

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Lern-Apps im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I:
Eine empirische Untersuchung des Lernzuwachses beim
Einsatz der Lern-App GeoGebra Rechner Suite im
Unterricht verglichen zu traditionellem Unterricht“

verfasst von / submitted by

Magdalena Edlinger, BSc BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna 2023

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

UA 199 520 525 02

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

Masterstudium Lehramt Sek (AB) UF Mathematik
UF Psychologie und Philosophie

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. Andreas Ulovec

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank an all jene Personen zum Ausdruck bringen, welche mich während der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Mag. Dr. Ulovec, welcher mich durch den gesamten Masterarbeitsprozess – von der Themenfindung bis hin zur Fertigstellung der Arbeit – mit seiner fachliche Expertise, seiner Geduld und seinem fortlaufenden und konstruktiven Feedback begleitet hat und eine große Unterstützung war.

Ebenso möchte ich mich bei meiner Direktorin Mag.^a Jöbstl und meiner Kollegin Mag.^a Paulovics bedanken, welche die Realisierung meiner empirischen Untersuchung an der Schule ermöglicht haben.

Abschließend bedanke ich mich bei meiner Familie, bei meinen Freundinnen und Freunden und bei meinem Freund David, die mir eine große emotionale Stütze waren und mir stets Mut und Zuversicht zugesprochen haben und immer für mich da waren.

Zusammenfassung

Der thematische Schwerpunkt der vorliegenden Masterarbeit ist der Einsatz digitaler Medien im Unterricht, mit Fokus auf die App GeoGebra Rechner Suite und deren Auswirkungen auf Schülerinnen und Schüler. Hinsichtlich der Auswirkungen soll erforscht werden, ob sich der Lernzuwachs von Lernenden unter Einsatz digitaler Medien im Unterricht vom Lernzuwachs von Lernenden, die an traditionellem Unterricht teilnehmen, unterscheidet.

Im ersten Abschnitt dieser Masterarbeit werden die theoretischen Grundlagen des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht und deren Konsequenzen auf die Lernenden vorgestellt. Dieses theoretische Fundament beinhaltet einen kurzen Abriss über die Digitalisierungsgeschichte in Schulen, die Rolle der Lehrperson und die Auswirkungen der Verwendung digitaler Tools im Unterricht. Weiters wird genauer auf Apps eingegangen und Auswahlkriterien, sowie das Gütesiegel für Apps vorgestellt. Zusätzlich werden Theorien der Lernpsychologie, sowie Themen der Motivation und das selbstregulierte Lernen behandelt.

Im empirischen Abschnitt dieser Arbeit wird eine quantitative Vergleichsstudie in zwei zweiten Klassen (sechste Schulstufe) einer AHS-Unterstufe im Bundesland Wien im Unterrichtsgegenstand Mathematik durchgeführt. Zu Beginn erfolgt eine Erhebung zur Messung des Ist-Standes. Anschließend folgt der Beobachtungszeitraum, in welchem dasselbe mathematische Thema in einer Klasse mit digitalen Medieneinsatz und in der anderen Klasse ohne digitalen Tools unterrichtet werden soll. Abschließend findet eine weitere Erhebung statt, um den Wissenstand der Schülerinnen und Schüler festzustellen. Aus der Differenz der erreichten Punkte dieser zwei Erhebungen zeigt sich der Lernzuwachs, welcher verglichen wird, um der Frage nachzugehen, ob digitale Medien zu einem besseren, schlechteren oder ähnlichen Ergebnis führen als der traditionelle Unterricht. Die Auswertung der Daten erfolgt mithilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel (Version 2018), sowie der Statistik- und Illustrationssoftware GraphPad Prism 8.3.0.

Die empirische Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass es keinen statistisch signifikanten Unterschied beim Lernzuwachs zwischen den beiden Klassen gibt. Daraus lässt sich ableiten, dass der Einsatz von digitalen Medien einerseits zu keinem schlechteren Ergebnis in Hinblick auf die Leistung der Schülerinnen und Schülern führt, andererseits jedoch auch keinen Garant für höhere Lernergebnisse darstellt.

Abstract

The emphasis of this master thesis is the use of digital media in school lessons and their impact on the students. Regarding digital media, a particular focus lies on the app GeoGebra Rechner Suite and regarding the impact, this master thesis specializes on knowledge gain of the students. For this purpose, we aim to compare the knowledge gain between students that use digital media in class and students that participate in traditional lessons to assess a potential difference in their knowledge gain.

In the first section of this thesis, the theoretical fundamentals regarding digital media, its use in the classroom as well as its impact on the students, will be introduced. This theoretical frame includes a short outline of the history of digitalisation in schools, the role of the educator and the impact of the application of digital media in the classroom, that contains positive effects and challenges. Further, this master thesis presents selection criteria and the quality label for apps. Additional topics include educational psychology, motivation and self-regulated studying.

The empirical section of this thesis consists of a quantitative comparative study. The study is conducted through assessments of the state of knowledge in two separate classes within the secondary level I ("Sekundarstufe I") in the subject mathematics. The study participants are students of two second classes (6th school stage) of a secondary school in Vienna. The comparison is conducted between both classes. At the beginning of the study a baseline assessment will be performed after which an observation period follows. In this period, the same mathematical topic is taught in one class using digital media and through traditional methods in the other class. Afterwards, another assessment will take place to measure the state of knowledge of the students. The difference of the achieved points in each assessment is used to quantify the knowledge gain of the students. These results will be analysed to answer the question whether the use of digital media leads to an improvement or a worsening of the learning outcome or rather leads to a similar result compared to traditional lessons. For data analysis, Microsoft Excel (Version 2018) and GraphPad Prism 8.3.0 are used.

The empirical study shows no statistically significant differences regarding the knowledge gain between both classes. We conclude that the use of digital media did not worsen the students' performance, although it did not improve their learning results either.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Die Geschichte der Digitalisierung	3
2.1. Der Einzug der Digitalisierung in die Schule	3
2.2. Ein Blick in die Zukunft.....	7
3. Digitale Grundbildung in der Sekundarstufe I.....	10
3.1. 8-Punkte-Plan für die Digitalisierung.....	11
3.2. Digitale Bildung im Lehrplan.....	14
3.2.1. AHS-Unterstufen Lehrplan im Fach Mathematik.....	17
3.3. Digitale Medien und Lehrpersonen.....	18
3.3.1. Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Lehramtsausbildung	19
3.3.2. Faktoren, die den Einsatz digitaler Medien von Lehrpersonen fördern/hemmen	21
4. Digitale Medien im Mathematikunterricht	26
4.1. Apps und andere digitale Medien	27
4.1.1. Auswahlkriterien bei Apps für den Einsatz im Unterricht	28
4.1.2. Gütesiegel für Apps des Bildungsministeriums	30
4.1.3. Apps und digitale Medien aus lernpsychologischer Perspektive	32
4.1.3.1. Die Theorie der kognitiven Belastung.....	32
4.1.3.2. Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer	36
4.1.3.3. Das Modell des Text- und Bildverständnisses von Schnotz und Bannert	39
4.1.4. Andere digitale Medien	40
4.2. Einsatz von digitalen Medien und Apps im Unterricht.....	41
4.3. Die Rolle der Lehrperson bei der Nutzung von digitalen Medien im Unterricht	44
4.4. Auswirkungen des Einsatzes von digitalen Medien im Unterricht.....	47
4.4.1. Motivation.....	47
4.4.1.1. Intrinsische Motivation versus extrinsische Motivation	48
4.4.1.2. Förderung der Motivation mithilfe von digitalen Medien	49
4.4.1.3. Selbstreguliertes Lernen	51
4.4.2. Lernerfolg.....	53
4.4.3. Möglichkeiten zur Differenzierung	55
4.4.4. Schwierigkeiten beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht	58
5. Empirische Untersuchung	60
5.1. Vorbereitungen.....	60

5.2. Deskriptive Beschreibung der Stichprobe	61
5.3. Studiendesign	62
5.3.1. Ist-Stand-Erhebung	62
5.3.2. Beschreibung der verwendeten App	63
5.3.3. Digitale Medien versus traditioneller Unterricht.....	64
5.3.4. Erhebung des Lernzuwachses	65
5.4. Statistische Auswertung der Daten	66
5.4.1. Deskriptive Statistik	66
5.4.2. Ergebnisse	70
6. Diskussion.....	72
6.1. Limitierungen der empirischen Untersuchung.....	72
6.2. Ausblick.....	75
6.3. Fazit.....	78
7. Literaturverzeichnis	79
8. Abbildungsverzeichnis.....	87
9. Tabellenverzeichnis	87
10. Anhang.....	88
10.1. Einverständniserklärung an die Direktorin.....	88
10.2. Einverständniserklärung an die Eltern.....	89
10.3. Angabe der Ist-Stand-Erhebung	90
10.4. Angabe der Enderhebung.....	92

1. Einleitung

In den letzten Jahren haben sich digitale, allen voran soziale Medien, schnell und weitreichend ausgebreitet und finden sowohl in der Arbeitswelt als auch im privaten Bereich häufig Verwendung. Im Bildungssektor kommt die Frage auf, inwiefern digitale Medien neue Potentiale für die Unterrichtsgestaltung und das Lernen der Schülerinnen und Schüler mit sich bringen (Mürner & Polexe, 2014). Die Nutzung von digitalen Medien im Unterricht zählt schon lange nicht mehr als neue Idee, jedoch findet die Verwendung digitaler Tools nur langsam Einzug in die Schule und ist noch nicht regelmäßig im täglichen, routinierten Schulablauf integriert. Sowohl Lehrpersonen als auch Forscherinnen und Forscher in der Wissenschaft setzen sich mit der Frage auseinander, ob der Einsatz digitaler Medien im Unterricht einen Mehrwert oder gar negative Effekte zur Folge hat (Hillmayr, Reinhold, Ziernwald, & Reiss, 2017). Die COVID-19-Pandemie hat die bereits um sich greifende Digitalisierung noch beschleunigt: Private persönliche Kontakten erfolgen in Zeiten der Pandemie über digitale Medien, das Berufsleben findet zum großen Teil im Homeoffice statt, Einkäufe in Geschäften werden durch Online-Shopping ergänzt oder ersetzt und auch Events und Kulturveranstaltungen finden in online Formaten statt (Knackstedt, Di Maria, Kolomitichouk, & Sander, 2022). „Die Allgegenwart des digitalen Wandels ist mit der Pandemie erheblich augenscheinlicher geworden“ (Knackstedt, Di Maria, Kolomitichouk, & Sander, 2022, S.3). Die COVID-19 Pandemie, welche ihren Beginn in Österreich im Frühjahr 2020 hatte, führte zu über Wochen andauernde Schulschließungen, weshalb auch im Schulsektor die Verwendung von digitalen Kommunikationsmedien und digitalem Unterrichtsmaterial notwendig wurde (Liftenegger & Buchner, 2021). Die Pandemie zeigt auf, dass Lehrkräfte über gewisse digitale Kompetenzen verfügen sollen, um digitale Medien sinnvoll einsetzen zu können (Eder & Hörl, 2021).

COVID-19 kann als sogenanntes „disruptives Ereignis“ (Neuhaus, Jacobsen, & Vogt, 2021, S.234) eingestuft werden, welches den Einzug und das Vorantreiben der Digitalisierung in unterschiedlichen Sektoren einleitete. „Disruptive Ereignisse sind zumeist extern erzwungene, spontan auftretende und damit sprunghafte Entwicklungen, die Möglichkeitsfenster (engl. window of opportunity) eröffnen“ (Neuhaus et al., 2021, S.234). Diese Möglichkeiten können von Personen unterschiedlichster Bereiche ergriffen werden, beispielsweise auch im Bereich der Bildung (Neuhaus et al., 2021).

