



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Flipped Classroom im Mathematikunterricht an einer HTL

Verfasst von / submitted by

Dipl.Ing.ⁱⁿ Miriam Zidek

Angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2020 / Vienna, 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 406 884

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Mathematik und
UF Informatik

Betreuer / Supervisor:

Doz. Dr. Franz Embacher

Mitbetreut von / Co – Supervisor:

Dr. Andreas Ulovec

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich einigen Menschen meinen herzlichen Dank aussprechen:

Zunächst meiner Familie, allen voran Niki und Tobi – ihr habt mich stets inspiriert weiter zu machen. Danke für eure Liebe!

Meinem Freundeskreis für die Unterstützung und den Beistand in all den Jahren!

Den vielen Wegbegleitern für all die Diskussionen, Anregungen, Ideen und Niederlagen.

Meinen Studienkolleginnen und -kollegen dafür danke, dass wir so vieles gemeinsam geschafft, unzählige Übungen und Prüfungen durchgestanden haben und über all die Jahre eine echte Freundschaft aufgebaut haben.

Meinen Arbeitskollegen für den Informationsaustausch und dafür, dass wir auch bei der Arbeit den Humor noch nicht verloren haben.

Meinen Vorgesetzten für ihre Unterstützung und ihr Vertrauen.

Meinen Betreuern dieser vorliegenden Arbeit danke ich ganz herzlich für ihre Unterstützung!

Andreas, danke für deine Ausdauer und deine inspirierenden Ideen, die sehr zur Themenfindung und dem Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Bei Prof. Dr. Embacher möchte ich mich dafür bedanken, dass er die Betreuung trotz der Kurzfristigkeit übernommen hat!

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	7
2 Grundlagen des Flipped Classroom Konzepts.....	9
2.1 Die Entstehung des Flipped Classrooms	9
2.2 Das „Flipped Classroom Modell“	11
2.3 Vorteile des Flipped Classrooms	13
2.3.1 Individuelles Lerntempo	13
2.3.2 Versäumte Unterrichtsstunden nachholen.....	13
2.3.3 Vertiefung des Wissens	14
2.3.4 Wiederverwendbarkeit	14
2.3.5 Lehrer – Schüler – Beziehung wird verstärkt.....	15
2.3.6 Schüler – Schüler – Beziehungen werden verstärkt.....	15
2.3.7 Flippen erlaubt echte Differenzierung	15
2.4 Herausforderungen des Flipped Classrooms.....	16
2.4.1 Fehlende technische Ausstattung.....	16
2.4.2 Videos werden nicht geschaut.....	16
2.4.3 Selbständigkeit übersteigt die persönlichen Kompetenzen	18
2.5 Weiterentwicklungen des Flipped Classrooms	18
2.5.1 Flipped – Mastery Program oder Flipped Learning.....	18
2.5.2 In-Class Flip.....	19
2.6 Kriterien für gute Erklärvideos.....	20
2.6.1 9 Eigenschaften eines guten Lernvideos nach Bergmann/Sams	20
2.6.2 Gestaltungskriterien für Lernvideos nach Brandhofer	22
2.7 Flipped Classroom im Mathematikunterricht.....	24
2.7.1 Im Bereich der NMS: Phil Stangl, NMS Radstadt:	25
2.7.2 Im Bereich der AHS: Mone Denninger, AHS MAGRG XII Ergasse	25
2.7.3 Im Bereich der BMHS: Stefanie Schallert, BHAK Wien 11	26
3 Praktische Umsetzung	27
3.1 Lehrplanbezug	27
3.1.1 Studentafel.....	27
3.1.2 Lehrplan für den dritten Jahrgang.....	28
3.2 Semesterplanung auf Wochenbasis	29

4	Folgen und Reihen	31
	Übersicht über die Themengebiete der Präsenzeinheiten	31
4.1	Präsenzeinheit 1	33
4.2	Präsenzeinheit 2	35
4.3	Präsenzeinheit 3	37
4.4	Präsenzeinheit 4	39
4.5	Präsenzeinheit 5	41
4.6	Präsenzeinheit 6	42
4.7	Präsenzeinheit 7	44
4.8	Präsenzeinheit 8	46
4.9	Präsenzeinheit 9	48
4.10	Präsenzeinheit 10 (Teil I)	50
4.10	Präsenzeinheit 10 (Teil II)	52
4.11	Präsenzeinheit 11	54
4.12	Präsenzeinheit 12	56
5	Funktionsanalyse	58
	Übersicht über die Themengebiete der Präsenzeinheiten	58
5.1	Präsenzeinheit 13	59
5.2	Präsenzeinheit 14	61
5.3	Präsenzeinheit 15	63
5.4	Präsenzeinheit 16	65
5.5	Präsenzeinheit 17	67
6	Umsetzung	69
6.1	Zeitlicher Ablauf	69
6.1	Erfahrungsbericht.....	71
6.2	Lessons learned.....	77
7	Quellenverzeichnis	78
	Videoverzeichnis.....	78
	Literaturverzeichnis	85
	Onlinequellen	87
	Abbildungsverzeichnis.....	88
	Zusammenfassung	89
	Abstract	90

1 Einleitung

Während der Vorbereitung auf den Mathematikunterricht für eine 3. Klasse HTL, Fachrichtung Wirtschaftsingenieurwesen stieß ich erstmals auf die Möglichkeit, Online-Erklärvideos derart einzusetzen, dass sich die Schülerinnen und Schüler mithilfe der Videos bereits daheim aktiv auf die nächste Unterrichtsstunde vorbereiten und sich so selbständig die Erklärung der Theorie für die nächste Präsenzeinheit aneignen. Im Rahmen der Auseinandersetzung mit der Thematik war bald klar, dass diese Unterrichtsmethode bereits einen Namen hatte: Flipped classroom oder inverted classroom model.

Aus meiner eigenen Schul- und Studienzeit, die ich in noch im letzten Jahrtausend beendet hatte, waren mir lediglich alle unterschiedlichen Formen von Frontalunterricht bekannt. Erst durch den Einzug der heute nicht mehr wegzudenkenden Technik aus unserem Leben, wie Smartphones, Laptops, Internet, etc. eröffneten sich die Möglichkeiten, die diesem Konzept zugrunde liegen. Das einfache Erstellen von theoretischen Erklärvideos und die Möglichkeit der raschen Verbreitung derselben über entsprechende Plattformen, sodass damit eine breite Masse erreicht werden kann.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werde ich im ersten Teil die theoretischen Grundlagen dieser Unterrichtsmethode anführen und mich im Anschluss daran mit dem Einsatz von bereits im Internet verfügbaren Online-Erklärvideos für die Vorbereitung meines Unterrichts beschäftigen. Nachdem klar war, welches Themengebiet ich damit abdecken wollte, suchte ich nach entsprechenden Kriterien jene Videos heraus, die mir dafür am besten geeignet erschienen. Wichtig war mir dabei, dass die Länge der Videos 10 – 15 Minuten nicht überstiegen, da Schüler einer 3. Klasse HTL bereits 38 Wochenstunden Unterricht in der Schule haben und sich die Zeit, die sie für Hausübungen zur Verfügung haben, in Grenzen hält.

Der große Vorteil, den ich in diesem Konzept sah, war die Idee, dass Schülerinnen und Schüler sich mittels der Videos auf die Thematik der nächsten Unterrichtsstunde vorbereiten sollten und ich dann die Zeit im Unterricht dazu verwenden konnte, zunächst alle offenen Fragen zu klären und in Folge viele Übungsbeispiele unterschiedlichen Schwierigkeitsrads zu rechnen. Im Gegensatz dazu wird im klassischen Frontalunterricht zunächst die Theorie vorgetragen und dann Beispiele dazu gerechnet. Beginnend mit den einfacheren Aufgaben bleibt oft zu wenig Zeit für herausfordernde Aufgabenstellungen und nicht selten bleiben die schwierigsten für die Hausübungen übrig, die dann wiederum von den Lernenden nicht gelöst werden können.

Im zweiten Teil der Arbeit findet sich detaillierte Ausarbeitung des Unterrichts für die ersten acht Schulwochen nach der Flipped Classroom Methode. Nach dieser Zeit stand die 1. Schularbeit am Programm. Ein Zeitpunkt, zu dem ich den Ablauf und die dabei gesammelten Erfahrungen kritisch durchleuchten und ein Resümee ziehen wollte.

2 Grundlagen des Flipped Classroom Konzepts

2.1 Die Entstehung des Flipped Classrooms

J. W. Baker prägte Mitte der 1990er- Jahre den Begriff des „Classroom Flip“.¹ Motiviert durch neue Ansätze in der Lehre, die die Studenten als aktive Entdecker des Wissens bezeichneten und der rapiden Entwicklung immer neuerer Technologien, im Speziellen von webbasierten Lernplattformen, begann er, seinen Studentinnen und Studenten die Präsentationen für seine Vorlesungen online zur Verfügung zu stellen. Er sprach dabei von einer Änderung des „*educational models*“, das sich seiner Ansicht nach vom „*instructor model*“ zum „*lerner model*“ entwickelte.

Mit seinem Modell wollte er folgende Ziele erreichen:

- Reduktion der Zeit für Vorträge und Vorlesungen hin zu aktiven Lernumgebungen, in der Studierende mehr Kontrolle über ihre eigenes Lernen erhalten.
- Fokussierung auf Verstehen und Anwenden anstelle von Wiedergabe von auswendig gelernten Inhalten.
- Den Studierenden mehr Eigenverantwortung für ihr Lernen vermitteln.
- Den Studierenden mehr Möglichkeiten eröffnen, von ihren Kommilitonen zu lernen.

Baker beschrieb den classroom flip folgendermaßen:

- Vorlesungsmaterialien sollten den Studierenden über eine Lernplattform zur Verfügung gestellt werden.
- Ebenfalls online zur Verfügung stehende Diskussionsforen, in denen über unterschiedliche threads Diskussionen initiiert werden und von Studienkolleginnen und -kollegen Kommentare dazu verfasst werden konnten.
- Lehrende konnten auf der Lernplattform sofort Tests (Quizzes) zusammenstellen und Inhalte der online verfügbaren Unterlagen abfragen, um sicher zu stellen, dass Studierende sie auch bearbeitet hatten.

Durch das Konzept, dass Inhalte bereits vorab durchgearbeitet werden mussten, änderte sich auch der Ablauf der Stunden im Klassenzimmer, da nun weitaus mehr Zeit für aktives Lernen verblieb.

¹ vgl. Baker (2000), S. 9-17

Baker beschrieb diesen neuen Ansatz mit Hilfe von vier eng damit verbundenen Verben:

- **Klären:** starte, indem du die Fragen der Studierenden zu den Unterlagen klärst.
- **Erweitern:** ermutige Studierende ihre eigenen Erfahrungen und Ideen zu diesem Thema einzubringen.
- **Anwenden:** nutze die Zeit, damit sich Studierende mit dem Verstehen und Anwenden des Wissens beschäftigen. Mit diesem Modell verbleibt dafür weitaus mehr Zeit als beim klassischen Unterrichten.
- **Trainieren:** schaffe Raum für Gruppenarbeiten zum Trainieren des Wissens.

Um die Vorgangsweise zu evaluieren, führte Baker am Ende Umfragen durch. Es zeigte sich, dass die Studierenden das Konzept sehr positiv angenommen hatten. Sie hoben vor allem die Zeit für das Zusammenarbeiten mit Studienkolleginnen und -kollegen hervor, führten an, dass sie sich ermutigt fühlten, kritisch zu denken und sie fanden, dass jeder einzelne mehr Aufmerksamkeit erhielt.

Mit seiner Methode des classroom flips erreichte Baker sein Ziel „*From sage on the stage to the guide by the side!*“²

Die Bezeichnung des „Flipped Classrooms“ geht auf die beiden High School Lehrer Jonathan Bergmann und Aaron Sams zurück.³ Diese begannen ihren Unterricht auf Video aufzeichnen, da sie sich immer wieder mit Schülerinnen und Schülern konfrontiert sahen, die aus unterschiedlichen Gründen (seien es Sportwettkämpfe, Politisches Engagement oder ähnliche zeitraubende Tätigkeiten) unzählige Stunden des tatsächlichen Unterrichts versäumten oder den Vorträgen nicht folgen konnten, weil er ihnen zu schnell voranschritt und sie daran scheiterten, zuzuhören, mitzudenken, sich gleichzeitig Notizen zu machen und womöglich noch Fragen zu formulieren.

Schon bald erkannten die beiden, dass Ihre Videos nicht nur von den abwesenden Studentinnen und Studenten genutzt wurden, sondern auch von jenen, die während des Unterrichts das eine oder andere Detail nicht verstanden hatten oder sich einfach nochmals besser mit der Thematik auseinandersetzen wollten. Und da sie ihre Videos online posteten, begannen sogar Kolleginnen und Kollegen von anderen Institutionen ihre Materialien anzusehen und ihren eigenen Studierenden weiter zu empfehlen.⁴

² Baker (2000), S. 9

³ vgl. Bergmann, Sams (2012), S. 1.

⁴ vgl. Bergmann, Sams (2012), S. 3.

Ein erster Schritt Richtung Flipped classroom war getan, hinter diesem Konzept steckt jedoch nicht nur das Aufnehmen und online zur Verfügung stellen von Unterrichtslektionen. Unterricht zu flippen – das heißt umzudrehen oder auf den Kopf zu stellen, bedeutet weitaus mehr: zum Flipped Classroom gehört vor allem die Erkenntnis, bei welchem Teil des Lernprozesses Studierende auf die physische Anwesenheit der Lehrperson verzichten können und wann die Interaktion Studierende – Lehrende absolut unabdingbar ist. Wann benötigen Studierende individuelle Hilfestellungen? Wenn sie die theoretischen Grundlagen gehört haben und dazu Fragen auftreten. Wenn sie zu der bereits erarbeiteten Theorie Beispiele bearbeiten und dort „anstehen“. Dann sollte der Lehrer / die Lehrerin greifbar sein, sodass die individuellen Fragen geklärt werden können.⁵

Bergmann und Sams betonen jedoch, dass sie sich weder als Erfinder noch Eigentümer des Terms „Flipped Classroom“ sehen. Vielmehr sehen sie dieses Modell als Rahmen, der es ihnen ermöglicht, auf die individuellen Bedürfnisse ihrer Studierenden zugeschnitten, d.h. personalisiert zu unterrichten.⁶

2.2 Das „Flipped Classroom Modell“

Das Konzept des Flipped Classrooms ist schnell erklärt: Alles, was bislang in der Schule im Unterricht gelehrt wurde, wird nun als Hausübung per Video erarbeitet. Alles, was traditionellerweise bislang als Hausübung absolviert wurde, wird nun in der Klasse fertiggestellt.⁷

Das halte ich für eine erste rasche Definition, jedoch noch nicht für umfassend. Und auch Bergmann und Sams führen weiter im Detail aus. Die Präsenzphasen beinhalten nicht nur die Übungen, die bislang als Hausübungen gegeben wurde, sondern weitaus mehr. Zunächst gilt es, die Studierenden zu fragen, welche Unklarheiten sich nach der Durchsicht der Videos ergeben haben.⁸ Dabei ist ein ganz wesentlicher Punkt, dass Lehrende nicht den Inhalt des Videos im Schnelldurchlauf wiedergeben, denn das würde das Konzept untergraben. Hierbei geht es nur um tiefgreifende oder weiterführende Frage, um Dinge die eventuell im Video nicht klar herausgekommen sind, oder die zusätzliche Erklärungen nach sich ziehen.

Studierende sollen sich also während sie das Video anschauen, Notizen machen und Fragen notieren, die sich für sie aus dieser Theorie-Einheit ergeben. Diese Fragen

⁵ vgl. Bergmann, Sams (2012), S. 4.

⁶ vgl. Ebd. S. 6.

⁷ vgl. Ebd. S. 13.

⁸ vgl. Ebd. S. 14.

werden dann im Auditorium besprochen und von im besten Fall von Mitschülerinnen und Mitschülern beantwortet. Danach beginnt der Übungsteil in Form von Einzelarbeiten, Gruppenarbeiten, Arbeitsblättern, Laborübungen, etc. ⁹

Durch das Vertauschen der Inhalte aus dem Klassenzimmer nach Haus und umgekehrt ändert sich auch die Rolle der Lehrenden. Sind sie im traditionellen Modell die Präsentatoren der Information, so werden sie im Flipped Classroom Modell zu Tutoren bzw. Beratern. Schülerinnen und Schüler bekommen individuelle Hilfestellung und Antworten auf ihre Fragen. ¹⁰

Buchner und Schmid beschreiben das Flipped Classroom Modell als das Vertauschen der Wissensvermittlungsphase und der Übungsphase. ¹¹ Einerseits können sich Lernende beim Betrachten der Videos ihre eigenen Notizen mit ihren eigenen Worten machen und müssen keine vorgefertigten Definitionen abschreiben. Andererseits stehen während der Übungsphase Spezialistinnen und Spezialisten, nämlich die Lehrpersonen zur Unterstützung zur Verfügung.



Abb. 1: Darstellung Traditioneller Unterricht vs. Flipped Classroom Modell¹²

In meinem Unterricht fordern Schülerinnen und Schüler immer wieder mehr Zeit zum Bearbeiten schwierigerer Beispiele. Im traditionellen Unterricht, in dem ich zunächst die Theorie lehre und danach mit den ersten einfachen Beispielen zu üben beginne, verbleibt für die komplizierteren Aufgaben kaum noch Zeit und ich muss sie in die Hausübung auslagern. Das Ergebnis ist nicht selten jenes, dass die Aufgaben nicht gelöst werden können und somit die Hausübung nicht gebracht werden kann. Das Flipped Classroom Modell schafft hier Abhilfe.

⁹ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 14

¹⁰ Ebd.

¹¹ vgl. Buchner, Schmid (2019). S. 15.

