgabe = rats(ergebnis); %rats gibt das ergebnis als bruch aus
disp(['1.Bruch: ',num2str(rats(erster_bruch))]);
disp(['2.Bruch: ',num2str(rats(zweiter_bruch))]);
disp(['1.Bruch / 2.Bruch =' num2str(ausgabe)]);
disp(['Somit kann Miriam ', num2str(floor(ergebnis)), ' Minipizzen backen']);
```

Lektion 2:

2.1 Sanierung der Pizzeria

Um die Pizzeria sanieren zu können braucht Alberto 6000 €. Alberto hat auf seinem Firmenkonto 1460 € gespart. Außerdem kann er im Moment monatlich 210 € sparen.

Wie viele Monate braucht er um das Geld für die Sanierung gespart zu haben?

Reference Solution:

```
%lineare Gleichung
%Variablen für die Formel
Anfangskapital = 1460;
monatliches_Geld = 210;
benoetigtes_Geld = 6000;
%benoetigtes_Geld = Anfangskapital + Rate *x;
%%
%Formel für x aufstellen, z.B. x = (A+B)*C;
x = (benoetigtes_Geld - Anfangskapital)/monatliches_Geld;
%%
disp(['Alberto braucht ', num2str(round(x)), ' Monate um das Geld für die Sanierung
gespart zu haben!']);
```

2.2 Einheizen des Holzofens

In der Pizzeria hat Alberto einen Holzofen zum Backen der Pizzen. Dieser Ofen kühlt nur langsam ab. Wenn Alberto in der Früh den Ofen neu einheizt hat der Ofen noch immer 65°C vom Vortag. Zum Backen von einer Pizza will Alberto den Holzofen auf 350°C aufheizen. Nach dem Einheizen erwärmt sich der Ofen cirka 5°C pro Minute.

Wieviele Minuten braucht der Ofen, bis er 350°C heiß ist?

Reference Solution:

```
%Deklariere die Variablen mit den Zahlen aus der Angabe
Anfangstemperatur = 65;
Zieltemperatur = 350;
durchschnittliches_Erwaermen = 5;
%%Berechne die Zeit die zum Erwärmen des Ofens gebraucht wird
Zeit = (Zieltemperatur - Anfangstemperatur) / durchschnittliches_Erwaermen;
disp(['Der Ofen braucht cirka ', num2str(round(Zeit)), ' Minuten bis die Temperatur
erreicht wurde!']);
```

2.3 Geschwindigkeitszunahme eines Autos

Die Funktion 3*x^2 – 2x beschreibt die Geschwindigkeitszunahme von einem Auto auf einer Geraden.

1. Berechne die Geschwindigkeit bei 4 Sekunden.
2. Stelle die Funktion mit Hilfe der Matlabfunktion "plot(x,f)" grafisch dar.

Hilfe:

Die Funktion plot(x,funktion) wird verwendet, um Funktionen grafisch darstellen zu können. In den Klammern kommt als erster Parameter die Variable x in der die x-Werte gespeichert sind. Als zweiter Parameter wird die Variable angegeben, in der die Funktion gespeichert ist.

Reference Solution:

```
%Quadratische Funktion
x = 0:0.005:5;
%%
%Funktion angeben, z.B: funktion = a*x.^3 + b*x.^2 - c*x -234;
funktion = 3*x.^2 -2*x;
Geschwindigkeit = 3*4^(2)-2*4;
%%
plot(x,funktion);
title('Quadratische Funktion');
xlabel('x in s');
ylabel('Geschwindigkeit');
hold on
plot(4,funktion,'x')
```

Lektion 3:

3.1 Zuordnung von Schulden zu Jahreszahlen

Alberto eröffnet **2009** seine Pizzeria und leiht sich von einer Bank **40000 €** um das Lokal umzubauen und herzurichten. Nach dem Jahr **2010** hat er nur mehr **32250 €** Schulden. Die Schulden entwickelten sich wie folgt:

- **2011- 25100 €,**
- **2012- 19086 €,**
- **2013- 14250 €,**
- **2014 - 10046 €,**
- **2015 - 7569 €,**
- **2016 - 5065 €,**
- **2017 - 3741 €**
- **2018 - 3446 €**

Die restlichen Schulden werden also dem Jahr 2018 zugeordnet. Somit lässt sich aus diesen Angaben leicht eine Zuordnungsvorschrift aufstellen.

Ordne jedem Jahr den jeweiligen Schuldenbetrag zu. Verwende dazu den Vektor Kredit = [], trage die Beträge aufsteigend nach dem Jahr ein und trenne sie durch Beistriche.

Danach wird die Zuordnung durch die plot-Funktion grafisch dargestellt.

Reference Solution:

```
Jahr = [2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018];
%Füge die restlichen Schulden in Kredit ein und trenne die Beträge der Jahre mit einem
Beistrich wie in der Zeile darüber
Kredit = [40000, 32250, 25100, 19086, 14250, 10046, 7569, 5065, 3741, 3446]; %plot
Funktion stellt die Zuordnung grafisch dar
plot(Jahr, Kredit, 'x');
title('Schulden von Alberto');
xlabel('Jahr');
ylabel('Schulden in €');
ueberpruefung = Kredit(2)
```

3.2 Entwicklung der Einwohner von Karatschi

Miriam arbeitet bei Alberto in der Pizzeria. Sie würde gerne mehr über **Karatschi**, die Heimatstadt ihrer Mutter, erfahren und betrachtet Entwicklung der Einwohnerzahlen der letzten 60 Jahren.

- **1955 - 1,4** Millionen Menschen
- **1965 - 2,4** Millionen Menschen
- **1975 - 4** Millionen Menschen
- **1985 - 6** Millionen Menschen
- **1995 - 8,5** Millionen Menschen
- **2005 - 11,6** Millionen Menschen
- **2015 - 14,8** Millionen Menschen

Trage die **Jahreszahlen** in den Vektor **Jahr = [ ]** ein und trenne sie durch Beistriche.

Trage die **Einwohnerzahle**n in den Vektor **Karatschi = [ ]** ein und trenne sie durch Beistriche.

ACHTUNG: In **Matlab** wird für das **Komma ein Punkt** geschrieben, also ist z. B. "3,6 Millionen Menschen" = "**3.6**".

Reference Solution:

```
%Trage zwischen den Klammern die Jahreszahlen, getrennt durch einen Beistrich ein
Jahr=[1955,1965,1975,1985,1995,2005,2015];
%Trage zwischen den Klammern die Einwohner in Millionen ein, getrennt durch einen
Bestrich.
%Komma werden als Punkt geschrieben, z.B. '3.6'
Karatschi = [1.4,2.4,4.0,6.0,8.5,11.6,14.8];
plot(Jahr,Karatschi,' ',Jahr,Karatschi,'bo');
title('Karatschi');
xlabel('Jahr');
ylabel('Einwohner in Mio.');
ueberpruefung1 = Jahr(2);
ueberpruefung2 = Karatschi(2);
```

Lektion 4:

4.1 Polynomfunktion

Gegeben ist das Polynom 3. Grades: **x^3 -7*x -6.**

Um Nullstellen eines Polynoms in Matlab berechnen zu können, werden nur die Koeffizienten in einen Vektor gespeichert.

- Gib die **Koeffizienten** des gegebenen Polynoms im Vektor **"polynom"** an.

Für diesen Vektor gibt es dann verschiedene Matlab-Befehle, um die Nullstellen des Polynoms berechnen zu können, das Polynom abzuleiten, etc. Wir verwenden die Funktion **roots(polynom),** um die Nullstellen des Polynoms durch die Koeffizienten berechnen zu können.

Anschließend wird die Funktion geplottet (visualisiert) und die berechneten Nullstellen eingezeichnet.

Reference Solution:

```
%Polynom x^3 -7x - 6
%In Matlab werden nur die Koeffizienten des Polynoms in einen Vektor geschrieben: z.B. [1
0 0 1] ist x^3 + 1
%Setze die Koeffizienten des Polynoms in den Vektor darunter ein:
polynom = [1 0 -7 -6];
x = [-4:0.1:4];
f = x.^3 - 7*x - 6;
r = roots(polynom);
plot(x,f);
grid on
title('Polynom 3. Grades');
hold on
a = r(1);
f_a = a.^3 -7*a -6;
plot(a,f_a,'x')
hold on
b = r(2);
f_b = b.^3 -7*b -6;
plot(b,f_b,'x')
hold on
c = r(3);
f_c = c.^3 -7*c -6;
plot(c,f_c,'x')
disp(['Die Nullstellen sind bei ', num2str(round(a)), ', ',num2str(round(b)), ' und ',
num2str(round(c)) ,'!']);
```

4.2 Bevölkerungszuwachs

Die Bevölkerung eines Landes wächst pro Jahr um 1,5%. Derzeit beträgt sie 12 Millionen.

1. Der Bevölkerungszuwachs lässt sich durch die Formel N(t) = N0·e^(λ*t) beschreiben. Berechne die Konstante λ händisch!
2. Wie groß wird die Bevökerung in 10 Jahren sein?
3. Wann wird das Land 15 Millionen Einwohner haben?

Reference Solution:

```
%Aufgabe 2
%Berechne händisch die Variable lambda und setze N_NULL, t und lambda in die Variablen
ein.
N_NULL = 12000000;
t = 10;
%Lambda bitte mit 5 Kommastellen angeben
lambda = 0.01489;
%
format long g
N_t = N_NULL*exp(lambda*t);
disp(['In 10 Jahren werden ',num2str(round(N_t)),' Menschen in diesem Land leben!']);
%Aufgabe 3
N_t_neu = 15000000;
%Formel für exponentielles Wachstum umgeformt auf t = .
%log(x) ist in Matlab ln; die Matlabfunktion log10(x) ist der Logarithmus mit der Basis
10
t = log(N_t_neu/N_NULL)/lambda;
disp(['In ',num2str(round(t)),' Jahren werden 15 Millionen Menschen in diesem Land
leben!']);
```

Lektion 5:

5.1 Differenzieren

Berechne die Ableitung der Funktion (1/3)*x.^3 - 2*x.^2 +3*x händisch.

Gib die abgeleitete Funktion im Programm an und vergleiche diese mit der Stammfunktion.

Reference Solution:

```
%Differenzieren
x = 0:0.001:5;
f = (1/3)*x.^3 - 2*x.^2 +3*x;
ableitung = x.^2 - 4*x + 3;
plot(x,f);
grid on
hold on
plot(x, ableitung,'r');
hold on
f1 = 0;
hold on
plot(x, f1, 'k');
a=get(gca,'YLim');
set(gca,'XLim',[1 4]); %festlegen der Grenzen der Grafik
set(gca,'YLim',a);
```

5.2 Berechnung von Ableitung und Steigung

Berechne die Ableitung der Funktion f(x) = -0.5*x.^3+3*x-5 und definiere die Variable "ableitung" als diese.

Gib die Stammfunktion der Ableitung im Programm als "f" an.

Berechne die Steigung der Funktion an der Stelle 2.

Kontrolliere die berechnete Steigung, indem du bei "Punkt=" den Wert 2 angibst.

Reference Solution:

```
%Differenzieren
syms x clear;
syms f clear;
%Gib die Funktion aus der Angabe an
f= -0.5*x.^3+3*x-5;
%Gib hier den Punkt an der die Steigung berechnet werden soll an.
punkt = 2;
%Gib die Ableitung der Funktion an
ableitung = -0.5*3*x.^2+3;
ableitung_a = diff(f,x);
steigung = subs(ableitung_a,punkt)
dy=diff(f)./diff(x);
fplot(x,f);
hold on;
fplot(x, dy,'r');
hl=legend('f(x)','f''(x)');
set(hl,'FontSize',20);
Ticks = -5:1:5;
set(gca, 'XTickMode', 'manual', 'XTick', Ticks, 'xlim', [-5,5]);
```

Lektion 6:

6.1 Berechnung eines bestimmten Integrals

Berechne das bestimmte Integral der Funktion f(x)= x*log(1+x) zwischen den Grenzen 0 und 1.

Das Integral einer Funktion wird in Matlab mit dem Befehl "int" berechnet. Als Parameter im Befehl int werden die Funktion und die beiden Grenzen angegeben. z.B. int(funktion,2,3) oder int(funktion,von,bis).

Reference Solution:

```
syms x clear;
%Gib die Funktion und die Grenzen an
f = x*log(1+x);
untere_Grenze = 0;
obere_Grenze = 1;
%Um das Integral berechnen zu können verwenden wir den Befehl "int(funktion,von,bis)"
integral = int(f,untere_Grenze,obere_Grenze);
integral = double(integral);
disp(['Das Integral der Funktion x*log(1+x) beträgt ',num2str(integral)]);
x1=0:0.02:1;
f1 = x1.*log(1+x1);
plot(x1,f1);
```

6.2 Berechnung eines unbestimmten Integrals

Berechne das unbestimmte Integral der Funktion f(x)= x*log(x).

Verwende zur Berechnung die Matlabfunktion int(funktion). Um ein unbestimmten Integral berechnen zu können gibt man als Parameter der Funktion keine Grenzen an.

Reference Solution:

```
syms x clear;
%%
%Gib die Funktion aus der Angabe an
f = x*log(x);
%%Berechne das Integral mit der matlab-Funktion int(funktion).
integral = int(f);
integral
```

Lektion 7:

7.1 Vektoren als Seiten eines Dreiecks

Die Punkte (-1/1), (5/2) und (7/7) sind die Eckpunkte eines Dreiecks.

Berechne die Länge der Seiten a, b und c des Dreiecks.

Die Seite a ist vom ersten und zum zweiten Punkt, die Seite b ist vom zweiten zum dritten Punkt und die Seite c vom dritten zum ersten Punkt.

Reference Solution:

```
%Berechne die Länge der Seiten von dem Dreieck
%Gib die Koordinaten der Vektoren zwischen den Klammern ein. z.B. [1 -2]
vektor1 = [-1,1];
vektor2 = [5,2];
vektor3 = [7,7];
%%
%Wie berechne ich die Koordinaten für die Strecke a?
%Berechne a mit den Punkten/Vektoren aus der Angabe, gib dazu die Formel für a an
%Strecke a ist die Strecke von vektor1 zu vektor2
a = vektor2 - vektor1;
laengeA = sqrt(a(1)^2 +a(2)^2);
disp(['Länge der Seite a ist ' num2str(round(laengeA))]);
%Strecke b ist die Strecke von vektor2 zu vektor3
b = vektor3 - vektor2;
laengeB = sqrt(b(1)^2 +b(2)^2);
disp(['Länge der Seite b ist ' num2str(round(laengeB))]);
%Strecke c ist die Strecke von vektor3 zu vektor1
c = vektor1 - vektor3;
laengeC = sqrt(c(1)^2 +c(2)^2);
disp(['Länge der Seite c ist ' num2str(round(laengeC))]);
```

7.2 Berechnung eines Punktes im Koordinatensystem

Gegeben ist der Punkt A = (0,-1,2) und der Richtungsvektor von A nach B ist AB = (3,3,3). Berechne die Koordinaten des Punktes B.

Tipp: Den Vektor AB erhälst du, indem du B - A berechnest.

Reference Solution:

```
%Koordinaten von Punkt A eintragen
A = [0,-1,2];
%Koordinatenvektor der Strecke AB eintragen
AB = [3,3,3];
```

```
%Mit Hilfe der Formel Punkt B berechnen
B = A + AB;
```

Lektion 8:

8.1 Berechnung der Preise

Daniel geht in den Supermarkt und kauft sich 6 Dosen Cola und

4 Packungen Chips. Er bezahlt dafür 7,80€.

Michael geht in denselben Supermarkt und kauft sich 2 Dosen Cola

und 3 Wurstsemmeln. Er bezahlt dafür 6,10€.

Thomas geht ebenfalls in diesen Supermarkt und kauft 3

Dosen Cola, 2 Packungen Chips und 4 Wurstsemmeln.

Er bezahlt dafür 10,70€.

Berechne die Preise für eine Dose Cola, eine Packung Chips und einer Wurstsemmel mithilfe einer Matrix. In die Matrix kommt die Stückanzahl der jeweiligen Produkte. In den Vektor b kommt die Summe der Rechnung.

Reference Solution:

```
%% Trage die Gleichungssysteme aus der Angabe in die Matrix ein
Matrix = [6,4,0;2,0,3;3,2,4];
b = [7.8;6.1;10.7]; %Trage die Ergebnisse der Gleichungen zwischen den Strichpunkten in
den Klammern ein, eine Kommazahl wird mit . geschrieben also z.B. 1.2
%%
x = inv(Matrix)*b;
cola = x(1);
chips = x(2);
wurstsemmel = x(3);
disp(['Der Preis für ein Cola ist ',num2str(cola), ' Euro!']);
disp(['Der Preis für eine Packung Chips ist ',num2str(chips), ' Euro!']);
disp(['Der Preis für ein Wurstsemmel ist ',num2str(wurstsemmel), ' Euro!']);
%Für die Überprüfung
matrix = Matrix(1,2);
```

8.2 Sonderaktion der Buchhandlung

Eine Buchhandlung bietet vor den Ferien eine Sonderaktion an:

3 Pakete Taschenbücher zur Urlaubslektüre.

1. Im 1. Paket sind 3 Krimis, 3 Science Fiktion Bücher und 5 Abenteuerromane
2. Im 2. Paket sind 4 Krimis, 3 Science Fiktion Bücher und 2 Abenteuerromane
3. Im 3. Paket sind 5 Krimis, 2 Science Fiktion Bücher und 3 Abenteuerromane

Mit der Aktion soll das Lager geräumt werden. Es sind noch 2580 Krimis, 1770 Science Fiktion Bücher und 2080 Abenteuerromane vorhanden.

Wie viele Pakete jeder Sorte können zusammen gestellt werden?

Reference Solution:

```
%Trage die jeweiligen Zahlen in die Matrix ein
%Tipp: x ist Paket1, y ist Paket2, z ist Paket3
Matrix = [3,4,5;3,3,2;5,2,3];
%Trage in den Vektor B die Ergebnisse zwischen den Strichpunkten der Gleichung Matrix*x =
b ein
b = [2580;1770;2080];
%%
x = inv(Matrix)*b;
disp(['Es können ',num2str(x(1)), ' Pakete der ersten Sorte, ',num2str(x(2)), ' Pakete
der 2. Sorte und ', num2str(x(3)),' Pakete der 3. Sorte zusammengestellt werden!']);
```

8.3 Inverse Matrix

Berechne die inverse Matrix von

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 4 \\ 4 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

Verwende zur Berechnung entweder die Funktion für die inverse Matrix oder berechne die Inverse selbstständig und füge diese im Programm ein.

Reference Solution:

```
%Matrix A aus der Angabe
A = [3,1,3;3,1,4;4,1,3];
%Berechne die Inverse Matrix entweder mit der Hand und setze sie darunter ein oder
vewende die Matlabfunktion für inverse Matrizen
inverse_Matrix = inv(A);
```

8.4 Berechnung Alter

Alberto ist 5 Jahre älter als seine Schwester Selina. In 20 Jahren ist er doppelt so alt wie Selina heute ist.

Wie alt sind die beiden heute?

Stelle zwei Gleichungen aus der Angabe auf und trage die Koeffizienten in die Matrix ein. Trage die Ergebnisse der Gleichungen in b ein.

Reference Solution:

```
%Stelle zwei Gleichungen aus der Angabe auf und trage die Koeffizienten in die Matrix
ein.
%Trage die Ergebnisse der Gleichungen in b ein.
Matrix = [1,-1;1,-2];
b = [5;-20];
ergebnis = inv(Matrix)*b
alter_alberto = ergebnis(1)
alter_selina = ergebnis(2)
disp(['Alberto ist ', num2str(alter_alberto),' Jahre alt und Selina ist ',
num2str(alter_selina),' Jahre alt!']);
```