Zitate wie „Wir sind Schüler von heute, die in Schulen von gestern, von Lehrern von vorgestern, mit Methoden aus dem Mittelalter, auf die Probleme von Übermorgen vorbereitet werden“ (Pauling, 2003) oder „Bildung kommt von Bildschirm und nicht von Buch, sonst hieße es ja Buchung“ (Hildebrandt, 2009) spielen darauf an, dass die Digitalisierung des Schulwesens und alltäglichen Unterrichts bereits verspätet startet und längst überfällig ist.

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht und deren Auswirkungen auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler. Das Ziel der Arbeit ist zu eruieren, welche Auswirkungen ein auf digitalen Medien gestützter Unterricht auf den Lernzuwachs von Schülerinnen und Schülern hat. Zu diesem Zweck wird eine empirische Vergleichsstudie mit zwei zweiten Klassen (sechste Schulstufe) einer AHS-Unterstufe in Wien durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchung wird der Lernzuwachs beider Klassen verglichen, wobei eine der Klassen mit der digitalen App GeoGebra Rechner Suite arbeitet und die andere Klasse im Beobachtungszeitraum auf den Einsatz digitaler Medien verzichtet. Dies stellt die zentrale Forschungsfrage dieser Masterarbeit dar.

In den Kapiteln 2, 3 und 4 wird der theoretische Hintergrund zum Thema der Forschungsfrage erläutert. Hierzu wird auf die Digitalisierung in Bezug auf das Schulwesen im Allgemeinen, sowie auf die digitale Grundbildung an Schulen eingegangen, in dessen Zusammenhang der 8-Punkte-Plan des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung und auch der Lehrplan vorgestellt werden. Überdies wird die Rolle der Lehrperson im Kontext des digitalen Medieneinsatzes im Unterricht beleuchtet. Ein besonderer Fokus dieser Masterarbeit liegt auf den Apps, deren Bewertungskriterien und dessen Gütesiegel aufgezeigt werden. Abschließend werden die Einsatzmöglichkeiten, sowie die Auswirkungen von digitalen Medien im Unterricht beschrieben.

Im Kapitel 5 wird die empirische Untersuchung dargestellt und die Stichprobe, das Studiendesign, sowie die statistische Auswertung der Daten genau dargestellt. In diesem Abschnitt erfolgen der Vergleich und die Auswertung der beiden Klassen, wobei der Fokus auf dem Vergleich des Lernzuwachses der jeweiligen Klassen liegt. Darüber hinaus werden mögliche Limitierungen und Einschränkungen der empirischen Studie angeführt. Im letzten Kapitel dieser Masterarbeit wird eine Antwort auf die Forschungsfrage gegeben, sowie die Ergebnisse diskutiert.

2. Die Geschichte der Digitalisierung

Ein mit den digitalen Medien eng verwandter Begriff ist jener der Digitalisierung, der in unterschiedlichsten Bereichen – in der Politik, in der Wirtschaft, aber auch in der Gesellschaft – häufig verwendet wird. Für die Digitalisierung existiert eine Vielfalt an Definitionen, welche, je nach Fachgebiet, unterschiedliche Ziele verfolgen. Eine umfassende und formale Definition des Begriffs lautet: „Wir sprechen von Digitalisierung, wenn analoge Leistungserbringung durch Leistungserbringung in einem digitalen, computerhandhabbaren Modell ganz oder teilweise ersetzt wird“ (Wolf & Strohschen, 2018, S.58).

Als Beispiel für diese Definition kann auf eine herkömmliche Kopfrechnung zurückgegriffen werden, in welcher das Berechnen der Summe im Kopf die Rechenleistung darstellt. Werden diese Zahlen nun aber beispielsweise in Excel eingegeben und mithilfe der Summenfunktion wird die Summe ermittelt, so wurde das Berechnen der Summe digitalisiert. Anschließend kann das Ergebnis gedruckt und von einem digitalen Setting in ein analoges Medium umgewandelt werden (Wolf & Strohschen, 2018).

2.1. Der Einzug der Digitalisierung in die Schule

Das Bestreben und die Intention, Medien im Bildungssektor zu verwenden, ist kein neues Phänomen. Der Einsatz von Medien ist seit Langem Bestandteil der Schule, mit dem didaktischen Ziel, Lernstoff zu veranschaulichen, visualisieren, begreifbar zu machen und einzuüben. Gegenstände, welche als Hilfsmittel mit pädagogischen Absichten eingesetzt wurden, traten bereits in der Antike auf. Das am meisten verbreitete Medium ist seit der Erfindung des Buchdrucks, das gedruckte Wort in Form eines Buches, welches bis heute das primäre Tool im Unterricht darstellt. Die Verwendung von digitalen Medien im Unterricht brachte von Beginn an viel Diskussion mit sich und galt als umstritten. Den Anfang machten Projektionsapparate, welche Ende des 19. Jahrhunderts Einzug in die Klassenzimmer fanden. Auch Filme und Videos wurden nach und nach im Unterricht eingesetzt (Meister, 2008).

Die immer weiter fortschreitende Digitalisierung stellt eine der größten derzeitigen Herausforderungen des weltweiten, inklusive des österreichischen, Bildungssystem dar und in den vergangenen Jahren wurden vereinzelt Initiativen, Maßnahmen und Konzepte zur

Digitalisierung im Bildungsbereich vom Bildungsministerium initiiert: Bereits im Jahr 2015 wurde die Initiative mit dem Namen „efit21-digitale Bildung“ vom Bildungsministerium eingeleitet. Trotzdem etablierte sich E-Learning nur sehr langsam und im geringen Ausmaß im täglichen Schul- und Unterrichtsgeschehen (Tengler, Schrammel, & Brandhofer, 2020, S.2). Aufgrund dieses eher überschaubaren Erfolgs wurde bereits zu Beginn des Jahres 2017 eine neue Strategie mit dem Namen „Schule 4.0 – Jetzt wird’s digital“ zur Digitalisierung des Schulwesens vom Bildungsministerium vorgestellt (Tengler, Schrammel, & Brandhofer, 2020, S.2). Es folgte ein Wechsel der Regierung, welcher eine Weiterentwicklung dieses Konzepts mit sich brachte und schließlich zum Masterplan der Digitalisierung, welcher im Jahr 2018 vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung präsentiert wurde, führte. Dieser Masterplan verfolgt das Ziel „Veränderungen, die sich durch die fortschreitende Digitalisierung ergeben, stufenweise und vor allem flächendeckend in das österreichische Bildungssystem einfließen zu lassen“ (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2018, S.1).

Die COVID-19-Pandemie entpuppte sich in Hinblick auf die Digitalisierung an Schulen als treibende Kraft und bewirkte, dass viele Teilprojekte, welche dem Masterplan zufolge langsam und Schritt für Schritt bis zum Jahre 2023 realisiert werden hätten sollen, innerhalb kürzester Zeit umgesetzt wurden (Tengler et al., 2020). Durch die Ausbreitung von COVID-19 wurden im Frühjahr des Jahres 2020 österreichweite Schulschließungen notwendig. Aus diesem Grund mussten ad hoc Maßnahmen zur Umstellung auf distance learning getroffen werden. Die Schulen dienten in dieser Zeit nur noch zur Betreuung von Schülerinnen und Schülern, deren Erziehungsberechtigte in systemrelevanten Berufen tätig waren. Regulärer Unterricht fand ausschließlich digital und nicht vor Ort in den Schulen statt. Dies führte dazu, dass die traditionellen, bis dahin üblichen Unterrichtsmethoden deutlich weniger zum Einsatz kamen und von digitalen Geräten wie Laptops oder Tablets abgelöst wurden. Die Meinungen über diese rasche Digitalisierung der Schulen waren unterschiedlich: Während einerseits von einem großem Schub im Bereich der Digitalisierung an Schulen gesprochen wurde, wurde die Umsetzung andererseits auch als „Husch-Pfusch-Digitalisierung“ kritisiert (Tengler, Schrammel, & Brandhofer, 2020, S.4).

Die rasch erforderliche Umstellung auf den digitalen Unterricht, welche den Schülerinnen und Schülern eine Teilnahme von zuhause aus ermöglichen sollte, stellte für Lehrpersonen und

Schulleitungen eine unerwartete, zu organisierende und koordinierende Herausforderung dar. Von einem Tag auf den anderen war der Einzug der Digitalisierung in den tatsächlichen Unterricht kein zukünftiges Ereignis mehr, sondern stellte für die Lehrkräfte die unabdingbare Realität dar. Die COVID-19 Pandemie wird daher auch „als die wirkungsvollste Fortbildungsmaßnahme aller Zeiten – und das weltumgreifend“ (Tengler, Schrammel, & Brandhofer, 2020, S.4) beschrieben.

Unsere Gesellschaft entwickelt sich konstant weiter und die letzten Jahrzehnte waren geprägt von einer Verschiebung der Industriegesellschaft zu einer Wissensgesellschaft (Stadermann, 2011). Dieser Übergang spiegelt sich auch im Schulsystem wider und stellt es immer wieder vor neuen Herausforderungen. Durch die Ära des flächendeckenden Internets wirkt der traditionelle Erwerb von Online abrufbarem und stets verfügbarem Faktenwissen veraltet. Viel mehr Bedeutung kommt nun „der kritischen Auseinandersetzung und Selektion von Wissen, um sich in der ständig wachsenden und teilweise unübersichtlichen Informationsflut orientieren zu können“ (Stadermann, 2011, S.20) zu.

Aufgrund der, durch die digitalen Medien möglichen, zeit- und raumunabhängigen Recherche und Verfügbarkeit von Informationen, rückt die Medienkompetenz immer mehr in den Vordergrund und gewinnt an Wichtigkeit. Dieser Wandel in der Gesellschaft führt dazu, dass die Grundpfeiler der neuen Lernkultur „Individualisierung, Eigenaktivität, Kommunikation sowie Kooperation, und zwar unter Nutzung digitaler Medien“ (Stadermann, 2011, S.20) sind.

Hierbei wichtig ist die eigene aktive Auseinandersetzung der lernenden Person, die soziale Kommunikation und der Austausch mit anderen Personen, wodurch sich dem Lernenden verschiedene Perspektiven und Blickwinkel auf das Gelernte eröffnen sollen. Bereits im Jahr 1999 wurden Veränderungen in Hinblick auf des Lernen in der Schule, die Lehrpersonen und die Schülerinnen und Schüler formuliert (Tab. 1).

Actor	Education in the Industrial Society	Education in the Information Society
School	Isolated from society	Integrated in Society
	Most information on school functioning confidential	Information openly available
Teacher	Initiator of instruction	Helps students find appropriate instructional path
	Whole class teaching	Guides students' independent learning
	Evaluates student	Helps student to evaluate own progress
	Places low emphasis on communication skills	Places high emphasis on communication skills
Student	Mostly passive	More active
	Learns mostly at school	Learns at school and outside school
	Hardly any teamwork	Much teamwork
	Takes questions from books or teachers	Asks questions
	Learns answers to questions	Finds answers to questions
	Low interest in learning	High interest in learning

Tab. 1: Erwartete Veränderungen in der Lernkultur (Pelgrum & Anderson, 1999, S.6)

Die Digitalisierung verändert das Lernen dahingehend, dass nicht mehr die Übernahme und Reproduktion bereits vorgegebener Informationen im Zentrum stehen, sondern die aktive Auseinandersetzung und Bearbeitung des zu lernenden Gegenstands. Weiters wird das Erlangen von sogenannten Schlüsselqualifikationen, worunter man „im Allgemeinen ein dekontextualisiertes, entspezialisiertes, funktional-autonomes Wissen und Können“ (Krapp & Weidenmann, 2006, S.644) versteht, als deutlich wichtiger angesehen als das traditionelle Erlernen von Faktenwissen.