¹² : Washington State University, Center for Teaching and Learning. Abgerufen um 28.12.2019 von <https://www.washington.edu/teaching/topics/engaging-students-in-learning/flipping-the-classroom/>

Traditioneller Unterricht		Flipped Classroom	
Aktivität	Zeit	Aktivität	Zeit
Warm-up	5 min	Warm-up	5 min
Beantwortung von Fragen zur Hausübung – im Extremfall: Hausübungsbeispiel in der Schule rechnen und erklären	20 min	Fragen zum Video	10 min
Neuen Inhalt vermitteln	15 - 20 min	Übungszeit: einfache – schwierige Beispiele, individuell bearbeitet	35 min.
Beispiele dazu	5 – 10 min.		

Abb 2: Gegenüberstellung Arbeitszeit beim traditionellen Unterricht vs. Flipped Classroom Modell¹³

2.3 Vorteile des Flipped Classrooms

2.3.1 Individuelles Lerntempo

Das Erarbeiten der Theorie mittels Online-Videos ermöglicht es den Lernenden, ihr persönliches Tempo in der Erarbeitung der Inhalte zu wählen. Gegenüber traditionellen Vorträgen können Lernende die Videos dann starten, wann sie aufnahmefähig sind, sie können das Video jederzeit stoppen, sich gewisse Sequenzen nochmals ansehen / anhören oder auch Teile überspringen, wenn sie sich darin bereits sicher fühlen.¹⁴ Frontalunterricht findet zu einem festgelegten Zeitpunkt statt, der Vortrag kann zwar durch Fragen, etc. unterbrochen werden, aber er lässt sich ganz sicher nicht zurück oder vorwärts spulen.

„What is best for the students in my classroom?“¹⁵ Flipped Classroom eröffnet die Chance, Studierende individuell zu fördern und zu fordern und somit individualisiert seinem / ihrem Wissensstand entsprechend zu unterrichten.

2.3.2 Versäumte Unterrichtsstunden nachholen

Schülerinnen und Schüler sind grundsätzlich immer selbst dafür verantwortlich, sich bei Kameradinnen und Kameraden zu erkundigen, welchen Stoff sie nachholen müssen, wenn sie durch Krankheit oder andere Gründe Unterrichtsstunden versäumt haben. Das

¹³ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 15. adaptiert

¹⁴ vgl. Buchner, Schmid (2019). S. 16.

¹⁵ Karl Fisch zitiert in Bergmann, Sams (2012). S. viii Foreword by. (2012). Highland Ranch; Colorado

ist grundsätzlich bei beiden Modellen gleich. Jedoch bietet ihm die Methode des Flipped classrooms den Vorteil, dass die Erklärung des Stoffgebietes sowieso in einem Online-Video zur Verfügung gestellt wurde. Lt. Bergmann / Sams war das die initiale Idee für die Entwicklung des Flipped Classrooms. Die beiden sahen sich immer wieder damit konfrontiert, Studierenden Erklärungen über versäumte Lektionen zu erteilen, da an ihrer Highschool sehr viele Lernende durch außerschulisches Engagement – wie zum Beispiel der Teilnahme an Sportwettkämpfen – verhindert waren, den Vorlesungen beizuwohnen.¹⁶

2.3.3 Vertiefung des Wissens

Durch die Auslagerung der reinen Wissensvermittlung verbleibt im Unterricht mehr Zeit zur Vertiefung des Wissens durch aktivierende Übungen oder komplexere Aufgabenstellungen. Beim traditionellen Unterricht verbleibt oft keine Zeit zur Bearbeitung der anspruchsvolleren Beispiele. Sie werden dann oft als Hausaufgabe gestellt – nicht selten fehlen jedoch den Schülerinnen und Schülern Skills um sie zu lösen. Verlagert sich diese Phase in die Präsenzzeit, so können zur Bearbeitung auch Gruppen gebildet werden. „Wichtig dabei ist, dass das Wissen angewandt wird und die Lernenden ihren eigenen Lernprozess auch selbst steuern können.“¹⁷

2.3.4 Wiederverwendbarkeit

Ein großer Vorteil für Lehrende besteht darin, dass nicht in jeder Klasse jedes Jahr dieselben Inhalte mittels Frontalvortrag vermittelt werden müssen. Die Videos können einmal aufgenommen und in weiterer Folge verbessert werden. Stellt man den Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Klassen derselben Schulstufe dieselben Videos zur Verfügung, so kann man auch gewährleisten, dass jede Schülerin / jeder Schüler, die / der die Videos geschaut hat, dieselben Inhalte gehört hat. Für mich noch wichtiger erscheint jedoch die Möglichkeit, dass aufbauend auf bereits vorhandenen Videos und Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler, die Qualität der Videos kontinuierlich verbessert werden kann. Lehrende starten nicht jedes Jahr wieder „bei Null“, sondern können alle Erfahrungen und Rückmeldungen in die Weiterentwicklung und Verbesserung ihrer Videos stecken.

¹⁶ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 3.

¹⁷ Buchner, Schmid (2019). S. 16.

2.3.5 Lehrer – Schüler – Beziehung wird verstärkt

Das Flippen erlaubt den sinnvollen Einsatz von Technologie um die Schüler – Lehrer – Beziehung zu intensivieren. Durch den Umstieg auf die Flipped Classroom Methode soll nicht das Klassenzimmer durch die Technologie ersetzt werden. Vielmehr ergibt sich aus dem Einsatz der Technologie eine Verstärkung und Verbesserung der Schüler – Lehrer – Beziehung.¹⁸ Durch die Möglichkeit, in der Stunde Fragen zu diskutieren, die sich am individuellen Wissensstand des Lernenden orientieren, intensivieren sich die Gespräche zwischen Schülerinnen/Schülern und Lehrenden. Die Lehrperson kann viel exakter auf den jeweiligen Wissensstand des Schülers / der Schülerin eingehen und sich dadurch auch ein viel genaueres Bild darüber machen, was den jeweiligen Lernenden noch an zusätzlicher Erklärung fehlt.

2.3.6 Schüler – Schüler – Beziehungen werden verstärkt

Durch die Methode des Flipped Classrooms werden auch die Beziehungen zwischen den Studierenden intensiviert. Wenn man während der Präsenzphase erkennt, dass mehrere Studierende dieselben Probleme mit einem bestimmten Stoffgebiet haben, so kann man spontan eine kleine Lerngruppe bilden, mit man sich dann gezielt beschäftigt, um dieses Verständnisproblem auszuschalten.¹⁹

2.3.7 Flippen erlaubt echte Differenzierung

Die Herausforderungen in der Lehre betreffen heutzutage oft die unterschiedlichen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler - Von ausgezeichneten Schülerinnen und Schülern über durchschnittlich begabte und engagierte bis hin zu jenen, die sich sehr anstrengen müssen, um gerade noch eine positive Note zu ergattern. Der Vielfalt sind keine Grenzen gesetzt. Als Lehrende sollen wir uns mit jedem einzelnen befassen, die guten bestmöglich fordern und die schwachen so weit fördern, dass sie das Jahr positiv absolvieren können. Durch den Einsatz des Flipped Classrooms ist dieses Ziel erreichbar, da jeder einzelne Schüler bzw. jede einzelne Schülerin besser erreicht werden und beim Auftreten von Schwierigkeiten zeitnah gegengesteuert werden kann. Flippen erlaubt also eine echte Differenzierung und gezielte Interaktion mit einzelnen Schülern.²⁰

¹⁸ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 25.

¹⁹ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 27.

²⁰ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 28.

2.4 Herausforderungen des Flipped Classrooms

Bevor Lehrende über den Einsatz der Methode des Flipped Classrooms nachdenken, sollten sie sich auch über folgende Herausforderungen Gedanken machen und klären, wie sie gegebenenfalls damit umgehen.

2.4.1 Fehlende technische Ausstattung

Schülerinnen und Schüler benötigen für die Erledigung ihrer Hausaufgaben einen Internetzugang und ein für das Abspielen der Videos passendes Gerät. In meinem Fall konnte ich davon ausgehen, dass jede Schülerin / jeder Schüler zumindest ein Handy und einen Laptop mit Internetanschluss besitzt, mit dem sie / er auf die bereit gestellten Videos und die Lernplattform zugreifen kann.

Grundsätzlich muss aber diese Gegebenheit geprüft werden, damit dieses Modell funktioniert. Für jüngere Schülerinnen und Schüler würde ich das Modell unbedingt im Rahmen eines Elternabends vorstellen und auch die Zustimmung einholen, dass den Kindern / Jugendlichen die erforderliche technische Ausstattung zur Verfügung steht.

2.4.2 Videos werden nicht geschaut

Es wird immer wieder Schülerinnen und Schüler geben, die das Video nicht geschaut haben, d.h. die ihre Hausaufgabe nicht gemacht haben. Wie kann die Lehrperson damit umgehen?²¹

Was man lt. Spannagel nicht machen darf:²²

- Das Video zusammenfassen und wiederholen
Fasst der / die Vortragende zu Beginn der Stunde das Video zusammen, so vermittelt er/sie den Schülern, dass sie auch ohne Erledigung der Hausaufgaben dem weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit folgen können, da es zu Beginn eine Zusammenfassung der Inhalte gibt.
- Die Lernenden fragen: Wer hat aller das Video geschaut?
Das vermittelt den Schülerinnen / Schülern, dass die Lehrperson gar nicht davon ausgeht, dass das Video geschaut wurde. Sie macht sich damit selbst und das Konzept unglaublich. Schülerinnen und Schüler erhalten den Eindruck, dass

²¹ Spannagel, C. (2016). Aufgerufen am 29.12.2019.

²² Ebd.

offensichtlich davon ausgegangen wird, dass sie ihre Hausaufgabe gar nicht erledigt haben.

Stattdessen sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Aufzeichnungen herausnehmen und nochmals durchlesen bzw. mit dem Nachbar bemurmeln. Während dieser Phase geht der Vortragende durch und schaut, was vorbereitet wurde. Schülerinnen und Schüler, die keine Aufzeichnungen herausnehmen, sollen konkret darauf angesprochen werden, dass sie nun leider der restlichen Stunde nicht wirklich folgen können.

Nach der Murrephase werden die Fragen zum Video gesammelt und stichwortartig an die Tafel geschrieben. Stehen alle Fragen an der Tafel, so soll man sie lt. Spannagel nochmals durchgehen und priorisieren (wer / wie viele haben dieselbe Frage). Dann wird die erste Frage nochmals vorgelesen und Ideen zur Beantwortung unter den Schülern gesucht. Schülerinnen und Schüler, die sich nicht vorbereitet haben, können mit der Frage nichts anfangen, können mit den Antworten nichts anfangen und erkennen dadurch sehr rasch, dass sie dem weiteren Verlauf dieser Unterrichtseinheit voraussichtlich nicht werden folgen können.

Als Lehrende darf ich nicht davon ausgehen, dass sich die Schülerinnen und Schüler 100%-ig vorbereiten. Genauso wenige erledigen bei konventioneller Lehr-Lernsituationen alle ihre Hausaufgaben. Spannagel empfiehlt, auf das Nicht-Vorbereitet-sein einzugehen, die Nachteile für den weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde aufzuzeigen und den Lernenden dadurch ins Gewissen zu reden.

Buchner und Schmid empfehlen in solchen Situationen:²³:

- Das Video im Unterricht mit Kopfhörern erneut ansehen lassen.
- Vorbereitete Kameraden sollen den betroffenen Schülerinnen und Schülern den Inhalt erklären.
- Start einer Gruppenaktivität. Die nicht vorbereiteten Mitschüler sollen durch ihre Kolleginnen und Kollegen unterstützt werden.

Ich persönlich halte die erste Empfehlung für problematisch:

Schülerinnen und Schüler sehen, dass ihr Versäumnis keine gravierenden Folgen hat. Sie dürfen das Video während des Unterrichts schauen, wodurch sie meines Erachtens aber wiederum andere Teile des Unterrichts versäumen, die sie danach ebenso nachholen müssen.

²³ vgl. Buchner, Schmid (2019). S. 16.

Gruppenaktivitäten und Erklärungen durch Kolleginnen und Kollegen sind aus meiner Sicht sinnvolle Möglichkeiten mit unvorbereiteten Lernenden umzugehen. Ich kann mir gut vorstellen, dass wenn es immer wieder dieselben Mitschüler sind, die sich in Gruppenarbeiten nicht einbringen können, der Druck der Klassen-gemeinschaft erhöht wird und – wenn es schon die Lehrkraft nicht schafft – die „schwarzen Schafe“ dadurch dazu gebracht werden ihre Hausübungen zu machen.

2.4.3 Selbständigkeit übersteigt die persönlichen Kompetenzen

Nicht jeder Schüler / jede Schülerin kann mit dieser Selbständigkeit und Eigenverantwortung gut umgehen. Wenngleich genau dieser Punkt als großer Vorteil hervorsticht, so brauchen manche Jugendliche mehr Kontrolle durch Lehrpersonen, andere möchten sich nicht selbständig an ein Thema heranwagen.

Wenn man sich als Lehrer bzw, Lehrerin mit solchen Problemstellungen konfrontiert sieht, könnte man die Schülerinnen und Schüler zunächst in die Methodik einführen, indem man die ersten Videos im Unterricht gemeinsam ansieht und dann die Erarbeitung bzw. Beantwortung der korrespondierenden Fragen gemeinsam erledigt. Dadurch können einige die ihre Angst abbauen und können erkennen, was von ihnen verlangt wird.

2.5 Weiterentwicklungen des Flipped Classrooms

2.5.1 Flipped – Mastery Program oder Flipped Learning

Bergmann und Sams haben den Flipped Classroom weiterentwickelt und diese Methode als flipped-mastery program bezeichnet. Vereinfacht erklärt geht es dabei darum, dass die Lernenden bereits zu Beginn des Kurses alle Videos online zur Verfügung gestellt bekommen und in ihrem eigenen Tempo diese Inhalte durcharbeiten.²⁴ Buchner und Schmid bezeichnen diese Weiterentwicklung bzw. Abwandlung als Flipped Learning. Studierende erarbeiten sich dabei die Inhalte in ihrem eigenen Tempo und wählen selbständig, wann sie welches Thema bearbeiten wollen.²⁵ Die Idee geht auf die Taxonomie der Lernstufen nach Bloom zurück ²⁶

²⁴ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 33.

²⁵ vgl. Buchner, Schmid (2019). S. 18.

²⁶ vgl. <https://flowwork.rocks/lernstufen-taxonomie-bloom/>. Aufgerufen am 29.12.2019.

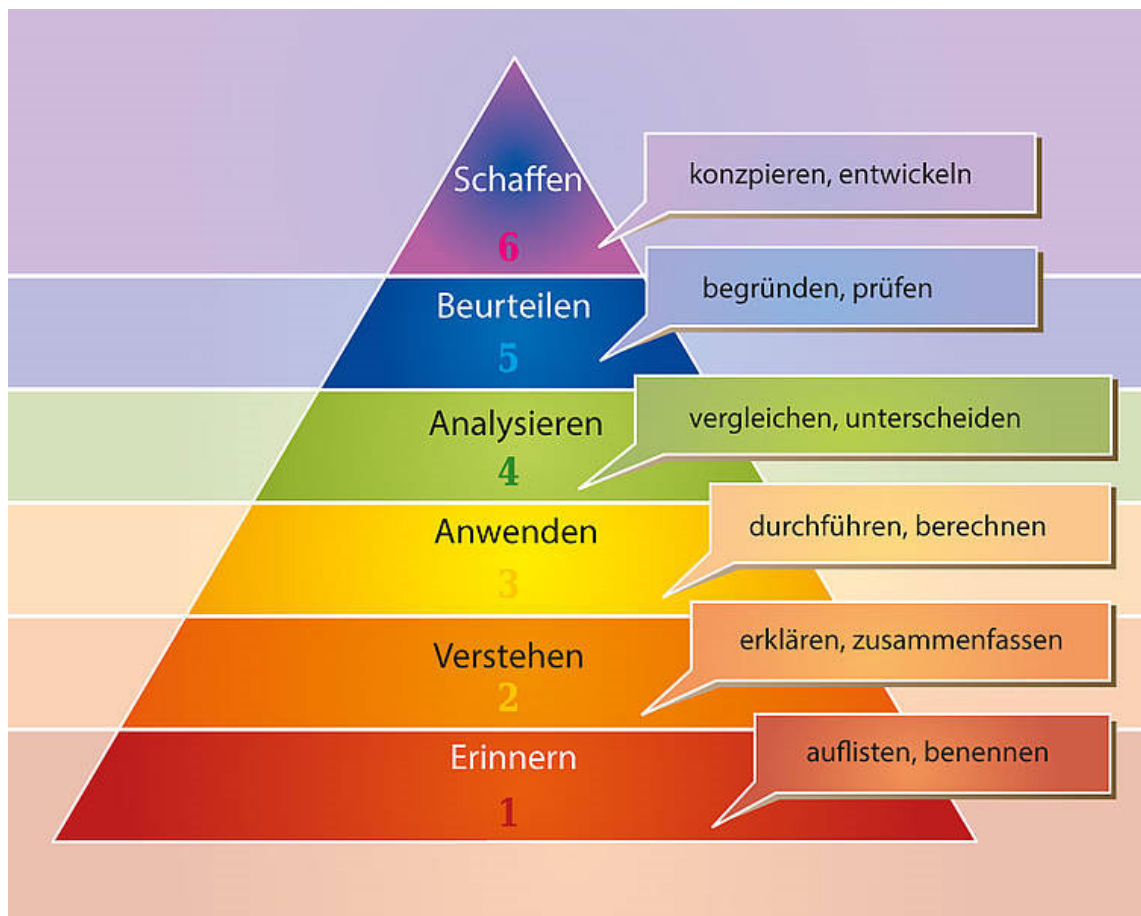


Abb 3: Kognitive Lernziel – Taxonomie nach Benjamin Bloom²⁷

„Studien belegen, dass wenn Mastery-Learning gut implementiert wurde, 80 % der Studierenden die wichtigen Inhalte des Stoffs erlernen können, hingegen beim konventionellen Modell lediglich 20%.“²⁸

Im Gegensatz zum herkömmlichen Flipped Classroom Modell arbeitet jeder Studierender / jede Studierende in seinem / ihrem eigenen Lerntempo an den Zielen, die er /sie sich gesetzt hat. Am Ende müssen alle zeigen, dass sie die gesetzten Ziele erreichen. Wann sie jedoch die einzelnen Videos schauen und Arbeitspakete durcharbeiten bleibt ihnen selbst überlassen.