Beispielsweise wird „die Fähigkeit selbst gesteuert und anwendungsorientiert zu lernen, der sichere Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Teamfähigkeit und Flexibilität“ (Stadermann, 2011, S.22) als Schlüsselkompetenzen angesehen.

2.2. Ein Blick in die Zukunft

Heutzutage wird in der Digitalisierung der Kern des modernen zukünftigen Schulsystems gesehen. Laut Ulrich Hecker (2019) beinhaltet die Vorstellung der Schule der Zukunft, dass den Schülerinnen und Schülern eine vollautomatisierte Software zu Verfügung gestellt wird, welche den Lehrplan kennt und ein individuelles Lern- und Aufgabenpaket, welches an das Können der jeweilige Schülerin oder des jeweiligen Schüler angepasst ist, erstellt und somit die Lernenden individuell beschult. Das Tun und Handeln der Schülerinnen und Schüler werden von der Software dokumentiert, gespeichert und ausgewertet. Mithilfe dieser Daten erstellt die Software Lernprofile, welche speziell an die jeweilige Personen zugeschnitten sind. Auch das Arbeitspensum wird für jede Schülerin und jeden Schüler personalisiert mithilfe der Software kalkuliert (Hecker, 2019).

Der Bildungsexperte Martin Bauer (2017) beschreibt die zukünftige Veränderung des Unterrichts in Bezug auf die Digitalisierung weniger dramatisch, sieht allerdings dennoch Veränderungen im Unterricht auf uns zukommen. Herkömmlicher Frontalunterricht oder auch klassische Unterrichtsmethoden wie Gruppenarbeiten, in denen es primär darum geht, die von den Lehrkräften vorbereiteten Inhalte zu erlernen, werden in Zukunft nur mehr stark dezimiert Anwendung im Klassenzimmer finden. Aufgrund der Omnipräsenz digitaler Medien durch Smartphones, Tablets, Laptops etc. steht Schülerinnen und Schülern das Fachwissen jederzeit und überall per Knopfdruck zu Verfügung. Das verfügbare Wissen durch die digitalen Medien ist weitaus umfassender, detaillierter und taucht tiefer in die Materie ein als die Inhalte, die Lehrkräfte Schülerinnen und Schüler in einer Klasse lehren können (Bauer & Löffler, 2017). Martin Bauer illustriert dies mit dem Beispiel, das Jugendliche bei Unklarheiten oder Problemen in der Programmierung nicht mehr im gedruckten Manual nachschlagen, sondern im Internet recherchieren und dort beispielsweise auf Videos der Plattform YouTube stoßen, welche durch ihre Detailliertheit und Illustration jedes gedruckte Handbuch übertrifft. Jede Person, welche Zugang zu digitalen Medien und dem Internet hat, eröffnet sich die Möglichkeit, sich in den verschiedensten Bereichen zu vertiefen und sich in allen möglichen Gebieten Expertenwissen anzueignen, welches das Wissen einer durchschnittlichen Lehrperson bei Weitem übertrifft. Laut dem Bildungsexperten führt die Digitalisierung zu einer Veränderung in der Rolle der Lehrperson, da der Unterricht in Zukunft so aussehen könnte, dass die Lehrkraft Aufgaben, Fragen oder auch Probleme aufzeigt, welche die Schülerinnen

und Schüler anschließend mithilfe von digitalen Tools selbst bearbeiten und lösen. Diese Arbeitsimpulse der Lehrkraft sind so vorgegeben, dass sie nicht auf eine eindeutige und vorab festgelegte Lösung abzielen, da bei dieser Art von Unterricht der gegenseitige Austausch, die Kommunikation zwischen Schülerinnen, Schülern und Lehrperson, sowie auch das Nachdenken und die Reflexion über verschiedene Lösungswege im Vordergrund stehen (Bauer & Löffler, 2017).

Bereits im fünften Jahrhundert vor Christus haben große Denker und Philosophen wie Konfuzius oder Sokrates festgestellt, dass die Bildung zweierlei Funktionen hat (Schleicher, 2019). Einerseits sollen Kinder und Jugendliche den Inhalt, die Werte und die Tragweite vergangener Zeit aufgezeigt bekommen und andererseits sollen sie für die Schwierigkeiten und Aufgaben der Zukunft gewappnet sein. Die Vorbereitung auf die Zukunft wurde lange Zeit in der Vermittlung und im Erlernen von Faktenwissen gesehen, weshalb dies das oberste Ziel der Bildung darstellte. Dies hat sich aufgrund der Digitalisierung und der dadurch verfügbaren Suchmaschinen sehr verändert. Inhaltliches Wissen ist dank Smartphones jederzeit verfügbar und abrufbereit. Aus diesem Grund ist eine Umorientierung der Bildung notwendig. Der Bildungsauftrag ist laut Schleicher nun die Befähigung und Anleitung der Kinder und Jugendlichen, sich zu einem lebenslangen Lernenden zu entwickeln (Schleicher, 2019):

Beim lebenslangen Lernen geht es darum, beständig zu lernen, Gelerntes wieder zu verlernen und umzulernen, wenn die Rahmenbedingungen sich ändern. Es ist ein kontinuierlicher Prozess des Reflektierens, Antizipierens und Agierens. Reflektierende Praxis ist erforderlich, um bei einer Entscheidung oder Handlung eine kritische Haltung einzunehmen. Dabei gilt es, einen Schritt zurückzutreten von dem, was bekannt ist oder angenommen wird und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Antizipation mobilisiert kognitive Kompetenzen, wie analytisches oder kritisches Denken, um vorherzusehen, was in Zukunft möglicherweise erforderlich ist oder welche Folgen heute ergriffene Maßnahmen in der Zukunft haben könnten. Sowohl die reflektierende Praxis als auch Antizipation tragen zur Bereitschaft bei, verantwortungsvoll zu handeln – in der Überzeugung, dass wir alle in der Lage sind, den Lauf der Dinge zu gestalten und zu verändern. So entsteht Handlungsfähigkeit. Moderne Schulen müssen den Schülerinnen und Schülern also dabei helfen, sich kontinuierlich weiterzuentwickeln

und zu wachsen, und in einer sich wandelnden Welt ihren Platz zu finden und ihn zu gestalten. (Schleicher, 2019, S.34-35)

Die Schule muss sich dahingehend verändern, dass sie Schülerinnen und Schüler für schnelle und häufige Wandel wappnet. In der Schule sollte daher der Schwerpunkt daraufgelegt werden, Denkmethoden wie beispielsweise das Problemlösen oder die Urteilsfähigkeit zu schulen. Auch Arbeitsmethoden und Arbeitsinstrumente, allen voran die Kompetenz mit neuen Technologien umzugehen, sollten erlernt werden. Das Sachwissen über einzelne auswendig zu lernende Formeln oder Fakten tritt in den Hintergrund. Weiters sollte die Schule der Zukunft dahingehend verändert werden, dass die Schülerinnen und Schüler nicht mehr als Einzelkämpferinnen und Einzelkämpfer für ihre Note fungieren, da in der realen Welt nur selten Einzelpersonen für große Innovationen verantwortlich sind. Das gemeinsame Arbeiten und das Zusammenführen und Aktivieren von Wissen stellt heutzutage eine wichtige Kompetenz dar (Schleicher, 2019).

In der Vergangenheit war der Unterricht fachbezogen, in Zukunft muss er stärker projektorientiert sein und Erfahrungen vermitteln, die Schülerinnen und Schülern das fächerübergreifende Denken erleichtern. Die Vergangenheit war hierarchisch geprägt, die Zukunft ist partnerschaftlich organisiert: Lehrer und Schüler werden gleichermaßen als Wissensquelle und Wissenschaftler anerkannt. (Schleicher, 2019, S.39)

3. Digitale Grundbildung in der Sekundarstufe I

Das Fach digitale Grundbildung fand an Mittelschulen und Unterstufen von Gymnasien im Schuljahr 2017/2018 Einzug in den österreichischen Unterricht (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2022a). Anfänglich startete dieses Fach als verbindliche Übung. Der Umfang dieser verbindlichen Übung war auf zwei bis vier Wochenstunden festgelegt, wobei sich diese Wochenstunden auf die gesamten vier Jahre der Mittelschule beziehungsweise der AHS-Unterstufe aufteilen. Weiters konnten die Schulen intern bestimmen, in welcher Form die verbindliche Übung organisiert und gestaltet wird. Einerseits gibt es die Möglichkeit, die verbindliche Übung in speziellen, ausschließlich dafür vorgesehen Stunden zu unterrichten. Andererseits gibt es auch die Möglichkeit die zu vermittelten Kompetenzen der digitalen Grundbildung in die Unterrichtsfächer zu integrieren. Die verbindliche Übung digitale Grundbildung wird es ab dem Schuljahr 2022/2023 in dieser Form nicht mehr geben: Am 15. Dezember 2021 wurde im Nationalrat entschieden, dass die digitale Grundbildung zukünftig als Pflichtgegenstand gehandhabt wird. Diese Erneuerung sieht vor, dass die digitale Grundbildung mit mindestens einer fixen Unterrichtsstunde pro Woche und pro Jahr im Stundenplan der Schülerinnen und Schüler verankert ist. Im Rahmen der Sekundarstufe I erhalten die Schülerinnen und Schüler infolgedessen einen Unterricht im Fach digitale Grundbildung im Ausmaß von mindestens vier Jahreswochenstunden (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2022a). Die Stunden des Pflichtfaches sind im Vergleich zur verbindlichen Übung höher angesetzt. Für diesen neu eingeführten Pflichtgegenstand existiert bereits ein Lehrplan, welcher fachlich auf den folgenden drei zentralen Fragen basiert:

- „Wie funktionieren digitale Technologien,
- Welche gesellschaftlichen Wechselwirkungen ergeben sich durch ihren Einsatz und
- Welche Interaktions- und Handlungsoptionen ergeben sich für Schülerinnen und Schüler“ (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2022a).

In Hinblick auf die weitere Schulbildung in der Sekundarstufe II verfolgt die digitale Grundbildung auch die Funktion der Vorbereitung beispielsweise auf den Informatikunterricht in der neunten Schulstufe oder auf verschiedene informatische Gegenstände in

berufsbildenden Schulformen (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2022a).

3.1. 8-Punkte-Plan für die Digitalisierung

Digitale Medien sind gegenwärtig ein fixer Bestandteil unseres alltäglichen Lebens. Damit die Digitalisierung auch Einzug in die Klassenzimmer Österreichs findet, wurde ein 8-Punkte-Plan von der Bundesregierung erarbeitet und bereitgestellt, welcher zu einer digitalen Schule führen soll. „Im Zentrum der digitalen Schule steht der junge Mensch, der mit Freude und Motivation lernt, um selbstbestimmt seine Zukunft meistern zu können (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020i)“.

Das Leitbild der digitalen Schule sieht das Ausbilden digitaler Kompetenzen in einem umfassenden Rahmen vor, welcher sowohl das Lernen mithilfe digitaler Tools beinhaltet, den Aufbau von Wissen über die Digitalisierung und digitale Medien, sowie die Schaffung eines grundlegenden Verständnisses der gegenwärtigen digitalen Lebenswelt. Weiters beinhaltet die digitale Schule die Nutzung von digitalen Medien, um unterschiedlichen Lerntypen gerecht zu werden, indem man mithilfe digitaler Tools verschiedene Lernformen anbietet. Zusätzlich verspricht man sich dadurch ein höheres Maß an Selbstbestimmtheit, Transparenz und Individualität im Unterricht (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020i).

In dieser digitalen Vision der Schule wird hervorgehoben, dass die digitalen Medien in der Schule nicht als Selbstzweck zum Einsatz kommen sollen, sondern als Unterstützung dienen und mit erstrebenswerten didaktischen Grundsätzen Hand in Hand gehen (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020i).