2.5.2 In-Class Flip

Der In-Class-Flip stellt eine Variante des Flipped Classrooms dar, bei dem die Videos nicht daheim geschaut werden, sondern ebenfalls in der Unterrichtsstunde. Diese Methode scheint speziell in der Einführungsphase des umgedrehten Arbeitens sinnvoll da

²⁷ vgl. <https://www.uni-wuerzburg.de/lehre/lehren/lernziele/>. Aufgerufen am 13.1.2020.

²⁸ Zitiert aus Bergmann, Sams (2012). S. 51.

dadurch die Schülerinnen und Schüler nicht bei der Erarbeitung allein gelassen werden, sondern dies ebenfalls im Klassenverband erledigen können.²⁹

2.6 Kriterien für gute Erklärvideos

Nicht jedes Video ist als Lernvideo geeignet. Bergmann und Sams definieren 9 Eigenschaften, die ein gutes Lernvideo haben sollte.³⁰ Im Anschluss an diese Kategorisierung führe ich noch jene von Brandhofer³¹ an.

2.6.1 9 Eigenschaften eines guten Lernvideos nach Bergmann/Sams³²

1. Halte dich kurz
2. Sprich mit bewegter Stimme
3. Mach deine Videos mit einem zweiten Lehrer
4. Füge Humor hinzu
5. Verschwende nicht die Zeit deiner Studierenden
6. Füge deiner Slide-Show Anmerkungen hinzu
7. Füge Textboxen hinzu
8. Verwende Zoom-in und Zoom-out
9. Beachte Copyright – Bestimmungen

2.6.1.1 Halte dich kurz

Ein gutes Video sollte nur ein einziges Thema behandeln und maximal 15 Minuten, besser jedoch nur 10 Minuten dauern. Beschränke dich tatsächlich auf nur ein einziges Thema und versuche dieses in 10 Minuten umfassend zu erklären.³³

2.6.1.2 Sprich mit bewegter Stimme

Zur visuellen Präsentation stehen dir unterschiedliche Applikationen zur Verfügung. Achte bei der Vertonung darauf, dass deine Stimme nicht eintönig wird, füge Höhen und Tiefen hinzu, variiere die Lautstärke,³⁴ ... Sorge dafür, dass deine Zuhörer nicht einschlafen!

²⁹ vgl. Buchner, Schmid (2019). S. 20.

³⁰ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 44-47

³¹ vgl. Brandhofer in Buchner, Schmid (2019). S. 31-44.

³² Zitiert nach Bergmann, Sams (2012). S. 44f.

³³ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 44.

³⁴ Ebd.

2.6.1.3 *Mach deine Videos mit einem zweiten Lehrer*

Eine zweite Stimme, eine zweite Meinung, eine Konversation zwischen zwei Personen lockert solch ein Video ungemein auf. Zum Beispiel könntet ihr die Aufgabenverteilung innerhalb des Videos auch teilen: Einer ist für die sachliche Erklärung des Inhalts zuständig, der andere liefert dazu passende Beispiele. Hier sind deiner Phantasie keine Grenzen gesetzt!³⁵

2.6.1.4 *Füge Humor hinzu*

Sei locker und erlaube dir ab und zu auch einen Witz. Auch wenn das nicht deine eigentliche Aufgabe deiner Videos ist, so kannst du damit den Inhalt auflockern. Auch wenn nicht alle Zuseher deinen Witz mögen, wenn du ihn immer zu Beginn des Videos positionierst, dann können alle „Humorlosen“ gleich vorwärts „spulen“.³⁶

2.6.1.5 *Verschwende nicht die Zeit deiner Studierenden*

Lass dich nicht dazu verleiten, zu viel Humor oder genauer gesagt Schwachsinn in deine Videos einzubauen. Das Hauptziel ist die Vermittlung von Wissen, dass deine Studierenden am Ende des Videos verstanden haben sollen. Schweife nicht zu sehr ab. Die Zeit deiner Schülerinnen und Schüler ist auch kostbar!³⁷

2.6.1.6 *Füge deiner Slide-Show Anmerkungen hinzu*

Wenn du eine Slideshow als Grundlage für dein Video wählst, dann füge während der Erstellung oder bei der Nachbearbeitung handschriftliche Anmerkungen hinzu. Diese lockern grundsätzlich jede Präsentation auf. Gerade beim Erstellen von Mathematik-Videos können etliche Teile handschriftlich sein. Wir sind bei Rechnungen und Formeln eher an ein handschriftliches Bild gewöhnt. Die Handschrift sollte jedoch gut lesbar sein!³⁸

2.6.1.7 *Füge Textboxen hinzu*

Bergmann und Sams empfehlen eine überschaubare Anzahl an nachträglich eingefügten Textboxen, um den Sacherhalt noch näher zu erläutern. Diese Textboxen sollten für eine gewisse Zeit am Bildschirm auftauchen und danach wieder verschwinden. Sie

³⁵ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 45.

³⁶ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 46.

³⁷ Ebd.

³⁸ Ebd.

könnten z. B. verwendet werden, um die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Stelle in der Präsentation zu ziehen oder um gewisse Schritte im Ablauf hervorzuheben.³⁹

2.6.1.8 Verwende Zoom-in und Zoom-out

Durch die nachträgliche Bearbeitung mit Zoom-in und Zoom-Out kann man die Aufmerksamkeit der Zuhörer auf bestimmte Stellen in der Präsentation lenken. Einerseits ergibt sich dadurch Bewegung im Bild, andererseits kann man dadurch den Fokus der Studierenden gut einfangen.⁴⁰

2.6.1.9 Beachte Copyright – Bestimmungen

Setze dich mit den geltenden Copyright-Bestimmungen auseinander. Deine Videos werden online verfügbar sein. Lass dich beraten und halte alle für dich gültigen Bestimmungen ein.⁴¹

2.6.2 Gestaltungskriterien für Lernvideos nach Brandhofer⁴²

1. Sprechen und Veranschaulichen
2. Markieren, Unterstreichen, Hervorheben
3. Auf Ablenkung verzichten
4. Keep it short!
5. Strukturieren
6. Eine Geschichte erzählen
7. Zum Zielpublikum sprechen
8. Den Lernraum erweitern

2.6.2.1 Sprechen und Veranschaulichen

„Um die optimale Verarbeitung der dargestellten Inhalte zu gewährleisten, gilt es sich an der kognitiven Theorie des multimedialen Lernens zu orientieren.“⁴³ „Die wichtigste Erkenntnis fußt auf dem Multimedia – Prinzip. Das besagt, dass die Kombination aus Bild und Text zu einem besseren Lernergebnis führt.“⁴⁴

³⁹ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 46.

⁴⁰ vgl. Bergmann, Sams (2012). S. 47.

⁴¹ Ebd.

⁴² vgl. Brandhofer in Buchner, Schmid (2019). S. 33-36.

⁴³ Brandhofer in Buchner, Schmid (2019). S. 33.

⁴⁴ Ebd.

2.6.2.2 *Markieren, Unterstreichen, Hervorheben*

Jeder hat sicherlich schon davon gehört, dass man wichtige Passagen in Texten mit einem Marker hervorheben soll, um sie sich besser zu merken. Auch in Lernvideos sollte man wichtige Textstellen markieren oder farblich kennzeichnen.⁴⁵

2.6.2.3 *Auf Ablenkung verzichten*

Lernvideos wollen grundsätzlich den Inhalt vermitteln und nicht unterhalten. Verzichten Sie daher auf alle störenden Einflüsse, wie z.B. Hintergrundmusik oder Ähnliches.⁴⁶

2.6.2.4 *Keep it short!*

Brandhofer empfiehlt sogar noch kürzere Sequenzen als Bergmann und Sams. Er sieht ein -minütiges Video als Obergrenze. Er geht sogar explizit darauf ein, dass er mehrere Videos zu einem Thema empfiehlt, die zusammen maximal 6 Minuten dauern, da aus seiner Sicht das Klicken durch die Studierenden eine Aktivierung darstellen und daher wieder die Aufmerksamkeit erhöhen.⁴⁷

2.6.2.5 *Strukturieren*

Die zu vermittelnden Inhalte sollen in kleinere Häppchen gegliedert werden. Untersuchungen haben ergeben, dass die Unterteilung in kleine Abschnitte lernwirksamer verarbeitet werden können als unsegmentierte multimediale Präsentationen.⁴⁸

2.6.2.6 *Eine Geschichte erzählen*

Brandhofer empfiehlt die zu vermittelnde Informationen in eine Geschichte zu verpacken. Beispielsweise könnte ein Charakter erfunden werden, der die sich ihm stellenden mathematischen Probleme detektivisch lösen muss. Die Zuhörer identifizieren sich mit dieser Hauptfigur, was sich positiv auf die Entwicklung mathematischer Fertigkeiten und Fähigkeiten auswirken kann.⁴⁹

2.6.2.7 *Zum Zielpublikum sprechen*

Sprechen Sie Ihr Publikum direkt mit du oder ihr an.⁵⁰

⁴⁵ vgl. Brandofer in Buchner, Schmid (2019). S. 34.

⁴⁶ Ebd.

⁴⁷ vgl. Brandofer in Buchner, Schmid (2019). S. 35.

⁴⁸ Ebd.

⁴⁹ Ebd.

⁵⁰ Ebd.

2.6.2.8 Den Lernraum erweitern

Entführen Sie Ihre Zuhörer an einen anderen Ort der Welt oder des Universums, wenn es gut in ihre Story passt. Verwenden sie extreme Vergrößerungen oder Slow – Motion, um gewisse Sequenzen Ihres Videos darzustellen.⁵¹ Auch hier gilt: Lassen Sie ihrer Phantasie freien Lauf und schränken Sie Ihre Kreativität nicht allzu sehr ein!

2.7 Flipped Classroom im Mathematikunterricht

Gerade der Mathematik-Unterricht eignet sich aus meiner Sicht ausgezeichnet für den Einsatz des Flipped Classroom Konzepts.

In meinen Mathematik-Stunden – wenn es sich nicht gerade um reine Übungsstunden handelt – steht zu Beginn immer ein Theorie-Block am Programm. Dieser dauert meist 10 – 15 Minuten. Danach wird anhand der ersten Beispiele aus dem Schulbuch oder der Beispielsammlung Aufgaben ausgewählt, die von mir oder Schülerinnen bzw. Schülern an der Tafel zu rechnen sind. Manchmal gibt es auch Arbeitsaufträge für die verbleibende Stunde und die Schülerinnen und Schüler müssen die geforderten Beispiele eigenständig lösen.

Lagere ich den Theorieblock wie im Flipped Classroom vorgesehen aus der Unterrichtsstunde aus und lasse den Stoff mittels Videos von den Schülerinnen und Schülern selbst erarbeiten, so löse ich aus meiner Sicht dadurch mehrere Probleme:

- Die Schülerinnen und Schüler können ihre Hausaufgabe lösen, da diese aus dem Ansehen des Videos, dem Verfassen der Zusammenfassung und eventuell einiger Begleitaufgaben besteht.
- Die komplexeren (schwierigeren) Beispiele können somit in der Präsenzphase – sprich in der nächsten Unterrichtsstunde – in Gruppen oder im Plenum gelöst werden.
- Vermehrt auftretende Fragen können entweder von Mitschülerinnen oder Mitschülern oder von der Lehrperson beantwortet werden.
- Während der Unterrichtsstunde verbleibt mehr Zeit, um sich mit den Lernenden zu beschäftigen. Differenzierung bzw. Individualisierung wird dadurch viel leichter umsetzbar.

⁵¹ Ebd.

In Buchner, Schmid haben drei Mathematiklehrer / -innen unterschiedlicher Schulformen ihre Herangehensweise und Erfahrungsberichte mit dem Flipped Classroom beschrieben. Diese möchte ich hier kurz zusammenfassen.

2.7.1 Im Bereich der NMS: Phil Stangl, NMS Radstadt: ⁵²

Stangl arbeitet schon seit 2015/16 mit dieser Methode, räumt jedoch ein, dass er sie nicht in jeder seiner Stunden anwendet, sondern sie mit traditionellem Unterricht mischt. Wenn die Hausübung daraus besteht, dass seine Schülerinnen und Schüler Videos anschauen sollen, so haben sie im Anschluss daran einen Hefteintrag anzufertigen, um das Thema zu verschriftlichen. Neben dieser Zusammenfassung lässt er seine Lernenden auch noch Begleitaufgaben lösen, das sind einfach zum Thema passende Beispiele. Schülerinnen und Schüler, die die Hausübung nicht gemacht haben, müssen das Video zu Beginn der Stunde ansehen, damit sie danach an der Übungsphase teilnehmen können.

Seine Videos sind alle selbst produziert und stehen öffentlich unter *mahematik.rocks* zur Verfügung.

2.7.2 Im Bereich der AHS: Mone Denninger, AHS MAGRG XII Erlgasse ⁵³

Im Bereich der AHS arbeitet Denninger bereits seit einigen Jahren mit dieser Methode. Wenn eine Klasse sich für dieses Konzept entscheidet, dann wird ausschließlich damit gearbeitet. Die Hausaufgaben bestehen aus dem Ansehen der Videos und dem Erstellen einer Zusammenfassung des Themas im Heft. Weiters gibt es Wochenpläne, die von den Schülerinnen und Schülern in individueller Reihenfolge und Geschwindigkeit abgearbeitet werden können. Ausarbeitungen sind zu fotografieren und können dann ebenfalls hochgeladen werden. Denninger arbeitet mit Microsoft Teams und OneNote und kann so alle Arbeitspläne, Ausarbeitungen, ... digital bearbeiten.

Beim Auftreten von Problemen werden diese in der Stunde geklärt. Im weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde werden – sobald alle Fragen beantwortet sind – Gruppen immer wechselnder Größe und mit wechselnden Schülern und Schülerinnen gebildet, in denen dann die Beispiele zu rechnen sind.

Denninger streicht vor allem die Möglichkeit des Differenzierens und Individualisierens heraus, das es ermöglichte, dass ... „einer meiner leistungsstarken und interessierten

⁵² Stangl in Buchner, Schmid (2019). S. 185-197.

⁵³ vgl. Denninger in Buchner, Schmid (2019). S. 93-102.

Schüler und Schülerinnen der 5. Klasse (9.Schulstufe) – als sich der Rest der Klasse mit der Einführung der Vektorrechnung beschäftigte – sich bereits mit Taylorreihen, die nicht im Lehrplan der AHS enthalten sind, auseinandersetzte.“⁵⁴

2.7.3 Im Bereich der BMHS: Stefanie Schallert, BHAK Wien 11 ⁵⁵

Schallert unterrichtet seit zwei Jahren Mathematik nach dem Konzept des Flipped Classrooms und hat auch ihre Diplomarbeit zu diesem Thema geschrieben. Auch sie hebt die Differenzierung und Individualisierung bei dieser Methode als großen Vorteil hervor, da sie sich in einer BMHS 1. Klasse immer mit dem Problem konfrontiert sieht, dass die Schülerinnen und Schüler mit großen Unterschieden betreffend ihres Vorwissen in ihren Unterricht kommen. Für diese stellt sie dann die Videos, die sie selbst mit Powerpoint sowie einem Tablet mit Eingabestift erstellt, zur Verfügung.

Um überprüfen zu können, ob sich die Lernenden auch mit dem Thema auseinandergesetzt haben, baut sie Quizfragen in die Videos ein und lässt eine Zusammenfassung erstellen.

In der Unterrichtsstunde lässt sie die Schülerinnen und Schüler Kurzpräsentationen vortragen, in die nicht selten Beispiele aus anderen Quellen eingebaut werden, die nicht im Video vorkamen.

Treten in der Online-Phase Fragen auf, so können die Lernenden diese auch in der Lernplattform (moodle) posten.

Schallert probierte auch die Weiterentwicklung des Flipped Classrooms, das Flipped Learning, aus. Dabei bekamen die Schülerinnen und Schüler die Videos für 2-3 Wochen zur Verfügung gestellt. Die Kurzpräsentationen entfielen bei diesem Konzept. Auch dieses Modell wurde von Schallert evaluiert, jedoch stellte sich heraus, dass einige Schülerinnen bzw. Schüler mit dieser Freiheit überfordert waren.

⁵⁴ Denninger in Buchner, Schmid (2019). S. 100.

⁵⁵ vgl. Schallert in Buchner, Schmid (2019). S. 139-147.

3 Praktische Umsetzung

Bei der praktischen Durchführung werde ich vorerst auf den aktuellen Lehrplan eingehen und danach eine detaillierte Stundenplanung für die ersten 8 Wochen des Wintersemesters ausarbeiten. Dabei soll der spezielle Bezug zur Forschungsfrage hergestellt werden: Flipped Classroom im Mathematikunterricht an einer HTL - Wie können Online-Tutorials bzw. Youtube-Videos im Mathematik-Unterricht einer 3. Klasse HTL bei der Umsetzung des Flipped-Classroom-Konzepts sinnvoll eingesetzt werden?

Bei der Zielgruppe handelt es sich um eine 3. Klasse der Fachrichtung Wirtschaftsingenieurwesen – Technisches Management, Langform (5 Jahre), Zielgruppe ab ca. 16 Jahren.

3.1 Lehrplanbezug

3.1.1 Stundentafel

LEHRPLAN DER HÖHEREN LEHRANSTALT FÜR WIRTSCHAFTSINGENIEURE - TECHNISCHES MANAGEMENT

I. STUNDENTAFEL¹

(Gesamtstundenzahl und Stundenausmaß der einzelnen Unterrichtsgegenstände)

Pflichtgegenstände, Verbindliche Übung	Wochenstunden					Summe	Lehrverpflichtungsgruppe
	Jahrgang						
	I.	II.	III.	IV.	V.		
A. Allgemeinbildende Pflichtgegenstände							
1. Religion	2	2	2	2	2	10	(III)
2. Deutsch	3	2	2	2	2	11	(I)
3. Englisch	2	2	2	2	2	10	(I)
4. Geografie, Geschichte und Politische Bildung ²	2	2	2	2	-	8	III
5. Bewegung und Sport	2	2	2	1	1	8	IVa
6. Angewandte Mathematik	3	3	3	2	2	13	I
7. Naturwissenschaften	3	3	2	2	-	10	II
B. Fachtheorie und Fachpraxis							
1. Unternehmensführung und Wirtschaftsrecht ³	-	2	2	4(1)	4(1)	12	(I) bzw. II
2. Betriebstechnik	2	2	4	2	2	12	I
3. Informatik und Informationssysteme ⁴	2(2)	2(2)	2(2)	2(2)	4(4)	12	I
4. Maschinen- und Elektrotechnik	3	2	2	2	-	9	I
5. Prozessmanagement ⁵	2	2	2(1)	4(1)	4(2)	14	I
6. Produktmanagement ⁵	2	3	2(2)	4(2)	3(1)	14	I
7. Anlagen- und Prüftechnik	-	-	3	3	6	12	I
8. Laboratorium	-	-	3	4	4	11	I
9. Werkstätte und Produktionstechnik ⁶	7	7	3	-	-	17	III bzw. IV
C. Verbindliche Übung							
Soziale und personale Kompetenz ⁷	1(1)	1(1)	-	-	-	2	III
Gesamtwochenstundenzahl	36	37	38	38	36	185	

Abb. 4: Stundentafel der Fachrichtung Wirtschaftsingenieure – Technisches Management

3.1.2 Lehrplan für den dritten Jahrgang

III. Jahrgang:

5. Semester – Kompetenzmodul 5:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler können im

Bereich Differentialrechnung

- die Bildungsgesetze von arithmetischen und geometrischen Folgen verstehen, diese anwenden und finanzmathematische Berechnungen durchführen;
- die Begriffe „Grenzwert einer Folge“, „Konvergenz und Divergenz von Folgen und Reihen“ verstehen;
- die elementaren Funktionen differenzieren und die Ableitung von zusammengesetzten Funktionen bestimmen;
- mit Hilfe der Ableitungen lokale Extremwerte und Wendepunkte bestimmen, Funktionen lokal durch lineare Funktionen approximieren sowie Funktionsgraphen hinsichtlich Monotonie, Konvexität, Nullstellen, Extremwerte, Wendepunkte und Polstellen interpretieren und beschreiben;
- in Natur und Technik auftretende Änderungsraten mit dem Differentialquotient darstellen und die Differentialrechnung zur Lösung von Aufgaben des Fachgebietes einsetzen.

Lehrstoff:

Folgen und Reihen:

Allgemeiner Begriff, arithmetische und geometrische Folgen und Reihen, Summenformel; Zinseszinsrechnung; rekursive Definition von Folgen.

Grenzwert und Stetigkeit:

Grenzwert, konvergente und divergente Folgen. Grenzwert von Funktionen, Stetigkeit, Unstetigkeitsstellen.

Differentialrechnung:

Differenzen- und Differenzialquotient, Differenzierbarkeit; Ableitungsfunktion, Ableitungsregeln, höhere Ableitungen; Extremwerte, Wendepunkte.

Abb. 5: Lehrstoff für das Wintersemester des 3. Jahrgangs (5. Semester)

3.2 Semesterplanung auf Wochenbasis

Schul- woche	Kalender- woche	Datum	WSt	Thema	Detail
SW 1	KW36	2.9.19 – 6.9.19	max. 3	Folgen und Reihen	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Zahlenfolgen • Arithmetische und geometrische Folgen und Reihen
SW 2	KW37	9.9.19 – 13.9.19	3	Folgen und Reihen	<ul style="list-style-type: none"> • Alternierende Folgen, Summenschreibweise, • Monotonie und Schranken, • Häufungspunkt, Konvergenz, Grenzwert
SW 3	KW38	16.9.19 – 20.9.19	3	Folgen und Reihen	<ul style="list-style-type: none"> • Unendliche Folgen und Reihen, • Summenformel • Übungsstunde, Lernzielkontrolle
SW 4	KW39	23.9.19 – 27.9.19	3	Finanzmathematik	<ul style="list-style-type: none"> • Zins- und Zinseszinsrechnung, • Rentenrechnung (Teil I) • Rentenrechnung (Teil II)
SW 5	KW40	30.9.19 – 4.10.19	3	Finanzmathematik	<ul style="list-style-type: none"> • Unterjährige Verzinsung, • Tilgungsplan, Annuitätentilgung • Übungsstunde, Lernzielkontrolle
SW 6	KW41	7.10.19 – 11.10.19	3	Funktionsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Grenzwert von Gebrochen rationalen Funktionen, skizzieren • Typen von Unstetigkeitsstellen, Verhalten im Unendlichen

Schul- woche	Kalender- woche	Datum	WSt	Thema	Detail
SW 7	KW42	14.10.19 – 18.10.19	3	Funktionsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Zuordnung von Graphen zu Funktionsgleichungen • Zuordnung von Funktionsgleichungen zu Graphen • Unstetigkeit von Funktionen
SW 8	KW43	21.10.19 – 25.10.19	3	Funktionsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Verhalten von Exponential-, Wachstums- und Abklingfunktionen (Logistisches und beschränktes Wachstum) skizzieren • Polynomfunktionen skizzieren aufgrund markanter Punkte und Verhalten im Unendlichen

4 Folgen und Reihen

Übersicht über die Themengebiete der Präsenzeinheiten

Nr.	Thema	Begriffe und Inhalte
PE1	Einführung in Zahlenfolgen	Zahlenfolge, explizite Darstellung, rekursive Darstellung
PE2	Arithmetische Folgen und Reihen	Definition arithmetische Folge, Bildungsgesetze (Rekursiv und explizit), Bedeutung von d, arithmetische Reihe, Summenschreibweise $\sum_{i=1}^n \dots$
PE3	Geometrische Folgen und Reihen	Definition geometrische Folge, Bildungsgesetze (Rekursiv und explizit), Bedeutung von q, geometrische Reihe
PE4	Summenzeichen und alternierende Folgen	Alternierenden Folgen, Übungsbeispiele
PE5	Monotonie und Schranken	(streng) monoton steigend / fallend, obere / untere Schranken, Supremum, Infimum
PE6	Häufungspunkt, Konvergenz, Grenzwert	ε – Umgebung, Limes, Limes superior / Supremum, Limes inferior / Infimum, Konvergenz, Divergenz, alternierend
PE7	Grenzwertsätze	Erläuterung der Grenzwertsätze für Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division zweier Folgen
PE8	Unendliche Folgen und Reihen	Herleitung der Summenformel, Summe von unendlichen geometrischen Reihen
	Übungsstunde	Zur Festigung der ersten Lektionen

Nr.	Thema	Begriffe und Inhalte
PE9	Finanzmathematik	Zinsen und Zinseszins
PE10	Rentenrechnung	Definition der Rente, Rentenendwert, Rentenbarwert, vorschüssig, nachschüssig, Äquivalenzprinzip
PE11	Übungsstunde	
PE12	Unterjährige Verzinsung	unterjährige Verzinsung, Zinsperiode, Zinssatz bei berechnen
PE13	Tilgungen	Tilgungsplan erstellen, Annuitätentilgung

4.1 Präsenzeinheit 1

Inputphase: In der 1. Unterrichtseinheit erfolgt die Inputphase ausnahmsweise in der Schule, die die Schülerinnen und Schüler an die neue Arbeitsweise herangeführt werden sollen.

Arbeitszeit: 20 min

Thema: **Einführung in Zahlenfolgen**

- Was ist eine Zahlenfolge? (Definition, mathematische Bedeutung)
- Wie werden Zahlenfolgen angeschrieben?
- Wie bezeichnet man die einzelnen Glieder einer Folge?
- Was versteht man unter einer expliziten Darstellung? (Erzeugender Term)
- Was versteht man unter der rekursiven Darstellung?

Material:

1.1	Folgen Übersicht	https://www.youtube.com/watch?v=58FYJDFdXQc ⁵⁶
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video wird näher auf den Index eingegangen und erklärt, dass jedes Element der Zahlenfolge einen festen Platz hat und dieser Platz mit einem zu einem Buchstaben gehörenden Index bezeichnet wird. Im weiteren Verlauf werden die Arithmetische und die Geometrische Folge erklärt, der Unterschied herausgearbeitet und auch die relevanten Formeln angegeben. Zu guter Letzt wird ein ausführliches Beispiel durchgerechnet.
	positiv:	Das Video ist gut strukturiert und inhaltlich gut verständlich. Aufbau und Struktur sind nachvollziehbar, die Länge ist in Ordnung.
	negativ:	Negativ fällt die Stimme des Sprechers auf, diese ist sehr eintönig und kommt sehr fad herüber (ist auch in etlichen Kommentaren erwähnt)
1.2	Definition Folge	https://www.youtube.com/watch?v=7gnFGMkwQ0Y ⁵⁷
	<u>Inhalt:</u>	Im zweiten Video ist die Herangehensweise mathematisch ebenso fundiert, dh. Folgen werden als Abbildungen aus der Menge der natürlichen Zahlen in die Menge der reellen Zahlen unter Anwendung einer Abbildungsvorschrift erklärt.

⁵⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=58FYJDFdXQc> abgerufen am 4.8.2019

⁵⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=7gnFGMkwQ0Y> abgerufen am 4.8.2019

positiv: Ich habe dieses Video ausgewählt, weil auf den Funktionscharakter explizit eingegangen wird.

negativ: Die Produzenten dieses Videos (oder nur die Sprecher) versuchen, die Materie durch witzige Sprüche aufzulockern. Ob dieser Wortwitz oder Sarkasmus bei jedem Schüler / jeder Schülerin gut ankommt, sei dahingestellt.

1.3 **Folgen und Reihen** <https://www.youtube.com/watch?v=5jWz0rk8rQ>⁵⁸

Inhalt: Der Autor geht in diesem Video explizit auf die Anfrage eines Sehers seines Kanals „Mathematik in 12 Minuten“ ein. Es wird sehr genau der Unterschied zwischen Folge und Menge herausgearbeitet. Danach wird auf die Bildungsgesetze eingegangen (explizit und rekursiv). Danach erklärt der Autor, was eine Reihe ist (Folge von Partialsummen).

positiv: In diesem Video werden zunächst Zahlenfolgen allgemein erklärt und nicht sofort auf arithmetische bzw. geometrische Folgen eingegangen. Sehr sachlich und sehr ruhige Erklärung

negativ: Springt manchmal leider zwischen den einzelnen Blättern, die er beschreibt, hin und her. Stoppt man zwischendurch das Video, so kann man nicht immer gleich wieder dem Vortrag folgen. Das Bildungsgesetz für die Arithmetische Folge geht leider nicht so klar hervor.

Nach der Inputphase erfolgt der praktische Teil mit Bearbeitung gemeinsamer Übungen.

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3 f⁵⁹

Bsp: 1.7) a)
1.8) b)
1.9) c)
1.10) d)
1.15) a)
1.16) b)
1.17) a)
1.18) b)

⁵⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=5jWz0rk8rQ> abgerufen am 4.8.2019

⁵⁹ Sidlo, et.al. (2017), S. 5-8

4.2 Präsenzeinheit 2

Thema: **Arithmetische Folgen und Reihen, Summenschreibweise**

Inputphase (Hausübung) - Material:

2.1	Folgen Übersicht	https://www.youtube.com/watch?v=yr5nnZud5ao ⁶⁰
	<u>Inhalt:</u>	Zu Beginn des Videos stehen bereits einige Beispiele am Whiteboard, anhand denen der Autor arithmetische und geometrische Folgen und deren Bildungsgesetze erklärt. Er arbeitet den Unterschied zwischen dem konstanten Summanden / Minuenden und dem konstanten Faktor bei geometrischen Folgen. Neben den Bildungsgesetzen wird auch erwähnt, dass Folgen auch durch Eigenschaften (zB. Alle Primzahlen) definiert werden können.
	<u>positiv:</u>	Gegenüberstellung des expliziten Terms für geometrische und arithmetische Folgen sehr übersichtlich gestalten und erklärt.
	<u>negativ:</u>	Auf die rekursive Definition wird in diesem Video nicht eingegangen.
2.2	Von der Folge zur Reihe	https://www.youtube.com/watch?v=qVv_y5sJgkk ⁶¹
	<u>Inhalt:</u>	Anhand einer arithmetischen Folge berechnet der Autor die ersten Folgenglieder und bildet danach die Folge der Partialsummen, um zu einer arithmetischen Reihe zu kommen.
	<u>positiv:</u>	Sehr klar und kompakt erklärt, bezieht sich ausschließlich auf die arithmetische Reihe.
	<u>negativ:</u>	-
2.3	Reihen Übersicht	https://www.youtube.com/watch?v=a6ng4jUTahA ⁶²
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video werden die Summenformeln für arithmetische und geometrische Reihen hergeleitet und gut erklärt
	<u>positiv:</u>	Sehr klar und kompakt erklärt, bezieht sich ausschließlich auf die arithmetische Reihe.
	<u>negativ:</u>	-

⁶⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=yr5nnZud5ao> abgerufen am 4.8.2019

⁶¹ https://www.youtube.com/watch?v=qVv_y5sJgkk abgerufen am 4.8.2019

⁶² <https://www.youtube.com/watch?v=a6ng4jUTahA> abgerufen am 4.8.2019

2.4 Von der Folge zur Reihe <https://www.youtube.com/watch?v=bywcth5o3a8> ⁶³

Inhalt: In diesem Video werden Reihen nochmals mathematisch fundiert erklärt.

positiv: Trotz der negativen Aspekte (die eventuell bei Jugendlichen eh gut ankommen) finde ich die Herangehensweise dieser Autoren mit der mathematischen Schreibweise so wertvoll, dass ich es in die Playlist aufgenommen habe

negativ: Leider können sich die Autoren ihre „lustigen“ Kommentare nicht verkneifen.

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was ist eine arithmetische Folge? (**Definition**)
- Bildungsgesetz: rekursiv
- Bildungsgesetz: explizit (erzeugender Term)
- Bedeutung von d
- Was ist eine arithmetische Reihe? (**Definition**)
- Summenschreibweise

Präsenzphase:

Zu Beginn der Stunde sollen die wichtigsten Begriffe und Formeln aus der Inputphase gemeinsam erarbeitet werden.

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3 ⁶⁴

Bsp: 1.34) (1)
 1.35) b) (1)+(2)
 1.48) a)
 1.49) b)
 1.55) a)
 1.56) b)
 1.57) a)
 1.58) b)

⁶³ <https://www.youtube.com/watch?v=bywcth5o3a8> abgerufen am 4.8.2019

⁶⁴ Sidlo, et.al. (2017), S. 12-16

4.3 Präsenzeinheit 3

Thema: Geometrische Folgen und Reihen

Inputphase (Hausübung) - Material:

3.1	Summenformel herleiten	https://www.youtube.com/watch?v=YN6ww2pVoGk ⁶⁵
	<u>Inhalt:</u>	Summenformel der arithmetischen Reihe gegenübergestellt der Summenformel für die geometrische Reihe. Die Summe für die geometrische Reihe wird sehr ausführlich erklärt.
	<u>positiv:</u>	Saubere und leicht nachvollziehbare Herleitung der Summenformel.
	<u>negativ:</u>	(fast) zu ruhige und unaufgeregte Stimme
3.2	Geometrische Reihe	https://www.youtube.com/watch?v=zjE64WfoGnA&t=3s ⁶⁶
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video konzentriert sich nur auf die Summenformel der geometrischen Reihe, der Begriff der Teleskopsumme wird gebracht und sehr gut erklärt. Differenzierung zwischen endlicher Reihe und unendlicher Reihe. Es wird auch auf die Konvergenz eingegangen.
	<u>positiv:</u>	Klare Erklärung, saubere und schöne Handschrift.
	<u>negativ:</u>	Bezieht sich leider auf ein Video, das die Konvergenz von Folgen behandelt, welche in meinem Unterricht erst später kommt.