Der 8-Punkte-Plan sieht eine schrittweise Umsetzung der Digitalisierung in der Schule vor, um seine zwei großen Ziele zu erreichen. Dies ist einerseits die „flächendeckende Umsetzung des digital unterstützten Lehrens und Lernens“ und andererseits die „breitflächige Implementierung innovativer Lehr- und Lernformate“(Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020j).

Dieser Digitalisierungsplan besteht aus den folgenden acht Punkten:

- Das Portal Digitale Schule, welches PoDS abgekürzt wird und welches 2018 vom Bildungsministerium entworfen wurde. Dieses Portal verfolgt das Ziel, die Vielzahl der bestehenden und verwendeten digitalen Tools abzulösen. Die große Menge unterschiedlicher digitaler Tools erzeugen bei Eltern laut einer Umfrage im April 2020 für Verwirrung und Unverständlichkeit. Aus diesem Grund sieht der 8-Punkte-Plan eine Fokussierung auf das Portal Digitale Schule vor, welches alle notwendigen digitalen Tätigkeiten in sich vereint. Das Portal Digitale Schule soll sowohl Schülerinnen und Schülern als auch Lehrkräften die alltägliche Arbeit mit digitalen Tools erleichtern. Dieses Portal umfasst „das elektronische Klassenbuch WebUntis, die Lernplattformen LMS.at und Moodle-Eduvidual, Sokrates Bund sowie die Contentportale Eduthek und Edutube an das Portal“ (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020h). An Bundesschulen ist das Portal Digitale Schule seit September des Jahres 2020 im Einsatz. Im Herbst des darauffolgenden Jahres 2021 steht es allen Pflichtschulen zu Verfügung. Das Portal kann sowohl am Computer als auch auf Mobilgeräten wie Smartphones verwendet werden. Bei diesem digitalen Portal wird auf den Datenschutz und Datensicherheit großen Wert gelegt (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020h).
- Im Distance-Learning als Folge der COVID-19 Pandemie wurde deutlich, dass an den verschiedensten Schulstandorten unterschiedlichste Lernplattformen und Tools zum Einsatz kommen. Dies wurde sowohl auf der Seite der Schülerinnen und Schüler als auch auf der Seite der Erziehungsberechtigten als zusätzliche Erschwerung wahrgenommen. Aus diesem Grund hat das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung Dokumente veröffentlicht, welche die Schulleitungen zur Vereinheitlichung der Kommunikationsprozesse anleiten sollen (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020f).
- Im Rahmen des 8-Punkte-Plans wurde den Lehrpersonen ein umfangreicher MOOC (Massive Open Online Course) zur Verfügung gestellt, um diese im Distance-Learning bei der Verwendung von Technologien zu unterstützen. Neben dem MOOC gibt es auch zahlreiche Fortbildungsangebote an den pädagogischen Hochschulen. Der MOOC zeichnet sich durch seine hohe Praxisnähe aus, läuft vollkommen virtuell ab und es gibt

keine Teilnehmerbeschränkung oder benötigte Vorkenntnisse. Dadurch ist der MOOC nicht ortsgebunden und kann von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zeitlich individuell durchgeführt werden. Der Kurs besteht aus vier Einheiten, wobei jede jeweils zwei Lernvideos enthält, sowie ergänzende Texte und Links bereitstellt und mithilfe von gezielten Fragen zur Reflexion anregt. Im ersten Durchlauf im August 2020 nahmen über 11 000 Lehrpersonen am MOOC teil. Im Besonderen soll der MOOC die Lehrkräfte auf das Unterrichten mit der Verwendung von mobilen Endgeräten vorbereiten (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2020e).

- Ein breitgefächertes Angebot an Übungs- und Lernmaterialien für jegliche Schulart und Unterrichtsgegenstand stellt die Plattform Eduthek zu Verfügung. Dieses Übungsmaterial kann von allen Schülerinnen und Schülern zuhause zum Wiederholen, Üben und Festigen von Unterrichtsstoff verwendet werden. In Zukunft sollen die digitalen Materialien nach Lehrplänen organisiert werden. Die digitale Plattform Eduthek ist mit dem oberhalb vorgestellten Portal Digitale Schule vernetzt (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020b).
- Ein weiterer Punkt des 8-Punkte-Plans sind Lern-Apps, welche mithilfe eines Gütesiegels gekennzeichnet werden. Diese Thematik wird im Kapitel 4.1.2 genauer erläutert.
- Eine Grundvoraussetzung, um Digitalisierung an Schulen zu ermöglichen, ist der Ausbau der IT-Infrastruktur, welcher eine Glasfaser-Breitbandanbindung und eine starke WLAN-Verbindung in allen Unterrichtsräumen beinhaltet. Die IT-Infrastruktur soll bis 2023 an Bundesschulen deutlich verbessert und ausgebaut werden, um digital gestützten Unterricht zu ermöglichen und zu fördern (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020a).
- Ein weiterer Grundpfeiler der Digitalisierung ist es, den Schülerinnen und Schülern Zugang zu eigenen digitalen Endgeräten zu verschaffen. Aus diesem Grund war im Schuljahr 2021/22 im Zuge der Geräteinitiative die Ausgabe von digitalen Endgeräten an Schülerinnen und Schüler in der fünften und sechsten Schulstufe vorgesehen. In den folgenden Schuljahren soll jeweils die fünfte Schulstufe mit digitalen Endgeräten ausgestattet werden. Durch diese Ausgabe ermöglicht man den Schülerinnen und Schülern dieselben Rahmenbedingungen in Bezug auf digitale Bildung, digitale Kompetenzen und den Einsatz digitaler Medien. 25 Prozent der Finanzierung müssen

jedoch von den Erziehungsberechtigten getragen werden. Um an dieser Initiative teilzunehmen, muss die Schulleitung eine Absichtserklärung unterzeichnen, in welcher die teilnehmende Schule ihre Intention und die Entwicklung zu einer digitalen Schule, zum Ausdruck bringt (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020d).

- Die Geräteinitiative sieht nicht nur die Ausstattung der Schülerinnen und Schüler mit digitalen Endgeräten vor, sondern eine gewisse Anzahl steht auch für Lehrkräfte zu Verfügung, um digitalen Unterricht zu ermöglichen (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020c).

3.2. Digitale Bildung im Lehrplan

Da die empirische Forschung dieser Masterarbeit in einer AHS-Unterstufe durchgeführt wurde, konzentriert sich der folgende Abschnitt auf den Lehrplan der AHS-Unterstufe. Die tagesaktuelle Fassung der Lehrpläne ist auf der Website des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung einsehbar. Im folgenden Abschnitt der Masterarbeit wird die Fassung des 02.05.2022 verwendet.

Die Lehrpläne der AHS gliedern sich in sechs Teile, wobei es sich beim ersten, zweiten und dritten Teil um den allgemeinen Teil handelt, welcher allgemeine Ziele der Bildung, Grundprinzipien der Didaktik sowie die Planung von Schule und Unterricht beinhaltet. Im vierten Teil folgen anschließend die Stundentafeln der verschiedenen Schulformen. Danach folgt der fünfte Teil, welcher die Lehrpläne für den Unterricht im Gegenstand Religion erläutert. Im sechsten und letzten Teil des Lehrplans für die AHS findet man die Lehrpläne für die unterschiedlichen Unterrichtsfächer (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019).

Im ersten Teil dieses Lehrplans findet man unter dem allgemeinen Bildungsziel im Unterkapitel Leitvorstellungen folgendes zum Thema der digitalen Bildung:

Innovative Technologien der Information und Kommunikation sowie die Massenmedien dringen immer stärker in alle Lebensbereiche vor. Besonders Multimedia und Telekommunikation sind zu Bestimmungsfaktoren für die sich fortentwickelnde Informationsgesellschaft geworden. Zur Förderung der digitalen

Kompetenz ist im Rahmen des Unterrichts diesen Entwicklungen Rechnung zu tragen und das didaktische Potenzial der Informationstechnologien bei gleichzeitiger kritischer rationaler Auseinandersetzung mit deren Wirkungsmechanismen in Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar zu machen. Die Erstellung eigenständiger Arbeiten mit Mitteln der Informationstechnologie ist in altersgemäßem Ausmaß anzuregen. Den Schülerinnen und Schülern sind relevante Erfahrungsräume zu eröffnen und geeignete Methoden für eine gezielte Auswahl aus computergestützten Informations- und Wissensquellen zur Verfügung zu stellen. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.10)

Weiters wird im ersten allgemeinen Teil unter Bildungsbereiche geschrieben:

Die Vorbereitung auf das private und öffentliche Leben (insbesondere die Arbeits- und Berufswelt) hat sich an wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit, sozialem Zusammenhalt, einer für beide Geschlechter gleichen Partizipation in allen gesellschaftlichen Bereichen (dh. sowohl in der Familien- und Erziehungsarbeit als auch in der Arbeitswelt und beim zivilgesellschaftlichen Engagement) und an ökologischer Nachhaltigkeit zu orientieren. Dabei soll die Entwicklung digitaler Kompetenzen die eigenverantwortliche, reflektierte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen und individuelle Lernprozesse unterstützen. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.12)

Darüber hinaus findet man ebenfalls im ersten Teil des Lehrplans der AHS unter dem Punkt „Stärken von Selbsttätigkeit und Eigenverantwortung“ Folgendes:

Im Sinne praxisnaher und aktueller Bildungsziele soll die Möglichkeit der Einbindung außerschulischer Fachleute beachtet werden. In Hinblick auf die Reifeprüfung ist der Optimierung von Präsentationstechniken unter Einbeziehung moderner Technologien, aber auch unter Beachtung persönlichkeitsfördernder Maßnahmen entsprechende Bedeutung beizumessen. Dazu gehören projektorientierte Arbeitsformen in Kleingruppen sowie individualisierte Arbeits- und Lernprozesse. Der Einsatz digitaler Technologien fördert zeitgemäßes Lernen und unterstützt altersadäquates Informations- und Lernmanagement. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.15-16)

Zusätzlich ist im Zusammenhang mit digitalen Medien im ersten allgemeinen Teil des Lehrplans unter „Herstellen von Bezügen zur Lebenswelt“ Folgendes zu lesen:

Im Sinne des exemplarischen Lernens sind möglichst zeit- und lebensnahe Themen zu wählen, durch deren Bearbeitung Einsichten, Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Methoden gewonnen werden, die eigenständig auf andere strukturverwandte Probleme und Aufgaben übertragen werden können. Die Materialien und Medien, die im Unterricht eingesetzt werden, haben möglichst aktuell und anschaulich zu sein, um die Schülerinnen und Schüler zu aktiver Mitarbeit anzuregen. Begegnungen mit Fachleuten, die in den Unterricht eingeladen werden können, sowie die Einbeziehung außerschulischer Lernorte und die Ergänzung des lehrplanmäßigen Unterrichts durch Schulveranstaltungen stellen wesentliche Bereicherungen dar. Den neuen Technologien kommt verstärkt Bedeutung zu. Die Erstellung eigenständiger Arbeiten mit Mitteln der Informationstechnologie ist anzuregen. Dazu zählen: Recherche und Verarbeitung von Informationen mit einer Textverarbeitung oder einem Präsentationsprogramm, Erstellung von Kalkulationsmodellen, Durchführung und Auswertung von Befragungen und Experimenten, Gestaltung von Medien, dokumentierte Kommunikation und Kooperation auch in einer Fremdsprache, Dokumentation und Präsentation von Projektarbeiten sowie Modellierung und Simulation. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.16)

Im sechsten Abschnitt des Dokuments findet man die Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände umfangreich und detailliert angeführt. Die Digitalisierung beziehungsweise digitale Medien tauchen hierbei bei den Lehrplänen unterschiedlichster Fächer auf. Beispielsweise findet man im Lehrplan für Geschichte und Sozialkunde/Politische Bildung der vierten Klasse Unterstufe den Punkt „Die Bedeutung der digitalen Medien in der politischen Kommunikation erläutern und bewerten“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.75).