Mathematik mit technischen Anwendungen 3⁶⁷, S18-21

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was ist eine geometrische Folge? (**Definition**) Hinweis: Verwende b_i
- Bildungsgesetz: rekursiv
- Bildungsgesetz: explizit (erzeugender Term)
- Bedeutung von q
- Was ist eine geometrische Reihe? (**Definition**)
- Was ist eine endliche geometrische Reihe? (**Definition**)
- Leite die Summenformel für endliche geometrische Reihen her

Präsenzphase:

⁶⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=YN6ww2pVoGk> abgerufen am 5.8.2019

⁶⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=zjE64WfoGnA&t=3s> abgerufen am 5.8.2019

⁶⁷ Sidlo, et.al. (2017), S. 18-21

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3 ⁶⁸

Bsp: 1.62) a)
1.63) a) 2 Lösungen
1.64) b)
1.66
1.75) a)

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ⁶⁹

Sk Bsp: 1
11
15
18
19
22
24 e)

⁶⁸ Sidlo, et.al. (2017), S. 18-20

⁶⁹ Furtlehner (2017), S. 1-2

4.4 Präsenzeinheit 4

Thema: **Summenzeichen und alternierende Folgen**

Inputphase (Hausübung) - Material:

4.1	Summenzeichen	https://www.youtube.com/watch?v=FRT9Cz6L00M ⁷⁰
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video erklärt, dass die einzelnen Elemente der Zahlenfolge addiert werden. Der Autor geht darauf ein, dass der Index (Laufparameter) immer eine ganze Zahl sein muss und damit die einzelnen Folgenglieder berechnet. Die Folgenglieder werden ermittelt, indem untere und obere Grenze eingesetzt werden. In diesem Video wird auch auf alternierende Schreibweisen eingegangen. Im zweiten Teil wird auf die Berechnung ausgewählter Summen wie z.B. die Summe der Kubikzahlen eingegangen bzw. auf die Summenformel der geometrischen Reihe.
	<u>positiv:</u>	Dieser Autor liefert hervorragende Erklärungen, die auch sehr nachvollziehbar sind.
	<u>negativ:</u>	Bei der Summenformel für die Kubikzahlen führt er eine Formel an, die er nicht beweist und auch nicht näher darauf eingeht.
4.2	Summenzeichen	https://www.youtube.com/watch?v=yFB2eD5Gbf0 ⁷¹
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video wird anhand einiger Beispiele erklärt, wie das Summenzeichen zu lesen ist und wie daraus die einzelnen Summanden berechnet werden. Der Autor geht auch auf kompliziertere Beispiele ein.
	<u>positiv:</u>	Sehr gute Beispiele, optisch gut aufbereitet (nicht handschriftlich)
	<u>negativ:</u>	-

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Beschreibe die Teile des Summenzeichens
- Ermittlung der Summenschreibweise für endliche Reihen
- Definition alternierender Folgen
- Ermittlung der Summenschreibweise für alternierende Folgen

⁷⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=FRT9Cz6L00M> abgerufen am 6.8.2019

⁷¹ <https://www.youtube.com/watch?v=yFB2eD5Gbf0> abgerufen am 6.8.2019

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ⁷²

Sk Bsp:	25	
	28	
	33	
	35	b)
	35	c)
	36	a)
	36	b)
	41	c)
	42	a)
	47	
	50	
	55	a)- c)
	60	
	61	

⁷² Furtlehner (2017). S. 3-8

4.5 Präsenzeinheit 5

Thema: **Eigenschaften von Folgen und Reihen – Monotonie und Schranken**

Inputphase (Hausübung) - Material:

5.1	Monotonie / Schranken	https://www.youtube.com/watch?v=li0b3L5UWZw ⁷³
	<u>Inhalt:</u>	Das Video erklärt die Begriffe Monotonie, obere Schranke und untere Schranke, sowie Infimum und Supremum.
	<u>positiv:</u>	Wie die anderen Videos dieser Autoren glänzt es durch ausführliche und mathematische Definitionen.
	<u>negativ:</u>	Auch die unnötigen Bemerkungen bleiben in diesem Video nicht aus

Mathematik mit technischen Anwendungen 3 ⁷⁴

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was verstehen wir in der Mathematik unter Monotonie?
- Was monoton steigend, was bedeutet monoton fallend?
- Was bedeutet streng monoton steigend / fallend?
- Was bedeutet nach oben beschränkt? Was ist das Supremum einer Folge?
- Was bedeutet nach unten beschränkt? Was ist das Infimum einer Folge?
- Nenne ein Beispiel für eine Folge, die sowohl eine obere als auch eine untere Schranke hat!

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3 ⁷⁵

- Bsp:
- 1.141
 - 1.144) b)
 - 1.145) b)
 - 1.146) a)
 - 1.142)
 - 1.147) c)

⁷³ <https://www.youtube.com/watch?v=li0b3L5UWZw> abgerufen am 11.8.2019

⁷⁴ Sidlo, et.al. (2017), S. 37-38

⁷⁵ Ebd.

4.6 Präsenzeinheit 6

Thema: **Eigenschaften von Folgen und Reihen – Häufungspunkt und Grenzwert**

Inputphase (Hausübung) - Material:

6.1	Häufungspunkt	https://www.youtube.com/watch?v=TzxMXUDZ39k ⁷⁶
	<u>Inhalt:</u>	Sehr anschauliche Erklärung des Häufungspunkts und des Grenzwerts. In der Nähe des Häufungspunkts liegen unendlich viele Folgenglieder, liegen nur endlich viele Folgenglieder außerhalb der ε – Umgebung, so nennt man diesen Punkt auch Grenzwert. Dieses Video arbeitet auch den Unterschied zwischen Häufungspunkt und Grenzwert heraus. Im zweiten Teil werden der Limes superior und der Limes inferior erklärt.
	<u>positiv:</u>	Die Erklärung ist sehr anschaulich und mathematisch fundiert.
	<u>negativ:</u>	Neben all den mathematischen Erklärungen muss sich der Autor leider immer auf ein jugendliches Sprachniveau begeben, das in guten Erklärvideos – aus meiner Sicht - nichts verloren hat. (Zitat: „Warum brauchen wir den Kack eigentlich? Was können die beiden denn außer kacke aussehen?“ - 4:17-4:22
6.2	Grenzwerte von Folgen	https://www.youtube.com/watch?v=hLk2ujAk1pk ⁷⁷
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video wird beschrieben, wie man den Grenzwert einer Folge bestimmen kann. Der Autor geht darauf ein, dass man alle Teile der Folge auf einen gemeinsamen Nenner bringen muss und danach im Zähler und im Nenner die höchste Potenz heraushebt.
	<u>positiv:</u>	Der Sachverhalt wird anhand eines „komplexeren“ Beispiels Schritt für Schritt nachvollziehbar erklärt.
	<u>negativ:</u>	Zu Beginn fehlt mir ein wenig die Erklärung, warum man alle Teile der Folge auf denselben Nenner bringen muss. Da hätte der Autor auch noch 10s an zusätzlicher Erklärung einbauen können.

⁷⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=TzxMXUDZ39k> abgerufen am 8.8.2019

⁷⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=hLk2ujAk1pk> abgerufen am 8.8.2019

6.3 Konvergenz, Divergenz <https://www.youtube.com/watch?v=DhVc5kFMvXU>⁷⁸

Inhalt: In diesem Video werden die Begriffe konvergent und divergent anhand anschaulicher Beispiele solide erklärt. Jedes der Beispiele wird auch skizziert und ist daher noch besser vorstellbar.

positiv: Die Erklärung ist sehr leicht nachvollziehbar. Durch die Skizzen, wie die Folgenglieder verlaufen, können sich die ZuseherInnen bildlich vorstellen, ob der jeweilige Grenzwert existiert oder nicht.

negativ: -

Mathematik mit technischen Anwendungen 3⁷⁹

Wichtige Begriffe: ε – Umgebung, Limes, Limes superior / Supremum, Limes inferior / Infimum, Konvergenz, Divergenz, alternierend.

Wichtig ist es, die Schreibweise für den Limes nochmals durchzugehen, damit die Schülerinnen und Schüler gesichert wissen, wie sie bei den Grenzwertbestimmungen verfahren sollen.

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was versteht man unter einem Häufungspunkt?
- Was ist eine ε – Umgebung?
- Was ist der Limes (Grenzwert) einer Folge?
- Was ist der Unterschied zwischen Häufungspunkt und Grenzwert?
- Worum handelt es sich beim Limes Superior bzw. beim Limes Inferior
- Was bedeutet: divergent, konvergent, alternierend, Nullfolge?

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse, S9⁸⁰

Sk Bsp: 63
65
68

⁷⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=DhVc5kFMvXU> abgerufen am 13.8.2019

⁷⁹ Sidlo, et.al. (2017), S. 39 - 41

⁸⁰ Furtlehner (2017). S. 9

4.7 Präsenzeinheit 7

Thema: **Eigenschaften von Folgen und Reihen – Grenzwertsätze**

Inputphase (Hausübung) - Material:

7.1	Grenzwertsätze	https://www.youtube.com/watch?v=XIIGJTkktyA ⁸¹
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video liefert einen Überblick, wie man den gemeinsamen Grenzwert zweier unterschiedlicher Zahlenfolgen ermittelt, sei es bei Addition/Subtraktion, Multiplikation oder Division der beiden Folgen, sofern beide Folgen jeweils einen Grenzwert haben,
	<u>positiv:</u>	Alle Grenzwertsätze für Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division werden erwähnt und erklärt.
	<u>negativ:</u>	Leider fehlen in diesem Video dazu passende Beispiele, daher ein zweites.
7.2	Grenzwertsätze	https://www.youtube.com/watch?v=QduKIYMKI3k ⁸²
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video geht der Autor nochmals auf die Grenzwertsätze ein, ergänzt sie aber sofort um ausführliche Beispiele.
	<u>positiv:</u>	Die Beispiele werden nachvollziehbar gerechnet.
	<u>negativ:</u>	-

Mathematik mit technischen Anwendungen 3 ⁸³

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Wie lautet der Grenzwertsatz für die Addition / Subtraktion zweier Folgen mit bestehenden Grenzwerten. (m. b. G.)
- Wie lautet der Grenzwertsatz für die Multiplikation zweier Folgen m. b. G.
- Wie lautet der Grenzwertsatz für die Division zweier Folgen m. b. G. und was ist zu beachten?

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

⁸¹ <https://www.youtube.com/watch?v=XIIGJTkktyA> abgerufen am 13.8.2019

⁸² <https://www.youtube.com/watch?v=QduKIYMKI3k> abgerufen am 13.8.2019

⁸³ Sidlo, et.al. (2017), S. 41-42

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse, S9 ⁸⁴

Sk. Bsp 68
76

⁸⁴ Furtlehner (2017). S. 9

4.8 Präsenzeinheit 8

Thema: Unendliche Folgen und Reihen

Inputphase (Hausübung) - Material:

8.1	Geometrische Reihe	https://www.youtube.com/watch?v=zjE64WfoGnA ⁸⁵
	<u>Inhalt:</u>	Den Anfang dieses Videos (Berechnung der Summe einer endlichen geometrischen Reihe) habe ich bereits in einer früheren Lektion ausgewählt. In diesem Teil geht es um die Erklärung der Summenformel für die unendliche Reihe. Der Autor geht dabei auch auf die Bedeutung des Werts von q ein. $ q < 1$
	<u>positiv:</u>	Er leitet die Formel aus der Summenformel für die endliche Reihe sehr schlüssig her. Dieses Video habe ich ausgewählt, weil es in Kürze die Summenformel für die unendliche geometrische Reihe herleitet.
	<u>negativ:</u>	Leider fehlen in diesem Video dazu passende Beispiele.
8.2	Unendliche geometrische Reihe	https://www.youtube.com/watch?v=MVhxMEPfwPE ⁸⁶
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video wird die Summenformel für unendliche geometrische Reihen anhand des Beispiels der Schildkröte erklärt, die am ersten Tag einen Meter läuft und an jedem weiteren nur noch die Hälfte des Vortages schafft.
	<u>positiv:</u>	Zu Beginn ist das Beispiel sehr anschaulich und die Überleitung zur Summenformel gelingt dem Autor sehr gut.
	<u>negativ:</u>	Zwischendurch streut der Autor ein weiteres Beispiel ein, in dem er jeweils ein Zehntel der Strecke des Vortages heranzieht. Das wäre meines Erachtens gar nicht nötig gewesen.

Mathematik mit technischen Anwendungen 3 ⁸⁷

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Wie berechnet man die Summe der unendlichen geometrischen Reihe, sofern die Reihe konvergiert?

⁸⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=zjE64WfoGnA> abgerufen am 5.8.2019

⁸⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=MVhxMEPfwPE> abgerufen am 24.9.2019

⁸⁷ Sidlo, et.al. (2017), S. 43-48

- Welchen Einfluss hat q auf die Konvergenz bzw. Divergenz einer unendlichen Reihe?

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3, S 46⁸⁸

Bsp: 1.164
1.168) a)
1.172)
1.173)
1.175)
1.176)

⁸⁸ Sidlo, et.al. (2017), S. 46

4.9 Präsenzeinheit 9

Thema: Finanzmathematik – Zinsen und Zinseszinsen

Inputphase (Hausübung) - Material:

9.1	Zins und Zinsrechnung	https://www.youtube.com/watch?v=Os7DfuMkl4c ⁸⁹
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video werden die Grundbegriffe der einfachen Zinsrechnung (ohne Zinseszins) erklärt und mit einem praktischen Beispiel untermauert.
	<u>positiv:</u>	Gute und übersichtliche Erklärung.
	<u>negativ:</u>	Sehr schnell gesprochen, aber zum Glück gibt es die Pause-Taste!
9.2	Zinseszinsformel	https://www.youtube.com/watch?v=8rUu3ySQfZY ⁹⁰
	<u>Inhalt:</u>	Der Autor leitet leicht verständlich und nachvollziehbar die Formel zur Berechnung des Kapitals nach einer gewissen Zeit n her und setzt dann gleich Zahlen eines Beispiels in die Formel ein.
	<u>positiv:</u>	Liefert eine sehr anschauliche Erklärung.
	<u>negativ:</u>	Als negativ empfinde ich es, dass der Autor die Formel wieder weglöscht bevor er die expliziten Werte einsetzt. Perfekt wäre es, die Formel stehen zu lassen und danach das Beispiel anzugeben.

Mathematik mit technischen Anwendungen 3 ⁹¹

Wichtige Begriffe: (einfacher) Zins, Zinseszinsen, Zinssatz

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was versteht man unter einfachen Zinsen?
- Wie berechnet man einfache Zinsen?
- Was versteht man unter Zinseszinsen?
- Gib eine Formel zur Berechnung der Zinseszinsen an.
- Erkläre die verwendeten Variablen bei der Berechnung des Endkapitals!

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

⁸⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=Os7DfuMkl4c> abgerufen am 13.8.2019

⁹⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=8rUu3ySQfZY> abgerufen am 24.9.2019

⁹¹ Sidlo, et.al. (2017), S. 25-27

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3, S 24⁹²

- Bsp: 1.94
1.95
1.96
1.97
1.99)
1.101) a)
1.103) a)
1.104) b)
1.105) c)
1.106) a)
1.107)
1.110) a) b)
1.112)

⁹² Sidlo, et.al. (2017), S. 24

4.10 Präsenzeinheit 10 (Teil I)

Thema: Finanzmathematik – Rentenrechnung (Teil I)

Inputphase (Hausübung) - Material:

Wegen des schwierigen Themas und umfassenden Materials möchte ich den Input in zwei Teile teilen und ebenso die Beispiele auf zwei Präsenzeinheiten aufteilen.

Achtung: In manchen Videos kommen unterschiedliche Variable für Barwert bzw. Endwert vor. Wir verwenden immer:

- B_v für den vorschüssigen Barwert
- B_n für den nachschüssigen Barwert
- E_v für den vorschüssigen Endwert
- E_n für den nachschüssigen Endwert

10.1	<u>Grundlagen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=3_qXYFolcpY ⁹³
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video werden sehr anschaulich und kompakt alle Grundlagen der Rentenrechnung erklärt und anhand eines nachvollziehbaren Beispiels gerechnet. Der Autor geht dabei auf den Rentenbarwert und dessen Berechnung sowie den Rentenendwert und dessen Berechnung ein.
	<u>positiv:</u>	Es werden alle wesentlichen Begriffe erklärt, wie z.B. Barwert, Endwert, aufzinsen, abzinsen, und weitere. Am Ende werden nochmals alle Formeln in einer Übersicht angeführt. Die Grafiken sind auch sehr übersichtlich gestaltet und verwendete Farben werden konsequent immer dieselbe Farbe für dasselbe Thema verwendet. (Barwert ... rot, Endwert ... grün)
	<u>negativ:</u>	-
10.2	<u>Rentenrechnung</u>	https://www.youtube.com/watch?v=M1XUr6ssAUA ⁹⁴
	<u>Inhalt:</u>	Der Autor erklärt die unterschiedlichen Phasen der Anspar- und der Auszahlungsperiode bei einer Rentenrechnung.
	<u>positiv:</u>	Positiv an diesem Video ist, dass der Autor darauf eingeht, dass der Endwert der Ansparphase zum Barwert der Auszahlphase wird.
	<u>negativ:</u>	

⁹³ https://www.youtube.com/watch?v=3_qXYFolcpY abgerufen am 17.8.2019

⁹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=M1XUr6ssAUA> abgerufen am 17.8.2019

Wichtige Begriffe: Definition der Rente, Rentenendwert, Rentenbarwert, vorschüssig, nachschüssig, aufzinsen, abzinsen

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was versteht man unter einer Rente?
- Was ist der Rentenbarwert?
- Was ist der Rentenendwert?
- Was bedeutet vorschüssig?
- Was bedeutet nachschüssig?
- Was bedeutet abzinsen?
- Was bedeutet aufzinsen?

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3, S30 ⁹⁶

- Bsp: 1.117) a)
1.118) b)
1.119)
1.120)
1.121)
1.122) a)

⁹⁵ Sidlo, et.al. (2017), S. 30

⁹⁶ Sidlo, et.al. (2017), S. 30

4.10 Präsenzeinheit 10 (Teil II)

Thema: Finanzmathematik – Rentenrechnung (Teil II)

Inputphase (Hausübung) - Material:

10.3	Rentenendwert	https://www.youtube.com/watch?v=mNHZzA1O5UY ⁹⁷
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video liefert einen groben Überblick der Rentenrechnung und untermauert diese mit konkreten Beispielen. Ebenso werden alle wichtigen Formeln angegeben.
	<u>positiv:</u>	Das Beispiel steht schon zu Beginn des Videos am Whiteboard und der Autor kann sich auf die Erklärung konzentrieren. Dadurch ist dieses Tutorial sehr übersichtlich und strukturiert.
	<u>negativ:</u>	Perfekt wäre das Video, wenn es um einen Zahlenstrahl ergänzt wäre, in dem deutlich wird, wann die Raten- bzw. Rentenzahlungen erfolgen, also z.B. vorschüssig oder nachschüssig.
10.4	Rentenbarwert	https://www.youtube.com/watch?v=cddzHGk555Y ⁹⁸
	<u>Inhalt:</u>	Beispiel für eine Rentenrechnung mit Zeitleiste, auch auf Nachschüssig und vorschüssig wird eingegangen
	<u>positiv:</u>	Das Beispiel ist sehr anschaulich und trägt hoffentlich auch dazu bei, dass der Stoff besser verstanden wird.
	<u>negativ:</u>	-

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3⁹⁹

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Worin besteht der Unterschied zwischen dem Kapitalaufbau und einer Rentenrechnung?
- Erkläre den Unterschied zwischen vorschüssigen, jährlichen Einzahlungen und nachschüssigen. Wie erklärt sich der Unterschied in der Formel?
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Rentenbar- und dem Rentenendwert? Gib die dazu passende Formel dazu an!