Auch in vielen anderen Fächern wie beispielsweise technisches und textiles Werken sind digitale Medien aufzufinden. Hier liest man im Bildungsbereich Natur und Technik, im Unterpunkt Informatik „Digitale Kompetenzen werden im Rahmen der Planung und Durchführung entwickelt. Durch den Einsatz digital ansteuerbarer Maschinen können 3D-Druck, Laser Cut, Robotik, Stickmaschinen sowie digitale Musterbildung und die digitale

Weiterverarbeitung von Entwürfen in den Unterricht einbezogen werden“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.107). Auch unter den didaktischen Grundsätzen dieses Faches ist die Digitalisierung verankert. „Zur Recherche, Planung, Darstellung, Herstellung, Dokumentation und Präsentation von Produkten werden je nach Bedarf analoge oder digitale Technologien aber auch beide in verschränkter Weise eingesetzt“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.110). „Im Planungs- und Arbeitsprozess ist es im Sinne der Digitalisierung durchaus wünschenswert, analoge und digitale Verfahren einzusetzen und diese auch miteinander zu verschränken. Dabei kann ein spielerisches Hin- und Herwechseln zwischen den Systemen als Strategie zur Aneignung neuer Technologien gesehen werden“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.111).

3.2.1. AHS-Unterstufen Lehrplan im Fach Mathematik

Da die empirische Forschung dieser Masterarbeit in einer sechsten Schulstufe im Fach Mathematik erfolgt, wird im folgendem der Lehrplan des Unterrichtsgegenstands Mathematik in Hinblick auf digitale Medien näher beleuchtet. Unter „Bildungs- und Lehraufgaben“ ist im Mathematiklehrplan für den Unterricht in der Unterstufe unter anderem folgende Aufgabe gelistet: „Die Schülerinnen und Schüler sollen verschiedene Technologien (zB Computer) einsetzen können“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.79). Darüber hinaus ist unter dem Unterpunkt „Arbeiten mit dem Taschenrechner und mit dem Computer“ der didaktischen Grundsätze Folgendes beschrieben:

Grundsätzlich sind schon ab der 1. Klasse Einsatzmöglichkeiten zur planmäßigen Nutzung von elektronischen Hilfen beim Bearbeiten von Fragestellungen der Mathematik und als informationstechnische Hilfe (in Form von elektronischen Lexika, Statistiken, Fahrplänen, Datenbanken, ...) gegeben. Die Möglichkeiten elektronischer Systeme bei der Unterstützung schülerzentrierter, experimenteller Lernformen sind zu nutzen. Das kritische Vergleichen von Eingaben und Ausgaben bei verschiedenen Programmen und Geräten bezüglich der Problemstellung kann zum Entwickeln eines problem- und softwareadäquaten Analysierens, Formulierens und Auswertens beitragen. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.82)

In dem Teil des Lehrplans, der sich mit dem Lehrstoff der AHS Unterstufe im Fach Mathematik auseinandersetzt, ist in Bezug auf digitale Medien Folgendes beschrieben: „Sie sollen elektronische Hilfen und (auch selbst erstellte) Formelsammlungen in steigendem Ausmaß ab der 1. Klasse verwenden und wiederholt Gelegenheit haben, ihr Vorstellungsvermögen auch computerunterstützt zu schulen“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.83).

Im Lehrstoff der ersten Klasse findet man zusätzlich „elektronische Rechenhilfsmittel einsetzen können“ (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2019, S.83). Ähnlich findet sich dies im Plan der dritten Klasse „Verkettungen der vier Grundrechnungsarten und derart entstehende Terme auch mit elektronischen Rechenhilfsmitteln berechnen können“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.85) und der vierten Klasse „Näherungswerte oder Schranken für irrationale Zahlen angeben können, auch unter Verwendung elektronischer Hilfsmittel“, sowie „Wachstums- und Abnahmeprozesse mit verschiedenen Annahmen unter Zuhilfenahme von elektronischen Rechenhilfsmitteln untersuchen können“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2019, S.86) wieder.

Diese Passagen aus dem Lehrplan zeigen auf, dass digitale Medienbildung und der Einsatz digitaler Tools im Unterricht im Lehrplan verankert und verschriftlicht sind. Trotzdem zählt die Verwendung digitaler Medien nicht zur alltäglichen Unterrichtspraxis, was beispielsweise auch durch die Einstellung der Lehrperson digitaler Medien gegenüber beeinflusst werden kann, worauf in den nächsten Kapiteln näher eingegangen wird.

3.3. Digitale Medien und Lehrpersonen

Eine umfangreiche und breitgefächerte Medienbildung besteht einerseits aus der Mediendidaktik und andererseits schließt sie auch die Medienerziehung mit ein. Unter Mediendidaktik wird hierbei das Lernen mit Medien verstanden. Die Mediendidaktik hat also die Wissensvermittlung, wie medial unterstützten Lernumgebungen aussehen und aufgebaut sein können zum Ziel. Darüber hinaus beschäftigt sie sich mit der Nutzung von digitalen Medien in der Unterrichtsgestaltung und deren Reflexion. Zur Medienbildung zählt neben der Mediendidaktik auch die Medienerziehung, unter welcher man das Lernen über die

einzelnen Medien und medienbezogene Handlungen mit Erziehungsbezug versteht. Hierzu zählt beispielsweise das Know-How über die Mediensozialisation und das Wissen über den medialen Alltag von Kindern und Jugendliche. Diese Kenntnisse sollen ganzheitlich in die Lernprozesse miteingebracht und berücksichtigt werden (Himpsl-Gutermann, Berger, Brandhofer, Harrich, & Kohl, 2015). Mediensozialisation wird einerseits als Begriff verwendet, um die Beeinflussung und die Wirkung von Medien auf die Entwicklung und die Bildung der Persönlichkeit der Individuen zu beschreiben. Andererseits findet der Begriff auch Gebrauch, wenn es um die Entwicklung und Ausbildung von Kompetenzen geht, welche einen angemessenen Umgang mit Medien in einer medial geprägten Gesellschaft, ermöglichen. Bei Forschung rund um die Mediensozialisation stehen zumeist Kinder und Jugendliche im Fokus der Interesse. In diesen Studien wird der Einfluss von Medien auf Kinder und Jugendliche untersucht, das Heranwachsen und Entwickeln in eine medial geprägten Lebenswelt beschrieben, sowie auch das Erlangen von medialen Fähigkeiten dargestellt (Aufenanger, 2022).

Damit Lehrpersonen digitale Medien im Unterricht integrieren können, ist es notwendig, dass sie über gewisse digitale Kompetenzen und Know-How über digitale Tools verfügen, weshalb im folgenden Abschnitt die Medienbildung der Lehramtsstudierenden beleuchtet wird.

3.3.1. Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Lehramtsausbildung

Im November 2015 wurden die Teilcurricula der vier Verbundregionen (Verbund West, Verbund Mitte, Verbund Südost und Verbund Nordost) in Bezug auf die Medienbildung und die Ausbildung digitaler Fähigkeiten untersucht und die Ergebnisse werden in folgenden drei Punkten zusammengefasst (Himpsl-Gutermann et al., 2015):

- 1) Die digitale Ausbildung im Lehramtsstudium soll im Sinne des lebenslanges Lernen durchgehend eine wichtige Rolle während des gesamten Studium spielen. Die Studierenden sollen hierbei nicht nur Faktenwissen über verschiedene digitale Medien und Technologien erhalten, sondern darüberhinausgehend den kritischen und reflektierten Umgang mit digitalen Tools in Hinblick auf deren Einsatz als Lehr- oder auch Lernmittel, erlernen. Damit das Lehramtsstudium diesen Forderungen an digitaler Ausbildung nachkommen kann, benötigt es eine Verankerung der digitalen

Bildung im Curricula. Darüber hinaus müssen zahlreiche EDV-Services als Hilfestellungen vom jeweils zuständigen Verbund zu Verfügung gestellt werden. Die digitale Bildung ist derzeit in keinem Curriculum der vier Verbünde festgeschrieben.

- 2) Eine wichtige Aufgabe der Lehrpersonen in diesem digitalen Zeitalter ist die Begleitung von Schülerinnen und Schüler bei der Mediensozialisation. Voraussetzung für diese Aufgabe ist, dass die Studierenden im Lehramtstudium tief in die Materie der Mediendidaktik und der Medienpädagogik eintauchen. In dem Teil „Allgemeine Bildungswissenschaftliche Grundlagen“ des Lehramtsstudiums, welchen alle Studierenden unabhängig ihrer Fächer absolvieren müssen, finden sich nur wenig oder zum Teil auch gar keine verpflichtenden Lehrveranstaltung zu dieser Thematik. Auch in den Teilcurricula der einzelnen Fächern, sind Module zur Mediendidaktik und Medienpädagogik nur sehr vereinzelt und in einem sehr geringem Ausmaß vorhanden.
- 3) Digitale Medien sind gar nicht oder nur kaum in den Lehr- und Prüfungsmethoden der Universitäten etabliert (Himpsl-Gutermann et al., 2015).

Bei der Untersuchung der einzelnen Curricula waren nur sehr wenig bis keine Pflichtmodule zur Medienbildung oder zur Ausbildung digitaler Fähigkeiten zu finden. Vereinzelt gibt es in einigen wenigen Teilcurricula kleine Spuren der Digitalisierung, jedoch ist dies „ein Tropfen auf dem heißen Stein“ (Himpsl-Gutermann et al., 2015, S.10). Um zukünftiges Lehrpersonal mit Kompetenzen auszurüsten, damit diese zeitgemäßen Unterricht abhalten können, wäre ein Pflichtmodul im Teil der „Allgemeine Bildungswissenschaftliche Grundlagen“ denkbar, da diesen alle Studierenden absolvieren (Himpsl-Gutermann et al., 2015).

Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurden im Zeitraum vom Frühjahr 2020 bis 2021 weite Teile des österreichischen Bildungssystems auf Distance-Learning umgestellt, darunter auch die Hochschullehre an den Universitäten. Aufgrund dieser Umstellung in Schulen und Universitäten, werden bei Studentinnen und Studenten, welche diese Zeit im Distance Learning erlebt haben, höhere digitale Kompetenzen vermutet (Dreisiebner et al., 2021).

Das Thema der Digitalisierung an Hochschulen ist prinzipiell kein Neues, jedoch wird der Großteil der Lehrveranstaltungen an Universitäten in Präsenz abgewickelt. Durch die COVID-19-Pandemie waren aber sowohl Studierende als auch Lehrende gezwungen, sich mit digitalen Lehrformaten auseinanderzusetzen. Die Pandemie kann als Chance für den tertiären

Bildungssektor genutzt werden, um digitale Tools auch in einer Zeit nach der Pandemie zu verwenden (Bedenlier et al., 2021).

Auch in Deutschland wurde der Großteil der universitären Lehrveranstaltungen aufgrund der Pandemie auf online Formate umgestellt. Eine dort durchgeführte Studie befasste sich mit den Veränderungen in Hinblick auf die Nutzung digitaler Tools und die digitalen Fähigkeiten der Studierenden im Laufe eines Semesters während der Pandemie. Im Zuge des Semesters flachte der Anteil der Studentinnen und Studenten, welche keine digitalen Geräte verwendeten, auf 0% ab. Es war also eine Steigung im Nutzungsverhalten der Studierenden in Hinblick auf die digitalen Lehr- und Lerntools zu verzeichnen. Eine weitere Steigung war bei den Kompetenzen der Studierenden in Hinblick auf die Nutzung und dem Arbeiten mit digitalen Medien zu vermerken. Die Studentinnen und Studenten nahmen ihre eigenen Kompetenzen in Bezug auf den Umgang mit digitalen Tools im Laufe des Semesters als gesteigert wahr. Welche digitalen Medien und digitalen Lehrformate nach COVID-19 beibehalten werden und wie die Digitalisierung der Hochschullehre weitergehen wird, ist ein Prozess, welchen die Distance Lehre unter COVID-19 angestoßen hat (Bedenlier et al., 2021).