⁹⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=mNHZzA1O5UY> abgerufen am 17.8.2019

⁹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=cddzHGk555Y> abgerufen am 17.8.2019

⁹⁹ Sidlo, et.al. (2017), S. 28-30

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse, S21 ¹⁰⁰

Sk Bsp: 1-7
10
12
15-21

¹⁰⁰ Furtlehner (2017), S. 21

4.11 Präsenzeinheit 11

Thema: Finanzmathematik – Unterjährige Verzinsung

Inputphase (Hausübung) - Material:

11.1	Unterjährige Verzinsung	https://www.youtube.com/watch?v=OQGu0wNavdQ ¹⁰¹
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video wird die Formel für die unterjährige Verzinsung (in diesem Beispiel monatlich) hergeleitet und gleich ein Beispiel dazu gerechnet.
	<u>positiv:</u>	Kurz und bündig, das Wesentliche ist enthalten.
	<u>negativ:</u>	Technisch noch ausbaufähig, aber der Inhalt ist ok.
11.2	Äquivalenzprinzip	https://www.youtube.com/watch?v=99hrfKX4aMw ¹⁰²
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Tutorial geht auf das Äquivalenzprinzip in der Finanzmathematik ein. Durch dieses Prinzip lassen sich unterschiedliche Berechnungsmodelle oder Angebote miteinander vergleichen. Es wird auch sofort mit einem Beispiel konkretisiert.
	<u>positiv:</u>	Sehr übersichtliche Aufbereitung, moderates Sprechtempo, klare Sprache
	<u>negativ:</u>	-

Wichtige Begriffe: unterjährige Verzinsung, Zinsperiode, Zinssatz bei halbjährlicher, quartalsweise, monatlicher oder täglicher Verzinsung berechnen, Äquivalenzprinzip der Finanzmathematik

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was versteht man in der Mathematik unter dem Äquivalenzprinzip?
- Wie verändert sich die Formel zur Berechnung der Zinsen bei unterjähriger Verzinsung?

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

¹⁰¹ <https://www.youtube.com/watch?v=OQGu0wNavdQ> abgerufen am 17.8.2019

¹⁰² <https://www.youtube.com/watch?v=99hrfKX4aMw> abgerufen am 24.9.2019

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse, S23¹⁰³

Sk Bsp: 8
9
11
13
14

¹⁰³ Furtlehner (2017), S. 23

4.12 Präsenzeinheit 12

Thema: Finanzmathematik – Tilgungsplan einer Annuitätentilgung erstellen

Inputphase (Hausübung) - Material:

12.1	Annuitätentilgung	https://www.youtube.com/watch?v=jnPwPcwOK-k ¹⁰⁴
	<u>Inhalt:</u>	Die Vorgangsweise bei der Tilgung eines Kredits wird in diesem Video beschrieben, wobei nur auf die Annuitätentilgung eingegangen wird.
	<u>positiv:</u>	Die Berechnung zur Tilgung steht zu Beginn zwar schon am Whiteboard, der Autor geht allerdings sehr ausführlich darauf ein und nummeriert auch chronologisch alle Schritte.
	<u>negativ:</u>	Leider steht der Autor mitten im Bild. Er bewegt sich zwar immer wieder auf die Seite, aber er verdeckt doch ständig irgendeinen relevanten Teil.
12.2	Tilgungsplan berechnen	https://www.youtube.com/watch?v=4hvqnmA6vH4 ¹⁰⁵
	<u>Inhalt:</u>	Auch in diesem Video wird die Annuitätentilgung erklärt.
	<u>positiv:</u>	Dieses Video ist gegenüber dem ersten angeführten (12.1) wesentlich kompakter bzw. effizienter.
	<u>negativ:</u>	-

Wichtige Begriffe: Tilgung, Tilgungsplan, Annuität, Restschuld

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was ist die Annuität bei einer Tilgung?
- Was versteht man unter einer Annuitätenbildung?
- Herleitung der Formel zur Berechnung der Annuität
- Aus welcher Formel leitet sich diese Formel ursprünglich her?
- Berechnung der Restschuld je Zinsperiode

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

¹⁰⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=jnPwPcwOK-k> abgerufen am 22.8.2019

¹⁰⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=4hvqnmA6vH4> abgerufen am 22.8.2019

Übungsaufgaben:

Gemeinsame Erarbeitung eines Tilgungsplans anhand des folgenden Beispiels:

Bsp: Eine Schuld von € 100.000,- ist in 4 Jahren durch nachschüssige Raten zu tilgen. Berechne die Annuität und erstelle einen Tilgungsplan. $i = 5\%$.

$$A = K_0 \cdot \frac{i}{1 - q^{-n}} \quad (\text{hergeleitet aus der Barwert-Formel})$$

$$A = 100000 \cdot \frac{0,05}{1 - 1,05^{-4}} = 28201,18$$

Zinsperiode	Zinsen	Tilgung	Annuität	Restschuld
	$Z_k = K_0 \cdot i$	$T_k = A - Z_k$		$K_k = K_0 - T_k$
k=0				100.000,00
k=1	5.000,00	23.201,18	28.201,18	76.798,82
k=2	3.839,94	24.361,24	28.201,18	52.437,58
k=3	2.621,88	25.579,30	28.201,18	26.858,28
k=4	1.342,90	26.858,28	28.201,18	0,00

Übungsaufgaben:

Mathematik mit technischen Anwendungen Band 3 ¹⁰⁶

Bsp: 9.7) a) - d)
9.11)
9.12)

¹⁰⁶ Sidlo, et.al. (2017), S. 308

5 Funktionsanalyse

Übersicht über die Themengebiete der Präsenzeinheiten

Nr.	Thema	Begriffe und Inhalte
PE13	Funktionsanalyse – Grenzwert von gebrochen rationalen Funktionen	Grenzwert von Funktionen, Grenzwertbestimmung von gebrochen rationalen Funktionen, Skizzieren von Funktionsgraphen
PE14	Unstetigkeitsstellen	Polstellen und behebbare Unstetigkeitsstellen (Lücken), Arten von Unstetigkeitsstellen, Gebrochen rationale Funktionen
PE15	Zuordnung Graphen zu Funktionsgleichung	Schaubilder von Funktionen anhand vieler Beispiele
PE16	Exponential- und Wachstumsfunktionen skizzieren	Grenzwert beschränktes bzw. logistisches Wachstum
PE17	Polynomfunktionen 3. / 4. Grades skizzieren	Skizzieren des Verlaufs aufgrund von Grenzverhalten

5.1 Präsenzeinheit 13

Inputphase (Hausübung):

Thema: Funktionsanalyse – Grenzwert von gebrochen rationalen Funktionen

Inputphase (Hausübung) - Material:

13.1	Grenzwerte Brüche	https://www.youtube.com/watch?v=0fcLOrfEj1A ¹⁰⁷
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video untersucht das Verhalten von gebrochen rationalen Funktionen im Unendlichen, d.h. von Funktionen, bei denen die unabhängige Variable x auch im Nenner vorkommt.
	<u>positiv:</u>	Sehr anschauliche Darstellung und Erklärung anhand dreier Beispiele (Grad Zähler größer Grad Nenner, Grad Zähler gleich Grad Nenner, Grad Zähler kleiner Grad Nenner), gut strukturiert, langsam aufgebaut und erarbeitet.
	<u>negativ:</u>	Eventuell wird das Video von manchen Sehern als etwas langatmig empfunden.
13.2	Funktionen Übersicht	https://www.youtube.com/watch?v=KUpG-11W8Jc ¹⁰⁸
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video habe ich zusätzlich noch ausgewählt, da es einen wirklich guten Überblick über fast alle Funktionstypen liefert und auch gleich eine Skizze, wie die Funktion skizziert wird.
	<u>positiv:</u>	Für einen kompakten Überblick wirklich nützlich.
	<u>negativ:</u>	-

Wichtige Begriffe: Übersicht über unterschiedliche Funktionsarten, Grenzwerte, Gebrochen rationale Funktionen, Asymptoten, Skizzieren des Graphen,

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Wie geht man bei der Bestimmung des Grenzwerts für gebrochen rationale Funktionen vor?
- Welchen Einfluss hat der Grad des Zählers bzw. der Grad des Nenners auf den Grenzwert der Funktion?

¹⁰⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=0fcLOrfEj1A> abgerufen am 8.10.2019

¹⁰⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=KUpG-11W8Jc> abgerufen am 25.8.2019

- Leite aus dem ersten Video ein allgemeines "Kochrezept" für die Grenzwertbestimmung her.

Präsenzphase:

Anders als in anderen Lektionen bringe ich in dieser Einheit als Input die Begriffe der Kurvendiskussion, soweit diese ohne Differenzialrechnung auskommen.

Kurvendiskussion (Teil 1)

- 1) Definitionsbereich
- 2) Nullstellen
- 3) Grenzwerte der Funktion für $x \rightarrow \pm\infty$
- 4) Polstellen: Grenzwerte für $x \rightarrow x_0^+, x \rightarrow x_0^-$
- 5) Schräge Asymptoten (Polynomdivision)
- 6) Skizzieren des Graphen

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ¹⁰⁹

Sk Bsp: 77)
84)
88)
91)

Hausübung

Sk S11/ Bsp: 91)

¹⁰⁹ Furtlehner (2017), S. 9-12

5.2 Präsenzeinheit 14

Thema: Funktionsanalyse – Unstetigkeitsstellen

Inputphase (Hausübung) - Material:

Information zu den gewählten Videos:

Das 1. Video fasst alle Arten von Unstetigkeitsstellen und hebbare Unstetigkeiten zusammen.

Im 2. Video sind speziell die ersten 1:30 Minuten neu, danach kommt nur noch Information, die den Schülerinnen und Schülern bereits bekannt sein sollte.

Das 3. Video dient den Schülerinnen und Schülern zur Wiederholung aller Untersuchungen bei gebrochen rationalen Funktionen (Keine Pflichtlektüre, jedoch auch sehenswert)

14.1	Polstellen, Lücken	https://www.youtube.com/watch?v=kvElk1RoQGo ¹¹⁰
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video werden die Nullstellen des Zählers, die Nullstellen des Nenners (Polstellen) und die gemeinsamen Nullstellen von Zähler und Nenner (behebbar Definitionslücke oder behebbar Unstetigkeit) erklärt und anhand von Beispielen erläutert.
	<u>positiv:</u>	Es werden ausführliche Definitionen gebracht und auch erklärt.
	<u>negativ:</u>	Der Autor gibt sehr viele Beispiele an, jedoch gibt er die Nullstellen des Zählers und die Nullstellen des Nenners an und nummeriert diese x- Werte durch, wodurch es zu einigen Verwirrungen kommen könnte.
14.2	Unstetigkeitsstellen	https://www.youtube.com/watch?v=XUnIpTvZcUE ¹¹¹
	<u>Inhalt:</u>	In den ersten 1:30 geht der Autor auf die Eigenheit von Sprungstellen ein. Der weitere Teil des Videos wiederholt nochmals die Definition und den Unterschied von behebbarer Unstetigkeit und Polstellen
	<u>positiv:</u>	Der Autor verwendet eine leicht nachvollziehbare Sprache und untermauert seine Ausführungen mit passenden Beispielen.
	<u>negativ:</u>	Am Ende des Videos geht er noch auf isolierte und wesentliche Singularitäten ein, die ich für meinen Unterricht nicht brauche. Knapp über 6 Minuten dieses Videos wären aus meiner Sicht ausreichend gewesen, den Rest hätte er in ein weiteres Video packen können.

¹¹⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=kvElk1RoQGo> abgerufen am 26.8.2019

¹¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=XUnIpTvZcUE> abgerufen am 26.8.2019

14.3 Gebrochen rationale Funktionen https://www.youtube.com/watch?v=CavYCwjn_no ¹¹²

Inhalt: Das Thema dieses Videos ist gebrochen rationale Funktionen und es geht nochmals auf alle bereits in den beiden vorangehenden Videos beinhalteten Definitionen ein, die mit weiteren Beispielen untermauert werden.

positiv: In diesem Video werden die Funktionen auch gleich mittels Geogebra dargestellt, sodass sich die Zuhörer die Funktionen auch grafisch veranschaulichen und vorstellen können.

Am Ende dieses Videos erklärt der Autor nochmals die Grenzwerte bei den Polstellen und erklärt sie als $x \rightarrow x_0 \pm h$. Diese Darstellung ist für die Schüler wahrscheinlich leichter nachvollziehbar als die von mir im Unterricht gebrachte $x \rightarrow x_0^+$ bzw. $x \rightarrow x_0^-$

negativ: Phasenweise etwas langatmig.

Wichtige Begriffe: behebbare Unstetigkeit, Sprungstelle, Polstelle, Lücke

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Was versteht man unter einer behebbaren Unstetigkeitsstelle?
- Was ist eine Sprungstelle und wie muss die zugehörige Funktion definiert sein?
- Nenne ein zusätzliches Beispiel für eine Sprungstelle!
- Gib ein nicht im Video vorkommendes Beispiel für eine behebbare Unstetigkeitsstelle an!

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ¹¹³

Sk Bsp: 92)
93)
94)

¹¹² https://www.youtube.com/watch?v=CavYCwjn_no abgerufen am 26.8.2019

¹¹³ Furtlehner (2017), S 12

5.3 Präsenzeinheit 15

Thema: Funktionsanalyse – Zuordnung Graphen zu Funktionsgleichungen

Inputphase (Hausübung) - Material:

In dieser Lektion sind ausnahmsweise mehr Videos für die Onlinephase angegeben, da diese einen sehr guten Überblick und praktische Beispiele zur Vertiefung des Themas liefern.

15.1	Funktionsgleichung	https://www.youtube.com/watch?v=z7UvgO0RcXM ¹¹⁴
	<u>Inhalt:</u>	Im ersten Video dieser Präsenzeinheit werden lineare Funktionen, Quadratische Funktionen und Polynomfunktionen 3. und 4. Grades anhand ihres Graphen bestimmt.
	<u>positiv:</u>	Zu jedem der aufgezeichneten Graphen wird die allgemeine Funktionsgleichung angegeben. Der Autor geht auch noch auf die Möglichkeit des Sattelpunktes bei einer Funktion 3. Grades ein.
	<u>negativ:</u>	Es wird nur eine Übersicht gebracht und keine exakte Funktionsgleichung bestimmt.
15.2	Schaubilder von Funkt.	https://www.youtube.com/watch?v=3TaM-tF1C9I ¹¹⁵
	<u>Inhalt:</u>	Schaubilder gebrochener rationaler Funktionen und deren Zusammenhang mit der Funktionsgleichung. Konkret geht es um das Aufstellen der Funktionsgleichung aus dem Schaubild.
	<u>positiv:</u>	Der Autor erklärt, wie man vorgeht, wenn man ein Schaubild einer gebrochen rationalen Funktion gegeben hat und daraus die Funktionsgleichung bestimmen möchte.
	<u>negativ:</u>	Nach dem 2. Beispiel findet das Video leider ein abruptes Ende.
15.3	Schaubilder von Funkt.	https://www.youtube.com/watch?v=TRbdQVhPRO0 ¹¹⁶
	<u>Inhalt:</u>	Auch in diesem Video werden Schaubilder von gebrochen rationalen Funktionen behandelt und gezeichnet.
	<u>positiv:</u>	Liefert eine andere Sichtweise auf diese Thematik.