3.3.2. Faktoren, die den Einsatz digitaler Medien von Lehrpersonen fördern/hemmen

In Deutschland ergab die Studie „International Computer and Information Literacy Study“ aus dem Jahr 2018, dass nur bei einem Viertel aller an der Befragung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler zumindest einmal pro Woche digitale Medien im Rahmen ihrer Schulausbildung zum Einsatz kommen (Gerthofer & Schneider, 2021). Der Grund hierfür ist nicht ausschließlich der technischen Ausstattung der Schulen zuzuschreiben. Auch Faktoren, welche auf die Lehrkräfte als Personen bezogen sind, spielen beim Medieneinsatz im Unterricht eine wesentliche Rolle. Um die personenbezogenen Faktoren, welche zu (geringer) Verwendung von digitalen Tools im Unterricht führen, zu untersuchen, wird das Modell der „Unified theory of acceptance and use of technology“ (Venkatesh, Thong, & Xu, 2012), abgekürzt UTAUT benutzt. Dieses Modell kommt im Rahmen der Forschung zur Technologieakzeptanz zum Einsatz und beschreibt die kausalen Zusammenhänge der persönlichen individuellen Komponenten, welche die Intention und den tatsächlichen Medieneinsatz beeinflussen. Dieses Modell ist für den Einsatz im Kontext der schulischen Bildung geeignet und stellt mehrere Ursachen dar,

welche die Nutzungsintention von digitalen Medien von Lehrpersonen beeinflussen, die der realen Verwendung von digitalen Tools vorausgeht. Im UTAUT-Modell stellen die Einflussfaktoren, welche in Kategorien eingeteilt sind, die abhängigen Variablen dar. Die unabhängigen Variablen sind einerseits die Absicht der Nutzung von digitalen Medien und andererseits die tatsächliche Verwendung von Technologie. DAS UTAUT-Modell verfolgt das Prinzip, dass von den Einflussfaktoren auf die Nutzungsabsicht und die tatsächliche Nutzung von digitalen Medien geschlossen werden kann. Im Jahr 2019 wurde ein Modell entwickelt, welches auf den Bildungssektor zugeschnitten ist und dessen Basis das UTAUT-Modell bildet. Das UTAUT-Modell wurde weitergeführt, indem zusätzliche, für die Lehrkräfte relevante, Variablen hinzugefügt wurden. Die Kategorien, welche die Nutzungsintention oder die tatsächliche reale Verwendung von digitalen Tools beeinflussen, „sind der erwartete Mehrwert, der geschätzte Aufwand, der soziale Einfluss und die unterstützenden Bedingungen“ (Gerthofer & Schneider, 2021, S.286).

In diesem Modell spielen, neben den oberhalb beschriebenen vier direkt beeinflussbaren Variablen, sogenannte Moderatorvariablen eine wichtige Rolle, welche die vier Kategorien beeinflussen (Abb. 1). Zu den Moderatorvariablen zählen einerseits die selbstbezogenen Überzeugungen und das Wissen der Lehrkraft über die Thematik der digitalen Medien. Neben den eigenen Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit Medien spielt auch die Sicherheit der Lehrperson bei der Mediennutzung eine zentrale Rolle. Andererseits stellt auch der mediale Habitus eine Moderatorvariable dar. Darunter versteht man die allgemeine Einstellung der Lehrkraft gegenüber der Nutzung digitaler Tools. Diese Grundeinstellung bezieht sich hierbei sowohl auf die private Nutzung der Lehrperson als auch auf die Verwendung von Technologien im Unterricht (Gerthofer & Schneider, 2021).

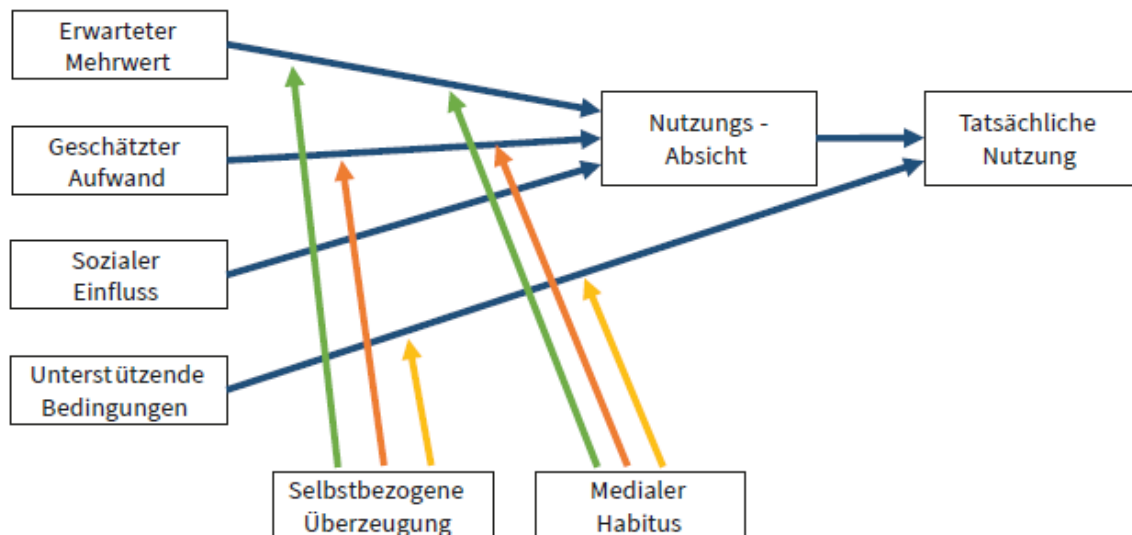


Abb. 1: Modell zum Einsatz digitaler Medien (Gerthofer & Schneider, 2021, S.287)

Der erwartete Mehrwert meint hierbei, inwiefern die Technologienutzung im Unterricht in Hinblick auf die Didaktik oder die Organisation Vorteile gegenüber des Unterrichts ohne medialer Unterstützung bringt. Der erwartete Mehrwert erfüllt in diesem Modell die Funktion der Eruierung, inwieweit die Verwendung digitaler Tools zu einem Leistungsanstieg in Hinblick auf die Didaktik und die Arbeitsorganisation führt (Bach, 2016). Lehrkräfte treten digitalen Medien oft mit Bedenken oder auch Skepsis entgegen. Grund dafür ist vermehrt die Auffassung, dass die Mediennutzung im Unterricht mit einer geringen Sinnhaftigkeit einhergeht, was wiederum hemmend auf den Medieneinsatz der Lehrkräfte führt. Hierbei wird auch oft der Vergleich gezogen, inwieweit digitale Medien gegenüber analogen Medien Potentiale in pädagogischer und didaktischer Sicht mit sich bringen (Lermen, 2008).

Bei der Kategorie des geschätzten Aufwands steht die Einschätzung des Aufwands, welche die Verwendung der digitalen Tools und die Aneignung der Medienkompetenz mit sich bringt, im Vordergrund (Bach, 2016). Beim geschätzten Aufwand wird die Beurteilung der Lehrenden beleuchtet, inwiefern die Medienverwendung im Unterricht und das damit verbundene notwendige Erlangen von medialen Kompetenzen mit zusätzlichem Aufwand verbunden ist oder nicht (Lermen, 2008). In diesem Zusammenhang wird vor allem die Wahrnehmung der Lehrperson in Hinblick auf den Aufwand der Aneignung der notwendigen Fähigkeiten in der Handhabung mit digitalen Tools, sowie deren Integration in den Unterricht angesprochen. Zum Beispiel kann eine Lehrkraft bei der Nutzung von digitalen Medien einen gesteigerten Zeitaufwand erwarten, um sich die digitalen Kompetenzen beizubringen. Eine Studie

(Gysbers, 2008) kam zum Ergebnis, dass Lehrende die notwendige Bildung zur Nutzung von digitalen Medien als zu ihrem Beruf hinzukommende Belastung betrachten.

Die Kategorie des sozialen Einflusses beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern es externe Einflussfaktoren auf die Mediennutzung in der Schule gibt. Solche außerhalb der Schule liegenden Einwirkungen können zum Beispiel Einstellungen und Überzeugungen seitens der Eltern sein. Die Variable des sozialen Einflusses im oberhalb beschriebenen UTAUT-Modell verkörpert die Erwartungen der sozialen und individuellen Umgebung eines Menschen und dessen Wahrnehmung dieser Erwartungen. Überträgt man dies auf den Lebensraum Schule, so beschreibt diese Variable die Erwartungen hinsichtlich der Mediennutzung, welche von den Erziehungsberechtigten, anderen Lehrerinnen und Lehrer oder auch der Schülerinnen und Schüler kommen können. Diese Erwartungen können sich auf die Lehrperson und deren Handeln in Hinblick auf digitale Medien auswirken (Gerthofer & Schneider, 2021).

Eine weitere Kategorie stellen die unterstützenden Bedingungen dar, bei welcher es sich um das Angebot und die Wahrnehmung von Unterstützung, Förderung und Mithilfe bei der Medienintegration handelt. Diese Unterstützung kann zum Beispiel durch Kolleginnen und Kollegen oder der Schulleitung erfolgen (Gerthofer & Schneider, 2021).

Die unterstützenden Bedingungen wirken sich nicht gleichermaßen auf die Absicht der Medienverwendung und der realen Nutzung aus. Die Variable der unterstützenden Bedingungen wirkt sich vor allem auf die reale Verwendung aus, wenn die Intention Medien zu benutzen bereits vorhanden ist. Diese Variable betrachtet die Wahrnehmung in Bezug auf die vorhandene technische und organisatorische Ausstattung und Ressourcen für digitale Medien (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003). Münzt man dies auf den Schulsektor um, so zählen hierzu eine ausreichende technische Ausstattung der Schule, welche eine Medienintegration im Unterricht möglich macht. Doch nicht nur technische Ressourcen zählen zu dieser Variable, auch die Kommunikation mit Kolleginnen und Kollegen oder die Freiheit und Selbstbestimmung zur Unterrichtsgestaltung mit digitalen Medien spielen hierbei eine Rolle. Demzufolge kann die Schulleitung aktiv zur Förderung des Medieneinsatzes beitragen, indem sie den kollegialen Dialog unterstützt und Gestaltungsfreiheit gewährt (Gerthofer & Schneider, 2021).

Die Moderatorvariable der selbstbezogenen Überzeugung, welche auch die Kenntnisse der Lehrperson und deren Sicherheit im Umgang mit digitalen Medien umfasst, ist Teil des für den

Bildungssektor adaptierten UTAUT-Modells. Diese Moderatorvariable kann Auswirkungen auf drei weitere Variablen (erwarteter Mehrwert, geschätzter Aufwand und unterstützende Bedingungen) haben. Der Grund hierfür ist, dass Lehrpersonen Unsicherheiten oder fehlende Kompetenzen ihrerseits mit einem niedrigen Mehrwert, gleichzeitig aber mit einem gesteigerten Aufwand, in Verbindung bringen. Es kann vorkommen, dass Lehrkräfte die Intention, digitale Tools in ihren Unterricht zu integrieren, mitbringen, jedoch Unkenntnis und fehlende Sicherheit dazu führen, dass diese Intention nicht in die Tat umgesetzt wird. Diese Moderatorvariable wirkt auf die Wahrnehmung in Bezug auf die unterstützenden Bedingungen, da die verfügbaren Ressourcen und Chancen durch das Wissen oder auch Unwissen über digitale Tools der Lehrenden verschieden wahrgenommen werden (Gerthofer & Schneider, 2021). Fehlende Medienkenntnisse und Medienkompetenzen der Lehrkräfte stellen ein massives Hindernis bei der Mediennutzung dar (Gysbers, 2008). Eine große Rolle bei der Medienintegration im Unterricht spielt auch die private Nutzung digitaler Medien der Lehrkraft im Alltag und der daraus resultierenden Vertrautheit im Umgang mit digitalen Technologien. Eine Studie zeigt, dass bereits deutsche Lehramtsstudenten ihre Medienkenntnisse als gering betrachten, was wiederum in Furcht vor dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht resultiert (Kommer & Biermann, 2012).