¹¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=z7UvgO0RcXM> abgerufen am 26.8.2019

¹¹⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=3TaM-tF1C9I> abgerufen am 26.8.2019

¹¹⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=TRbdQVhPRO0> abgerufen am 26.8.2019

	<u>negativ:</u> Der Autor zeigt zwar Schaubilder und liefert Erklärungen dazu, aber leider schreibt er beim letzten Graphen mit zwei senkrechten Asymptoten die dazugehörige Funktionsgleichung nicht.
15.4	Schaubilder von Funkt. https://www.youtube.com/watch?v=D7xF0FtVKn8 ¹¹⁷
	<u>Inhalt:</u> In diesem Video geht man von der Skizze eines Graphen aus und versucht die dazu passende Funktionsgleichung aufzustellen.
	<u>positiv:</u> Die Herangehensweise ist sehr systematisch und nähert sich über die senkrechte und waagrechte Asymptote und der Betrachtung, ob ein Vorzeichenwechsel vorliegt, der Funktionsgleichung.
	<u>negativ:</u> -

Weitere Beispiele zum Selbststudium:

Die folgenden Videos dienen der Vertiefung des Themas „Zuordnung von Schaubildern zu Funktionsgleichungen“ und umgekehrt:

15.5	<u>Schaubild – Beispiel2</u>	https://www.youtube.com/watch?v=xXMewGCcoJc
15.6	<u>Schaubild – Beispiel3</u>	https://www.youtube.com/watch?v=Lv50ym74hk
15.7	<u>Schaubild – Beispiel4</u>	https://www.youtube.com/watch?v=I9NSEaU8K5c

Mathematik mit technischen Anwendungen 3 ¹¹⁸

Wichtige Begriffe: Zuordnung des Funktionsgraphen zu Funktionsgleichungen und umgekehrt. Graphen von gebrochen rationalen Funktionen

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ¹¹⁹

- Sk Bsp: 95)
- 96)
- 97)

¹¹⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=D7xF0FtVKn8> abgerufen am 26.8.2019

¹¹⁸ Sidlo, et.al. (2017), S. 54 - 77

¹¹⁹ Furtlehner (2017), S. 12-13

5.4 Präsenzeinheit 16

Thema: Funktionsanalyse – Exponential- und Wachstumsfunktionen

Inputphase (Hausübung) - Material:

16.1	Limes e^x	https://www.youtube.com/watch?v=U8EVEYDDFY0 ¹²⁰
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video erklärt und zeigt den Verlauf der Funktion e^x und liefert eine Erklärung für die Berechnung des Grenzwerts für sehr große bzw. sehr kleine x -Werte.
	<u>positiv:</u>	Übersichtliche Erklärung
	<u>negativ:</u>	-
16.2	Limes Abklingvorgang	https://www.youtube.com/watch?v=gtWVdA-o6Dk ¹²¹
	<u>Inhalt:</u>	Hier wird das Grenzverhalten eines Abklingvorgangs kurz erklärt.
	<u>positiv:</u>	Es wird anhand eines Beispiels das Grenzverhaltens eines exponentiellen Abklingvorgangs (Abkühlvorgang einer Tasse Kaffee) erklärt.
	<u>negativ:</u>	-
16.3	Logistisches Wachstum	https://www.youtube.com/watch?v=Jojf2hPnEqA ¹²²
	<u>Inhalt:</u>	Dieses Video thematisiert ein logistisches Wachstum und zeigt zu diesem Zweck den Graphen und die Funktionsgleichung. Der Grenzwert dieser Funktion ist die waagrechte Asymptote oder Schranke, bei der sich die Funktion danach einpendelt.
	<u>positiv:</u>	Der Autor geht auf die allgemeine Formel ein und bringt dazu ein konkretes Beispiel zum besseren Verständnis.
	<u>negativ:</u>	-

¹²⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=U8EVEYDDFY0> abgerufen am 23.8.2019

¹²¹ <https://www.youtube.com/watch?v=gtWVdA-o6Dk> abgerufen am 23.8.2019

¹²² <https://www.youtube.com/watch?v=Jojf2hPnEqA> abgerufen am 26.8.2019

16.4 Logistisches Wachstum <https://www.youtube.com/watch?v=okTwq17PZjM> ¹²³

Inhalt: Auch in diesem Video wird nochmals ein Beispiel zum logistischen Wachstum angeführt und detailliert beschrieben.

positiv: Die Erklärung ist sehr anschaulich.

negativ: -

Mathematik mit technischen Anwendungen 3 ¹²⁴

Zusatzhausübung: Die Schülerinnen und Schüler sollen auf ihren Rechnern Geogebra installieren, damit wir in der nächsten Präsentseinheit uns den Verlauf einiger Funktionen direkt in Geogebra anschauen können.

Wichtige Begriffe: Grenzwert von Wachstums- oder Zerfallsprozessen, Sättigungsfunktionen, logistisches Wachstum, begrenztes Wachstum

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ¹²⁵

Sk Bsp: 98)
100)
102)
104)
105)

¹²³ <https://www.youtube.com/watch?v=okTwq17PZjM> abgerufen am 23.8.2019

¹²⁴ Sidlo, et.al. (2017), S. 55

¹²⁵ Furtlehner (2017), S. 15

5.5 Präsenzeinheit 17

Thema: Funktionsanalyse – Polynomfunktionen 3. und 4. Grades skizzieren

Inputphase (Hausübung) - Material:

17.1	Graphen zuordnen	https://www.youtube.com/watch?v=oqs7wYbs1pU ¹²⁶
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video erklärt der Autor, wie man unter Verwendung der Nullstellen einer ganzrationalen Funktion oder Polynomfunktion den Graphen sehr einfach skizzieren kann, in dem man das Verhalten im Unendlichen untersucht.
	<u>positiv:</u>	Das Video zeigt in aller Kürze, wie man bei dieser Problemstellung vorgeht.
	<u>negativ:</u>	-
17.2	Graph skizzieren	https://www.youtube.com/watch?v=RG_Si2kEXnc ¹²⁷
	<u>Inhalt:</u>	In diesem Video wird anhand des Grenzwertens einer Polynomfunktion und der Nullstellen gezeigt, wie man den Graphen skizzieren kann.
	<u>positiv:</u>	In diesem Video wird sehr detailliert eine Polynomfunktion vom Grad 3 besprochen und gezeigt, wie man aus dem Grenzwertens und den Nullstellen den Graphen skizzieren kann.
	<u>negativ:</u>	Leider wird auf doppelte Nullstellen nur in einem kurzen Statement nebenbei eingegangen. Auch Polynomfunktionen vom Grad 4 kommen etwas zu kurz.
17.3	Doppelte und dreifache Nullstellen	https://www.youtube.com/watch?v=Lb5sQlgKDeU ¹²⁸
	<u>Inhalt:</u>	Der Autor erklärt in diesem Video die Bedeutung von einfachen, doppelten und dreifachen Nullstellen und deren Auswirkung auf den Verlauf des Graphen.
	<u>positiv:</u>	Die Begriffe werden gleich anhand dazu passender Beispiele erklärt und skizziert
	<u>negativ:</u>	Leider fehlt in diesem Video der Einfluss des Grenzwerts auf den Verlauf des Graphens.

¹²⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=oqs7wYbs1pU> abgerufen am 26.8.2019

¹²⁷ https://www.youtube.com/watch?v=RG_Si2kEXnc abgerufen am 8.10.2019

¹²⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=Lb5sQlgKDeU> abgerufen am 8.10.2019

Wichtige Begriffe: Polynomfunktion 3./4. Grades, Grenzverhalten, Nullstellen,

Beantwortung folgender Fragen nach Sichtung des Materials:

- Wie verhält sich ein Graph in einer einfachen, einer doppelten bzw. einer dreifachen Nullstelle?
- Warum benötigt man zum Skizzieren des Graphen bei gegebenen Nullstellen auch das Grenzverhalten?

Präsenzphase:

Zusammenfassung der wichtigsten Formeln, Definitionen aus der Inputphase

Übungsaufgaben:

Skriptum: Mathematik 3. Klasse ¹³⁰

Sk Bsp: 110)
111)
112)

¹²⁹ Sidlo, et.al. (2017), S. 64-65

¹³⁰ Furtlehner (2017), S. 19 - 20

6 Umsetzung

6.1 Zeitlicher Ablauf

Schul-woche	Kalender-woche	Datum	WSt	Thema	Detail
SW 1	KW36	4.9.2019 6.9.2019	2	Folgen und Reihen	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Zahlenfolgen • Arithmetische Folgen und Reihen
SW 2	KW37	9.9.2019 11.9.2019 13.9.2019 (2 Std.)	4	Folgen und Reihen	<ul style="list-style-type: none"> • Geometrische Folgen und Reihen • Alternierende Folgen, Summenschreibweise • LZK, Übungsstunde
SW 3	KW38	16.9.2019 18.9.2019 20.9.2019 (2 Std.)	4	Folgen und Reihen	<ul style="list-style-type: none"> • Monotonie und Schranken • Häufungspunkt, Konvergenz, Grenzwert • Lernzielkontrolle, Übungsstunde
SW 4	KW39	23.9.2019 25.9.2019 27.9.2019	3	Finanzmathematik	<ul style="list-style-type: none"> • Grenzwertsätze • Unendliche Folgen und Reihen, Summenformel • Zins- und Zinseszinsrechnung
SW 5	KW40	30.9.2019 2.10.2019 4.10.2019	3	Finanzmathematik	<ul style="list-style-type: none"> • Rentenrechnung (Teil I) • Rentenrechnung (Teil II) • Unterjährige Verzinsung,
SW 6	KW41	7.10.2019 9.10.2019 11.10.2019	3	Funktionsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Tilgungsplan, Annuitätentilgung • Übungsstunde, Lernzielkontrolle • Nochmals Rentenrechnung anhand zweier Beispiele

Schul- woche	Kalender- woche	Datum	WSt	Thema	Detail
SW 7	KW42	14.10.2019 16.10.2019 18.10.2019	3	Funktionsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsanalyse: Gebrochen rationale Funktionen, Grenzwert und Stetigkeit • Typen von Unstetigkeitsstellen, Verhalten im Unendlichen Zuordnung von Graphen zu Funktionsgleichungen • Zuordnung von Funktionsgleichungen zu Graphen
SW 8	KW43	21.10.2019 23.10.2019 25.10.2019	3	Funktionsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Verhalten von Exponential-, Wachstums- und Abklingfunktionen (Logistisches und beschränktes Wachstum) skizzieren • Polynomfunktionen skizzieren aufgrund markanter Punkte und Verhalten im Unendlichen

6.1 Erfahrungsbericht

Trotz immer wieder auftretender Schwierigkeiten mit dem Leistungspotential der von mir ausgewählten Klasse hielt ich in diesen 8 Wochen an dem Konzept des Flipped Classrooms fest.

Es zeigte sich gleich zu Beginn, dass mehrere Schüler mit dieser offensichtlich für sie neuen Selbstverantwortung nicht umgehen konnten. Sie erachteten die Vorgangsweise als Freibrief, keine Hausaufgaben machen zu müssen und erhofften sich, dass die Theorie sowieso im Rahmen der Präsenzeinheiten nochmals von mir wiederholt werden würde.

Um eine Ergebnissicherung zu erlangen bestand die Hausübung immer aus dem Ansehen der von mir ausgewählten Videos und der Beantwortung der vorgegebenen Fragen. Es zeigte sich, dass lediglich 2 Schüler die schriftliche Ausarbeitung der Fragen regelmäßig durchführte und weitere 3 sporadisch.

Es war also nicht weiter verwunderlich, dass die durchgeführten Lernzielkontrollen und auch die Schularbeit widerspiegeln, was auch mein gewonnener Eindruck war.

1. LZK, durchgeführt am 13.9.2019,

Thema: arithmetische und geometrische Folgen, Arithmetische Reihe

Zu erlangende Punkte	9	Prozent
Schüler 1	2,0	22
Schüler 2	4,0	44
Schüler 3	3,5	39
Schüler 4	6,5	72
Schüler 5	0,0	0
Schüler 6	-	-
Schüler 7	4,5	50
Schüler 8	0,0	0
Schüler 9	1,0	11
Schüler 10	0,0	0
Schüler 11	0,5	6
Schüler 12	7,0	78
Schüler 13	6,0	67
Schüler 14	0,0	0
Schüler 15	1,5	17
Schüler 16	0,0	0

Abb. 6: Ergebnisse der ersten LZK

Von 15 anwesenden Schülerinnen und Schülern waren 4 positiv, 11 negativ, davon wiederum erlangten 5 lediglich 0 Punkte.

2. LZK, durchgeführt am 20.9.2019,

Thema: Untersuchung von Zahlenfolgen, Bildungsgesetze, endliche geometrische Reihe

Zu erlangende Punkte	7	Prozent
Schüler 1	3	43
Schüler 2	-	-
Schüler 3	1	14
Schüler 4	7	100
Schüler 5	0	0
Schüler 6	-	-
Schüler 7	4	57
Schüler 8	2	29
Schüler 9	-	-
Schüler 10	0	0
Schüler 11	-	-
Schüler 12	3	43
Schüler 13	6	86
Schüler 14	5	71
Schüler 15	-	-
Schüler 16	-	-

Abb. 7: Ergebnisse der zweiten LZK

Von 10 anwesenden Schülerinnen und Schülern waren 3 positiv, 7 negativ, davon wiederum erlangten 2 lediglich 0 Punkte.

Aufgrund der schlechten Ergebnisse schob ich eine intensive Übungsstunde im Rahmen des Unterrichts ein. Außerdem bot ich der Klasse an, einen wöchentlichen Förderkurs bzw. Lernwerkstatt im Rahmen von weiteren 2 Wochenstunden abzuhalten. Es meldeten sich 8 Schülerinnen und Schüler zu dieser Lernwerkstatt an. Ich kann gleich vorwegnehmen, dass bis zu unserer 1. Schularbeit und der darauffolgenden Wiederholung der 1. Schularbeit die Lernwerkstatt in dieser Klasse nie stattgefunden hat – die Schülerinnen und Schüler machten von dem Angebot nicht Gebrauch und gingen lieber nach Hause.

3. LZK, durchgeführt am 9.10.2019,

Thema: Finanzmathematik: Zinseszinsrechnung, Rentenrechnung

Zu erlangende Punkte	5	Prozent
Schüler 1	0	0
Schüler 2	0	0
Schüler 3	2	40
Schüler 4	4	80
Schüler 5	0	0
Schüler 6	4	80
Schüler 7	1	20
Schüler 8	0	0
Schüler 9		
Schüler 10	0	0
Schüler 11	0	0
Schüler 12		
Schüler 13	0	0
Schüler 14	0	0
Schüler 15	2	40
Schüler 16	0	0

Abb. 8: Ergebnisse der dritten LZK

Von 14 anwesenden Schülerinnen und Schülern waren 2 positiv, 12 negativ, davon wiederum erlangten 9 lediglich 0 Punkte.

Für die vor den Herbstferien verbleibenden 14 Tage entschloss ich mich, das Konzept weiter wie geplant durchzuziehen. In jeder Präsenzeinheit machte ich den Schülerinnen und Schülern klar, dass ihr aktiver Beitrag im Anschauen der ausgewählten Videos und Beantworten einiger Fragen bestand.

Ein kleiner Funke Resthoffnung bestand darin, dass der Schularbeitstermin so gelegt war, dass zumindest theoretisch die Möglichkeit bestand, sich in den Herbstferien mit den Videos auf die Schularbeit vorzubereiten. Am Montag nach den Ferien meinte in etwa die Hälfte der Klasse, dass sie bereits etwas gelernt hatten.

1. SA, durchgeführt am 6.11.2019,

Stoff: Arithmetische und geometrische Folgen und Reihen

Finanzmathematik (Zinseszinsrechnung, Rentenrechnung, Tilgungsplan)

Funktionsanalyse: Untersuchung von gebrochen rationalen Funktionen, Verhalten im Unendlichen, Grenzwert Skizzieren von Exponentialfunktionen, begrenztem und logistischen Wachstum

Zu erlangende Punkte	23	Prozent	Note
Schüler 1	4	17	5
Schüler 2	5	22	5
Schüler 3	6	26	5
Schüler 4	7,5	33	5
Schüler 5	7	30	5
Schüler 6	7	30	5
Schüler 7	6	26	5
Schüler 8	11	46	5
Schüler 9	6	26	5
Schüler 10	6	26	5
Schüler 11	3	13	5
Schüler 12	16	67	3
Schüler 13	16	70	3
Schüler 14	6,5	28	5
Schüler 15	4,5	20	5
Schüler 16	2,5	11	5

Abb. 9: Ergebnisse der ersten SA

Von 16 anwesenden Schülerinnen und Schülern waren 2 positiv und 14 negativ, niemand erlangte 0 Punkte

Das Ergebnis interpretiere ich so, dass zwar alle angefangen hatten zu lernen, dass es in der kurzen Zeit jedoch nicht möglich war, die Versäumnisse wett zu machen. Die beiden positiven Leistungen wurden von den Schülern geschrieben, die von Anfang das Konzept des flipped classrooms umgesetzt haben und somit auch den Übungsbeispielen in der Präsenzphase folgen konnten.

1. SA (WH), durchgeführt am 13.11.2019

Zu erlangende Punkte	25	Prozent	Note
Schüler 1	3,5	14	5
Schüler 2	11	44	5
Schüler 3	14	54	4
Schüler 4	17	68	3
Schüler 5	13	52	4
Schüler 6	14	56	4
Schüler 7	7,5	30	5
Schüler 8	17	66	3
Schüler 9	3	12	5
Schüler 10	8	32	5
Schüler 11	9,5	38	5
Schüler 12	9	36	5
Schüler 13	21	82	2
Schüler 14	8,5	34	5
Schüler 15	8	32	5
Schüler 16	8	32	5

Abb. 10: Ergebnisse der Wiederholung der ersten SA (WH)

Von 16 anwesenden Schülerinnen und Schülern waren 6 positiv und 10 negativ, 1 Schüler, der bereits beim regulären Termin positiv war, gab seine Arbeit nach 40 Minuten ab und ging – er war nicht darauf aus, seine Leistung zu verbessern. Die meisten Schülern lieferten beim zweiten Anlauf ein besseres Ergebnis ab.

Bereits nach der 1. SA besprach sich die Klasse mit der Klassenvorständin und legte ihre Wunschliste in einem gemeinsamen Gespräch mit der Klassenvorständin, einem Vertreter der Klasse und mir vor. Darin enthaltene Wünsche / Forderungen:

- Beispiele auf Schularbeitsniveau in der Schule
- Schwierige Beispiele in der Schule rechnen
- Mehr an der Tafel selbst rechnen

6.2 Lessons learned

Aus diesem ersten Versuch, das Konzept des flipped classrooms umzusetzen, nehme ich für mich viele wertvolle Erfahrungen mit und möchte im nächsten Schuljahr einen neuerlichen Versuch starten, dieses Konzept zu verwirklichen.

Was werde ich voraussichtlich beibehalten?

An der Aufteilung für den zugrundeliegenden Stoff werde ich wahrscheinlich nichts verändern. Das Videomaterial sollte in 10 Minuten, maximal 15 Minuten angeschaut werden können. Um nachhaltig festzustellen, ob die Lernenden auch tatsächlich das Videomaterial angesehen haben, werde ich weiterhin einige Fragen zu den Inhalten stellen.

Den Ablauf der Präsenzeinheit werde ich nicht grundsätzlich neu planen. In der Planung waren jedoch immer zu viele Übungsbeispiele enthalten. Ich werde diese nochmals durchforsten und darauf achten, dass die Anzahl der Beispiele in einer Stunde schaffbar ist und die Aufgaben unterschiedliche Schwierigkeitsgrade darstellen.

Was habe ich vor zu ändern?

Einige gravierende Änderungen im Bereich der Ergebnissicherung möchte ich auf jeden Fall umsetzen.