Als zweite Moderatorvariable fungiert der mediale Habitus, sprich die grundlegende Einstellung der Lehrkräfte gegenüber digitalen Tools. Diese Variable ergänzt das Modell um die Grundeinstellung der Lehrpersonen und deren innere persönliche Handlungsmotive. Diese Grundeinstellung bildet jede Person durch die Entwicklung in ihrer sozialen und medialen Umgebung aus, welche das Elternhaus, sowie den Erfahrungsschatz in der Mediennutzung und die vorherrschende Einstellung gegenüber digitaler Medien in ihrer Lebenswelt miteinschließt (Kommer & Biermann, 2012). „Damit könnte die grundlegende Haltung der Lehrperson gegenüber digitalen Medien eine beeinflussende Variable für den erwarteten Mehrwert und Aufwand sowie die Wahrnehmung der unterstützenden Bedingungen sein“ (Gerthofer & Schneider, 2021, S.291).

4. Digitale Medien im Mathematikunterricht

Digitale Medien werden häufig mit dem Begriff der neuen Medien bezeichnet. Diese Bezeichnung bringt sehr deutlich die klare Abgrenzung zu traditionellen Medien zum Ausdruck (Fischer, 2008, S. 85). Die Gleichsetzung neuer Medien mit digitalen Medien ist bereits etwas veraltet, „da eine über 20 Jahre alte Technik wie das Internet nicht mehr als ‚neu‘ bezeichnet werden kann. Daher setzt sich immer mehr der Begriff der digitalen Medien durch“ (Bergmann, 2009, S. 9). Das Wort Medium wurde aus der lateinischen Sprache abgeleitet und steht für die Mitte oder auch den Mittelpunkt. Außerdem kann der Begriff Medium die Bedeutung von Öffentlichkeit oder Publikum haben. In unterschiedlichen fachlichen Bereichen kommt dem Wort des Mediums noch weitere, unterschiedliche Bedeutung zu. So bedeutet beispielsweise ein Medium im Gebiet der Physik einen Stoff, welcher spezielle Kriterien in Bezug auf seine Dichte und Elastizität erfüllt (Reis, 1872). Shannon entwickelte ein technisches Kommunikationsmodell, in welchem das Medium als Kanal oder auch Raum zwischen dem Sender und der empfangenden Person fungiert. Shannon ging „von der grundsätzlichen Trennung von Information und Signal aus: Eine Information wird demnach zur Übermittlung kodiert und auf einem Trägermedium als Signal zu einem Empfänger übermittelt, der dieses dann (im besten Falle) wieder zu einer Information interpretiert/rekonstruiert“ (Arnold, 2020, S.45). Dieses Modell ist auch unter dem Namen „Sender-Empfänger-Modell“ weit verbreitet.

Das Hauptkriterium, das digitale Medien von analogen Medium abhebt, ist deren Technisierung. Bei digitalen Medien kommen beim oberhalb beschriebenen Sender-Empfänger-Prozess elektronische Hilfsmittel zum Einsatz, und zwar „zur Herstellung (Kodierung) und Rezeption (De-Kodierung)“ (Arnold, 2020, S.47). Dieser Vorgang erfolgt mithilfe von digitalen Codes. Die kodierten Informationen sind als digitale Daten vorhanden, was bedeutet, dass diese „beliebig reproduzierbar, veränderbar und verteilbar“ (Arnold, 2020, S.47) sind.

Elektronische Geräte wie beispielsweise der Scanner ermöglichen die digitale Repräsentation von analogen Medien, wie beispielsweise Bücher oder auch Bilder. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zwischen Inhalten in digitaler oder analoger Form ist, dass digitale gespeicherte Informationen nicht an ihr Medium gebunden sind, analog vorliegende Informationen jedoch schon (Arnold, 2020).

Laura Mähler und Andreas Pallack definieren in dem Buch „Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht“ digitale Medien wie folgt:

„Digitale Medien sind dann solche Medien, die Informationen mit Hilfe elektronischer Geräte digital speichern oder übertragen und in bildhafter oder symbolischer Darstellung wiedergeben“ (Mähler & Pallack, 2014, S.122).

Im Kontext des Unterrichts haben Medien die Funktion, als Unterstützung einerseits beim Lernen der Schülerinnen und Schüler und andererseits beim Lehren der Lehrperson zu fungieren. Ein Medium soll ver-Mittel-n, wobei hier der Bezug zur Wortherkunft ersichtlich wird. Ein Medium „ver-Mittel-t, in der Mathematik zwischen mathematischen Begriffen, Sätzen und Verfahren einerseits und dem Verstehen, Entdecken von Zusammenhängen oder Systematisieren von Erkenntnissen andererseits“ (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.461).

4.1. Apps und andere digitale Medien

Der Ausdruck App hat seinen Ursprung in der englischen Sprache und ist eine Abkürzung für das Wort „Application“ oder „Application Software“, was ins Deutsche übersetzt so viel wie Applikation oder Anwendungssoftware bedeutet. Der Begriff App steht also für jeglichen Typ von Applikationen beziehungsweise Anwendungsprogrammen. Hierbei spielt es keine Rolle, ob die Applikation „auf einem Desktop-Computer, einem mobilen Endgerät oder auf einem andersgearteten IT-gestützten System läuft“ (Koppay, 2015, S.17).

Die bekannte Firma Apple implementierte im Sommer des Jahres 2008 ihre App Stores, welche das Ziel verfolgen, Zusatzanwendungen für die Apple-Produkte iPhone oder auch iPod zu verkaufen. Für diese Zusatzanwendungen verwendet man ebenfalls den Begriff der App (Koppay, 2015).

Digitale Medien, welche einen Lern- oder Lehrzweck verfolgen, werden in folgende fünf Kategorien eingeteilt:

- „klassische digitale Medien & Kommunikationstools (digitale Präsentationstools, E-Mail, fachspezifische Datenbanken, digitale Texte),
- soziale Kommunikationstools (Blogs, Chats, Foren, Microblogging, soziale Netzwerke),
- elektronische Prüfungssysteme (E-Assessment, E-Prüfung, E-OSCE),

- audio-/videobasierte Medien & Tutorials (Podcasts, Screencasts),
- interaktive Tools und Formate (Educational Games/Serious Games, interaktive fachspezifische Werkzeuge [z. B. virtuelle Patienten/Kliniken/ Labore] Online-Office-Tools, Simulationen, Webkonferenzen, Wikis)“ (Kuhn, Frankenhauser, & Tolks, 2018, S.20).

4.1.1. Auswahlkriterien bei Apps für den Einsatz im Unterricht

Die Auswahl einer für den Unterricht geeigneten App kann sich aufgrund der Vielzahl an verfügbaren Apps als schwierige Entscheidung für die Lehrkraft gestalten. Um eine gelungene Wahl in Bezug auf die Lern-Apps zu treffen, können folgende Kriterien als Auswahlhilfe herangezogen werden:

- „Die Art des Lernens“ (Rösch & Maurer, 2014, S.27): Oft dient eine App, auch wenn sie sehr zeitgemäß und ansprechend programmiert und gestaltet ist, lediglich der Wiederholung von Inhalten. Hierbei sollte stets bedacht werden, ob die Lernenden mithilfe der App Kompetenzen und Fähigkeiten erlangen können oder ob „nicht etwa ausschließlich ein behavioristisches Lernmodell reproduziert wird“ (Rösch & Maurer, 2014, S.28).
- „Das Ziel des Lernens“ (Rösch & Maurer, 2014, S.28): Eine Vielzahl von Apps werben mit raschen Lernerfolgen. Ein schnelles Erfolgserlebnis hat eine motivierende Wirkung auf die Schülerinnen und Schüler. Hierbei sollte die Lehrperson immer im Blick haben, was das Lernziel ist. Ein schneller Lernerfolg, bei dem ein Klick reicht, um zur Lösung zu gelangen, führt eventuell dazu, dass das Bedienen der App und nicht der behandelte Inhalt in den Vordergrund rückt. Das Lernen mit sehr spezialisierten Apps kann zur Folge haben, dass das Gelernte nicht auf andersartige neue Bereiche übertragen werden kann.
- „Das Lernumfeld“ (Rösch & Maurer, 2014, S.28): Eine weitere Überlegung, welche bei der Auswahl geeigneter Apps für den Unterricht beachtet werden sollte, ist das Lernumfeld, welches an die digitalen Medien angepasst werden sollte. Es ist zu vermeiden, dass aufgrund von dem digitalen Medieneinsatz der Schein entsteht, es würde moderner Unterricht stattfinden, welcher sich hinter der Fassade als lehrerzentriert und Auswendiglernen ohne Verständnis entpuppt.

- „Die Lernenden“ (Rösch & Maurer, 2014, S.28): Einige Apps verfügen über Eigenschaften, welche zu einem sehr individuellen oder gruppenbezogenen Einsatz der Apps führen. Hierbei ist wichtig zu beachten, dass der Lernprozess einzelner Individuen nicht in den Hintergrund rückt (Rösch & Maurer, 2014).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die vorschnelle und nicht genügend durchdachte Verwendung von Apps im Unterricht dazu führen kann, dass die Kontrolle von der Lehrkraft auf das Medium transferiert wird, wobei die Vorteile und vor allem die Schwierigkeiten und Herausforderungen der App der Lehrperson nicht oder nicht gänzlich bewusst sind. „Entschleunigung in Verbindung mit pädagogischer Professionalität“ (Rösch & Maurer, 2014, S.28) ist also sowohl bei der Auswahl analoger Hilfsmittel als auch auf die Auswahl digitaler Tools im Unterricht die passende Vorgehensweise. Unter pädagogischer Professionalität meint man hierbei „Unterrichtskonzepte zu entwickeln, die nicht die App an sich ins Zentrum stellen, sondern ihr im Rahmen eines Gesamtdesigns didaktisch sinnvolle Teilfunktionen zuschreiben“ (Rösch & Maurer, 2014, S.28).

Hierfür können folgende Überlegungen vor dem Einsatz der App im Unterricht angestellt werden:

- „Welche didaktische Funktion soll die App im Lehr-Lernzusammenhang erfüllen“ (Rösch & Maurer, 2014, S.29)? Hierbei variieren die Funktionen der Apps vom Lernwerkzeug (z.B. Einüben von Vokabeln oder Formeln) über die Veranschaulichung von komplexen Inhalten (z.B. Darstellung des Sonnensystems) bis hin zur Gestaltung oder Erschaffung von eigenen Produkten (z.B. Erklärvideos, Fotocollagen, etc.). Eine weitere Funktion von Apps ist das Recherchieren, Organisieren und Strukturieren von Inhalten. Weiters können Apps zur Unterstützung im Lehreralltag helfen, beispielsweise kann eine Lärmampelapp bei der Klassenführung helfen.
- „Welches Verhältnis von Offenheit und Geschlossenheit weist die App auf“ (Rösch & Maurer, 2014, S.29)? Man definiert eine App als geschlossen, wenn der Output des Lernprozesses, die Lerninhalte und auch die Darstellungsform, in welcher gelernt werden soll, vorab festgelegt sind. Offene Apps stellen das Gegenteil dar, da bei offenen Apps sowohl beim Inhalt, bei der Lernform und beim Lernergebnis frei gewählt werden kann. Dazwischen befinden sich die halboffenen Apps, welche zumindest in einem der drei Bereiche (Inhalt, Lernform, Ergebnis), jedoch nicht in allen,

Auswahlmöglichkeiten bieten. Offene Apps verlangen im Vergleich zu geschlossenen Apps mehr Eigenständigkeit von den Schülerinnen und Schülern.