Zunächst muss ich mir ein Procedere überlegen, wie ich gewährleisten, dass die Schülerinnen und Schüler die Videos tatsächlich schauen. Dazu kann ich mir vorstellen, dass sie ein Lerntagebuch führen oder die Zusammenfassung der Inhalte in ein Schulübungsheft übertragen, dass ich engmaschig auf Vollständigkeit hin kontrollieren muss. Das Nicht-Auseinandersetzen mit dem Stoff muss für die Schülerinnen und Schüler spürbare Konsequenzen nach sich ziehen (z.B. negativer Einfluss auf die Mitarbeit)

Bei den vielen Videos, die ich für diese Arbeit angesehen hatte, fiel mir auf, dass es das perfekte Video für den zu vermittelnden Inhalt nicht im Internet gibt. Diese Erkenntnis ist natürlich nicht überraschend, jedoch mangelte es mir an Zeit, die Videos selbst zu erstellen. Ich bin der Meinung, dass nur wenn ich mich selbst um das Skript des Videos kümmere, ich auch davon ausgehen kann, dass das jeweilige Thema so erklärt wird, wie ich es im Frontalunterricht auch tun würde. Deshalb werde ich in der Vorbereitung für das nächste Schuljahr beginnen, die Videos selbst anzufertigen.

7 Quellenverzeichnis

Videoverzeichnis

Nr.	<u>Tite Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von-bis
1.1	<u>Folgen Übersicht</u>	https://www.youtube.com/watch?v=58FYJDFdXQc	4.8.2019	xhochnde	10:30
		Allgemeine Einführung, arithmetische Folge, Geometrische Folge, Beispiele			
1.2	<u>Definition Folge</u>	https://www.youtube.com/watch?v=7gnFGMkwQ0Y	4.8.2019	thesimpleclub	5:36
		Definition Folge, „mathematisch“ mit Abbildung erklärt			0:00 – 4:38
1.3	<u>Folgen und Reihen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=5jWz0rk8rQ	4.8.2019	Stephan Müller	15:33
		Allgemeine Einführung, Folgen und Reihen			0:00 - 7:34
2.1	<u>Folgen Übersicht</u>	https://www.youtube.com/watch?v=yr5nnZud5ao	4.8.2019	Daniel Jung	3:46
		Allgemeine Definition, Arithmetische und geometrische Folgen, rekursive Definition, Bildungsgesetz, beschreibende Eigenschaft			
2.2	<u>Von der Folge zur Reihe</u>	https://www.youtube.com/watch?v=qVv_y5sJgkk	4.8.2019	Daniel Jung	2:59
		Arithmetische Folge, Arithmetische Reihe, Summenschreibweise			
2.3	<u>Reihenübersicht</u>	https://www.youtube.com/watch?v=a6ng4jUTahA	4.8.2019	Daniel Jung	3:00
		Arithmetische Reihe, Summenschreibweise			
2.4	<u>Von der Folge zur Reihe</u>	https://www.youtube.com/watch?v=bywcth5o3a8	4.8.2019	thesimpleclub	5:21
		Arithmetische Reihe, Summenschreibweise			

Nr.	<u>Tite Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von-bis
3.1	<u>Summenformel herleiten</u>	https://www.youtube.com/watch?v=YN6ww2pVoGk	5.8.2019	Kurt Stöser	10:27 2:24 – 10:27
		1 Teil des Videos erklärt Summenformel für arithmet. Reihe, 2. Teil für geometrische			
3.2	<u>Geometrische Reihe</u>	https://www.youtube.com/watch?v=zjE64WfoGnA	5.8.2019	MathePeter	6:00 0:00 – 3:20
		Summenformel für geometrische Reihe herleiten			
4.1	<u>Summenzeichen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=FRT9Cz6L00M	6.8.2019	MathePeter	8:51
		Erklärung Summenschreibweise			
4.2	<u>Summenzeichen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=yFB2eD5Gbf0	6.8.2019	xhochn	12:38
		Erklärung Summenschreibweise			
5.1	<u>Monotonie und Schranken</u>	https://www.youtube.com/watch?v=li0b3L5UWZw	11.8.2019	thesimpleclub	5:50
		Monotonie: steigende (wachsende) und fallende Folgen, Obere / untere Schranken			
6.1	<u>Häufungspunkt</u>	https://www.youtube.com/watch?v=TzxMXUDZ39k	8.8.2019	Thesimpleclub	4:42
		Häufungspunkt, ϵ – Umgebung, Grenzwert			
6.2	<u>Grenzwert bestimmen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=hLk2ujAk1pk	8.8.2019	Daniel Jung	4:01
		Folgen auf Grenzwerte untersuchen			
6.3	<u>Konvergent, divergent</u>	https://www.youtube.com/watch?v=DhVc5kFMvXU	13.8.2019	Daniel Jung	3:04
		Grenzwert, Limes			

Nr.	<u>Tite Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von- bis
7.1	<u>Grenzwertsätze</u>	https://www.youtube.com/watch?v=XIIGJTkkyA Grenzwertsätze	13.8.2019	Daniel Jung	2:15
7.2	<u>Grenzwertsätze</u>	https://www.youtube.com/watch?v=QduKIYMKI3k Grenzwertsätze	13.8.2019	StrandMathe	5:50
8.1	<u>Geometrische Reihen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=zjE64WfoGnA& Summenformel für unendliche geometrische Reihe herleiten	5.8.2019	MathePeter	6:00 3:20 – 6:00
8.2	<u>Unendliche geom. Reihe</u>	https://www.youtube.com/watch?v=b9kNJS6FNBY Erklärung Summenformel der unendlichen geometrischen Reihe anhand von Beispielen	24.9.2019	MrYouMath	6:22
9.1	<u>Zins und Zinsrechnung</u>	https://www.youtube.com/watch?v=Os7DfuMkl4c	13.8.2019	Thesimpleclub	3:54
9.2	<u>Zinseszinsformel</u>	https://www.youtube.com/watch?v=8rUu3ySQfZY Erklärung Zinseszinsrechnung	24.9.2019	Mathehilfe24	6:17
10.1	<u>Grundlagen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=3_qXYFolcpY Barwert, Endwert, aufzinsen, abzinsen, Formeln	17.8.2019	NachhilfeTV	3:23
10.2	<u>Rentenrechnung</u>	https://www.youtube.com/watch?v=M1XUr6ssAUA Achtung: bei Beschriftung aufpassen! Trennung in Phasen (ansparen und auszahlen)	17.8.2019	Daniel Jung	4:04
10.3	<u>Rentenendwert</u>	https://www.youtube.com/watch?v=mNHZzA1O5UY Achtung: bei Beschriftung aufpassen! Berechnung Kapital nach n Jahren, Rente ansparen	17.8.2019	Daniel Jung	4:50

Nr.	<u>Tite Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von- bis
10.4	<u>Rentenbarwert</u>	https://www.youtube.com/watch?v=cddzHGk555Y	17.8.2019	Daniel Jung	5:30
		Achtung: bei Beschriftung aufpassen! Rente auszahlen, Zusammenhang Barwert, Endwert			
11.1	<u>Unterjährige Verzinsung</u>	https://www.youtube.com/watch?v=OQGu0wNavdQ	17.8.2019	Alexander Stöger	4:08
		Formel zur Berechnung des Zinssatzes bei unterjähriger Verzinsung			
11.2	<u>Äquivalenzprinzip</u>	https://www.youtube.com/watch?v=99hrfKX4aMw	24.9.2019	eEducation eTapas	4:07
		Herleitung der Formel zur unterjährigen und stetigen Verzinsung			
12.1	<u>Annuitätentilgung</u>	https://www.youtube.com/watch?v=jnPwPcwOK-k	22.8.2019	Bibukurse.de	8:42
		Erklärt die Vorgangsweise bei der Annuitätentilgung			
12.2	<u>Tilgungsplan berechnen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=4hvqnmA6vH4	22.8.2019	Daniel Jung	3:32
		Formel zur Ermittlung der Annuität, Tilgungsplan aufstellen			

Nr.	<u>Tite</u> <u>Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von-bis
13.1	<u>Grenzwerte Brüche</u>	https://www.youtube.com/watch?v=0fcLOrfEj1A	8.10.19	Lyrelda	8:47
		Erklärung des Limes anhand dreier Beispiele			
13.2	<u>Funktionen Übersicht</u>	https://www.youtube.com/watch?v=KUpG-11W8Jc	25.8.19	Daniel Jung	6:28
		Funktionsstypen mit Erklärung und Skizzen			
14.1	Polstellen, Lücken	https://www.youtube.com/watch?v=QkpP_UCaYGo	26.8.19	Koonys Schule	3:15
		Ausführliche Erklärung von Polstellen und Lücken, behebbare Unstetigkeitsstelle			
14.2	Unstetigkeitsstellen	https://www.youtube.com/watch?v=XUnIpTvZcUE	26.8.19	MathePeter	7:22
		Übersicht über alle Unstetigkeiten inkl. Graphen anhand von Beispielen			
14.3	Gebrochen rationale Funktionen	https://www.youtube.com/watch?v=CavYCwjn_no	26.8.19	JeanHilftDir	18:41
		Ausführliche Erklärung von Polstellen und Lücken, behebbare Unstetigkeitsstelle			
15.1	Funktionsgleichung	https://www.youtube.com/watch?v=z7UvgO0RcXM	26.8.19	Daniel Jung	4:01
15.2	<u>Schaubilder von Funktionen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=3TaM-tF1C9I	26.8.19	Michael Kraus	3:36
15.3	<u>Schaubilder von Funktionen</u>	https://www.youtube.com/watch?v=TRbdQVhPRO0	26.8.19	Mathe-Seite	3:32
		Standard-Hyperbel, quadratische Hyperbel			
15.4	<u>Schaubild – Beispiel1</u>	https://www.youtube.com/watch?v=D7xF0FtVKn8	26.8.19	Mathe-Seite	3:51
		Aus dem Graphen die Funktionsgleichung ermitteln			

Nr.	<u>Tite</u> <u>Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von-bis
15.5	<u>Schaubild – Beispiel2</u>	https://www.youtube.com/watch?v=xXMewGCcoJc Hebbare Lücke, Polstelle, Graph zeichnen	26.8.19	Michael Kraus	6:19
15.6	<u>Schaubild – Beispiel3</u>	https://www.youtube.com/watch?v=_Lv50ym74hk Hebbare Lücke, Polstelle, Graph zeichnen	26.8.19	Mathe-Seite	7:25
15.7	<u>Schaubild – Beispiel4</u>	https://www.youtube.com/watch?v=I9NSEaU8K5c Hebbare Lücke, Polstelle, Graph zeichnen	26.8.19	Mathe-Seite	8:53
16.1	Limes e^x	https://www.youtube.com/watch?v=U8EVEYDDFY0 Grenzwert der Exponentialfunktion	23.8.19	Daniel Jung	4:21
16.2	Limes Abklingvorgang	https://www.youtube.com/watch?v=gtWVdA-o6Dk Grenzverhalten bei Abklingvorgang	23.8.19	Daniel Jung	3:04
16.3	Logistisches Wachstum	https://www.youtube.com/watch?v=Jof2hPnEqA Beispiel logistisches Wachstum	26.8.19	Daniel Jung	3:53
16.4	Logistisches Wachstum	https://www.youtube.com/watch?v=okTwwq17PZjM Erklärung logistisches Wachstum	23.8.19	Daniel Jung	5:54
17.1	Polynomfunktion	https://www.youtube.com/watch?v=oqs7wYbs1pU Graph skizzieren mit Nullstellen und Limes	26.8.19	Daniel Jung	3:26
17.2	Ganzrationale Funktionen	https://www.youtube.com/watch?v=RG_Si2kEXnc Übersicht ganzrationale Funktionen skizzieren, Graphen zuordnen	8.10.2019	Daniel Jung	5:39

Nr.	<u>Tite</u> <u>Inhalt</u>	Link Schlagworte	Datum download	Autor	Dauer relevant von-bis
17.3	Doppelte und dreifache Nullstellen	https://www.youtube.com/watch?v=Lb5sQlgKDeU	8.10.2019	Daniel Jung	3:38

Literaturverzeichnis

- Baker, J.W. (2000). *The „Classroom Flip“: Using the Web course management tools to become the guide by the side*. In Chambers, J.A. (Ed.): *Selected Papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning*. Jacksonville, Florida: Florida Community College at Jacksonville: S. 9 – 15
- Bergman, J., Sams, A. (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Washington, DC: ISTE.
- Brandhofer, G. (2019). *Vom Video zum Lernvideo: Die Vorbereitungsphase im Flipped Classroom lernwirksam gestalten*, In J. Buchner, S. Schmid (Hrsg.), *Flipped Classroom Austria ... und der Unterricht steht Kopf*. Brunn am Gebirge: Ikon VerlagsgesmbH., S. 31 – 44
- Buchner J., Schmid, S. (2019). *Flipped classroom Austria ... und der Unterricht steht Kopf*. Brunn am Gebirge: Ikon VerlagsgesmbH.
- Denninger, M., (2019). *Flipped Classroom im Mathematikunterricht mit Teams und OneNote*. In J. Buchner, S. Schmid (Hrsg.), *Flipped Classroom Austria ... und der Unterricht steht Kopf*. Brunn am Gebirge: Ikon VerlagsgesmbH., S. 93 – 102
- Furtlehner, M., (2017). *Mathematik HTL Spengergasse 3. Klasse*. Beispielsammlung.
- Schäfer, A.M., (2012). *Das Inverted Classroom Model*. In J. Handke & A.Sperl (Hrsg.), *Das Inverted Classroom Model: Begleitband zur ersten deutschen ICM – Konferenz*. München: Oldenbourg.
- Schallert, S. (2015). *„Das umgedrehte Klassenzimmer – Traum oder Wirklichkeit?“ – Mathematik unterrichten mit dem Flipped Classroom-Konzept*. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Schallert, S. (2019). *Umgedrehter Mathematikunterricht an der BHAK Wien 11*. In J. Buchner, S. Schmid (Hrsg.), *Flipped Classroom Austria ... und der Unterricht steht Kopf*. Brunn am Gebirge: Ikon VerlagsgesmbH., S. 139 – 147
- Stangl, P., (2019). *Von den EduDays zu mathematik rocks – Die Evaluation meines Flipped Classrooms*, In J. Buchner, S. Schmid (Hrsg.), *Flipped Classroom Austria ... und der Unterricht steht Kopf*. Brunn am Gebirge: Ikon VerlagsgesmbH., S. 185 – 197

Sidlo, E., Puhm, U., Steinmair, C., Camilo, C., Drs, W., Pollack-Drs, S., Wymlatil, G.
(2017). *Mathematik mit technischen Anwendungen, Band 3. Neu nach Lehrplan
2015*. Wien: Höderl-Pichler-Tempsky GmbH.

Onlinequellen

Bildquelle: Washington State University, Center for Teaching and Learning. *Flipping the classroom*. Abgerufen am 28.12.2019 von <https://www.washington.edu/teaching/topics/engaging-students-in-learning/flipping-the-classroom/>

Bildquelle: Universität Würzburg. *Kognitive Lernziel-Taxonomie nach Benjamin Bloom*. Abgerufen am 13.1.2020 von <https://www.uni-wuerzburg.de/lehre/lehren/lernziele/>

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Darstellung Traditioneller Unterricht vs. Flipped Classroom Modell</i>	<i>12</i>
<i>Abb 2: Gegenüberstellung Arbeitszeit beim traditionellen Unterricht vs. Flipped Classroom Modell</i>	<i>13</i>
<i>Abb 3: Bloom's Taxonomy of Educational Objectives</i>	<i>19</i>
<i>Abb. 4: Stundentafel der Fachrichtung Wirtschaftsingenieure – Technisches Management</i>	<i>27</i>
<i>Abb. 5: Lehrstoff für das Wintersemester des 3. Jahrgangs (5. Semester)</i>	<i>28</i>
<i>Abb. 6: Ergebnisse der ersten LZK.....</i>	<i>71</i>
<i>Abb. 7: Ergebnisse der zweiten LZK.....</i>	<i>72</i>
<i>Abb. 8: Ergebnisse der dritten LZK</i>	<i>73</i>
<i>Abb. 9: Ergebnisse der ersten SA</i>	<i>74</i>
<i>Abb. 10: Ergebnisse der Wiederholung der ersten SA (WH)</i>	<i>75</i>

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Einführung der Flipped Classroom Methode im Mathematik-Unterricht in einer HTL und gliedert sich in einen theoretischen und einen praktischen Teil.

Im ersten Teil der Arbeit wird das Konzept des Flipped Classrooms theoretisch beleuchtet. Dabei wird zunächst auf die Entstehungsgeschichte des Vorläufers dieses Modells eingegangen und dann die Weiterentwicklung unter dem heute bekannten Begriff wiedergegeben.

In weiterer Folge werden die zu beachtenden Punkte bei der Erstellung oder Auswahl geeigneter Erklärvideos angegeben und Berichte über den Einsatz dieser Methode im Mathematik-Unterricht angeführt.

Im zweiten Teil der Arbeit findet sich die Ausarbeitung der Vorbereitung der Stunden für die ersten acht Schulwochen für die gewählte Schulstufe. Dieser praktische Teil kann aufgrund der Thematik weiter in zwei Bereiche gegliedert werden. Im Rahmen der Stundenausarbeitung sind sowohl alle Videos angeführt, die von den Schülerinnen und Schülern anzusehen sind als auch die Beispiele, die dann in der Präsenzphase zu bearbeiten sind.

Abstract

This diploma thesis is dealing with the implementation of the flipped classroom method in teaching mathematics at a technical high school and is divided into a theoretical and a practical part.

In the first part of the thesis, the concept of the flipped classroom is theoretically examined. First, the history of the origin of this model's predecessor is discussed and then the further development leading to the term known today is given.

Subsequently, the points to be observed when creating or selecting suitable explanatory videos are presented and reports on the use of this method in mathematics lessons are given.

In the second part of the thesis you will find the lesson plans for the selected school level for the first eight weeks of school. This practical part can be further divided into two areas based on the topic. In the course of the lesson, all videos are mentioned that can be viewed by the pupils as well as the examples that are then to be worked on in the classroom are mentioned.