- „Welche Kommunikations- und Interaktionsstruktur legt die App nahe bzw. ermöglicht sie“ (Rösch & Maurer, 2014, S.29)? Hier werden Überlegungen dahingehend angestellt, ob die App beispielsweise in Form einer Gruppenarbeit oder allein bedient werden soll oder auch, ob die App im Frontalunterricht verwendet werden kann.

Eine Beantwortung dieser drei Fragen bedarf einer ausführlichen Auseinandersetzung mit der App, bevor diese im Unterricht zum Einsatz kommt. Diese Auseinandersetzung umfasst das Durchführen verschiedenster Lernpfade, sowie das Ausprobieren der App. Abschließend kann eine Bewertung der App erfolgen, welche aber stets in Bezug zum Unterrichtssetting, den Lernzielen, sowie der Zielgruppe, den Schülerinnen und Schülern, gesehen werden muss (Rösch & Maurer, 2014).

4.1.2. Gütesiegel für Apps des Bildungsministeriums

Ein Punkt des bereits vorgestellten 8-Punkte-Plans der Digitalisierung für Schulen hat sich die Bewertung und Zertifizierung von Apps im Schulgebrauch, sowie im Distance-Learning zum Ziel gesetzt. Dieses Gütesiegel soll hierbei als Richtschnur und Unterstützung bei der Auswahl bereits bestehender Apps für Erziehungsberechtigte, Lehrpersonen und auch Schülerinnen und Schüler dienen. Die Lern-Apps werden im Rahmen des Zertifizierungsverfahrens in verschiedenen Bereichen untersucht, wobei vorrangig hinsichtlich pädagogischer Kriterien bewertet wird. Zusätzlich werden auch Aspekte wie „Lernmanagement, Kostentransparenz, Darstellung des Geschäftsmodells, Benutzerfreundlichkeit, Datenschutz oder technische Stabilität“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020g) zur Bewertung der Lern-Apps berücksichtigt.

Eine App, welche das Gütesiegel erhält, ist wie folgt definiert:

Sie ist ein digitales Hilfsmittel, das in seiner Funktion das Lernen im Rahmen des schulischen Unterrichts und eigenverantwortliches, interessengeleitetes Lernen unterstützt, indem Schüler/innen mit Hilfe mobiler Endgeräte wie Smartphones oder Tablets zeit- und ortsunabhängig Lerninhalte u. a. erarbeiten, üben, vertiefen, wiederholen, strukturieren bzw. anwenden und eigene Interessensgebiete verfolgen

können. Außerdem ist sie sowohl für iOS (im App Store) als auch für Android (im Play Store) verfügbar, sie ist DSGVO-konform, und sie enthält keine Werbung. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, n.d.)

Apps, welche bei der Organisation unterstützen, wie beispielsweise Kalender oder Apps, welche zum Nachschlagen wie zum Beispiel Wörterbücher gedacht sind, werden nicht als Lern-Apps angesehen. Ein weiteres Kriterium um am Zertifizierungsverfahren teilnehmen zu können ist, dass die Nutzung der App keine Verwendung von begleitenden Materialien oder Geräten benötigt (OeAD, 2022).

Das Zertifizierungsverfahren besteht aus drei standardisierten Schritten und erstreckt sich über den Zeitraum von einigen Monaten:

1. Der Zertifizierungsvorgang startet mit der Einreichung der App über ein Online-Formular durch den/die App-Entwicklerin selbst. Alternativ können Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler, Eltern, etc. ihre Empfehlung einer Lern-App über das Empfehlungsformular zum Ausdruck bringen. Bei diesem Fall wird nach dem Bestehen einer ersten kleinen formalen Überprüfung der App der/die EntwicklerIn kontaktiert, welche dann die Entscheidung zur App-Einreichung trifft. Für die Einreichung ist die Erfüllung der sechs Zulassungsvoraussetzungen unabdingbar. Anschließend füllt der/die EntwicklerIn ein App-Stammdatenblatt aus. Nach dessen formaler Überprüfung wird die Zulassung zum Zertifizierungsverfahren durch das Lern-App Team durchgeführt (OeAD, n.d.).
2. Die zugelassenen Apps werden jeweils drei EvaluatorenInnen zugeteilt, welche die jeweilige App in einer Zeitspanne von vier bis maximal zwölf Wochen im Unterricht einsetzen und anschließend mithilfe eines Kriterienrasters bewerten. „Die Kriterien sind in vier Kategorien unterteilt (pädagogisch-didaktische Kriterien, Funktionalität und mediale Gestaltung, Lernendenorientierung und Rolle der Lehrperson)“ (OeAD, n.d.). Zusätzlich geben auch die Schülerinnen und Schüler ein Feedback zu der verwendeten App, welches ebenfalls in die Bewertung miteinbezogen wird, ab.
3. Eine positive Durchlaufung dieses Verfahrens wird mit einem Zertifikat abgeschlossen. Sowohl bei einem positiven als auch bei einem negativen Gesamtergebnis wird dem/der App-EntwicklerIn ein Bericht mit den Ergebnissen zu Verfügung gestellt (OeAD, n.d.).

Absolviert eine App diese Zertifizierung erfolgreich, wird diese auf der Gütesiegel-Lern-Apps Website gelistet. Die App behält das Gütesiegel für eine Dauer von zwei Jahren, wobei nach frühestens einem Jahr die Möglichkeit der Rezertifizierung besteht, wodurch eine Verlängerung der Gültigkeit beliebig oft möglich ist (OeAD, n.d.).

Im Unterrichtsgegenstand Mathematik hatten am 02.04.2022 folgende drei Apps das Gütesiegel erhalten:

- GeoGebra Rechner Suite
- eSquirrel – AHS-Maturatraining Mathematik komplett
- MatheHero (Zentralmatura) (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und Forschung, 2022b)

4.1.3. Apps und digitale Medien aus lernpsychologischer Perspektive

Bei der Verwendung digitaler Medien im Unterricht stellt sich die Frage, inwiefern sich der Einsatz von digitalen Medien und analogen Medien unterscheidet und ob digitale Tools im Vergleich zu herkömmlichen analogen Medien vorteilhafter für die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler sind. Um diese Frage zu beantworten hilft es, Theorien und Wissen rund um die menschliche Informationsverarbeitung in den Blick zu nehmen (Hillmayr et al., 2017).

4.1.3.1. Die Theorie der kognitiven Belastung

Die Theorie der kognitiven Belastung (englisch cognitive load theory) nach Sweller besagt, dass das Arbeitsgedächtnis des Menschen eine begrenzte Kapazität zur Verarbeitung aufweist (Paas & Sweller, 2014). Beim Erlernen und Erarbeiten neuer Inhalte und Kompetenzen besteht die kognitive Belastung einerseits aus der intrinsischen und andererseits aus der extrinsischen Belastung. Die intrinsische Belastung ist abhängig vom Schwierigkeitsgrad der zu erlernenden Inhalte (Hillmayr et al., 2017) und stellt hierbei die kognitive Belastung dar, welche aufgrund der Komplexität der zu verarbeitenden Information zustande kommt (Paas & Sweller, 2014). Die intrinsische Belastung wird daher als nicht veränderlich angesehen (Kollar & Fischer, 2018). Die extrinsische Belastung wird durch die vorhandene Qualität des Lernsettings bestimmt (Hillmayr et al., 2017). Extrinsische kognitive Belastung kommt aufgrund von

unpassenden und schlechten Unterrichtsumgebungen zustande, welche verursachen, dass sie die Anzahl der Elemente, welche die Lernenden verarbeiten müssen, erhöhen, obwohl dies nicht notwendig wäre (Paas & Sweller, 2014). Die Theorie der kognitiven Belastung vertritt die Annahme, dass ein Lernprozess nur dann von Erfolg gekrönt sein kann, wenn die Gesamtbelastung, welche sich aus der intrinsischen und extrinsischen Belastung zusammensetzt, die Kapazität des menschlichen Arbeitsgedächtnisses nicht übersteigt (Hillmayr et al., 2017).

Aus der intrinsischen Belastung kann man schließen, dass bestimmte Lerninhalte schwieriger zu erlernen sind als andere. Auch das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler spielt eine Rolle und beeinflusst den Aufwand, welcher benötigt wird, um die Inhalte zu erlernen. Die extrinsische Belastung verdeutlicht, dass mangelhaft gestaltete und unüberlegte Lernumgebungen die individuellen Lernvorgänge der Lernenden behindern können. Dies tritt unabhängig vom Vorwissen der Schülerinnen und Schüler auf (Hillmayr et al., 2017). Die extrinsische kognitive Belastung sollte im Unterricht möglichst gering gehalten werden, da es dann im Arbeitsgedächtnis zur Freisetzung von Kapazität kommt, welche wiederum zu einer Erhöhung der Arbeitsressourcen führt (Paas & Sweller, 2014). Es stellt sich die Frage, inwiefern der Einsatz von digitalen Tools im Unterricht auf die kognitive Belastung der Lernenden beim Erarbeiten und Erlernen von Inhalten einwirken können und wie damit die Förderung von fruchtbaren Lernprozessen erreicht werden kann (Hillmayr et al., 2017).

Das Arbeitsgedächtnis spielt bei der Theorie der kognitiven Belastung eine wichtige Rolle (Paas & Sweller, 2014). Das Arbeitsgedächtnis weist im Umgang mit neuen Inhalten und Informationen zwei Grenzen auf. Einerseits weist das Arbeitsgedächtnis eine begrenzte Kapazität auf, welche für die Speicherung von sieben Informationselementen ausreicht. Wenn es um das Speichern von Inhalten im Sinne von kombinieren, Vergleiche ziehen oder manipulieren geht, beschränkt sich die Kapazität auf zwei bis vier neue Informationselemente. Eine weitere Einschränkung des Arbeitsgedächtnisses ist bei der Dauer der gespeicherten Inhalte zu verzeichnen, welche sich ohne Wiederholung auf etwa 20 Sekunden beschränkt. Dies hat zur Folge, dass Inhalte, welche nicht wiederholt werden, innerhalb von etwa 20 Sekunden nahezu gänzlich aus dem Arbeitsgedächtnis gelöscht werden. Dem Arbeitsgedächtnis kommt die Funktion zu, auszuwählen, von welchen neu gewonnenen Informationen Gebrauch gemacht werden soll, um die bereits im Langzeitgedächtnis

gespeicherten Inhalte abzuändern und zu modifizieren. Die Speicherung von Wissen im Langzeitgedächtnis wird als ein Hauptziel der Schule angesehen. Wichtig hierbei ist, dass sowohl Auswendiglernen als auch Lernen durch Verständnis zu Änderungen im Langzeitgedächtnis führen. Auswendiglernen ohne Verständnis hat jedoch als Konsequenz, dass einige Verbindungen zwischen Informationselementen nicht hergestellt werden. Das Verstehen von gelerntem Stoff führt zu zusätzlichen Abänderungen im Langzeitgedächtnis. Verstehen von Inhalten bedingt, dass alle relevanten Informationen gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis zur Verarbeitung gelangen. Aufgrund der oben beschriebenen beschränkten Kapazität des Arbeitsgedächtnis kann es zu einem Überfluss an neuen Informationselementen kommen. Verstehen kann dann erst eintreten, wenn genügend Kapazität frei ist. Verständnis bedingt daher ein erfolgreiches Zusammenspiel von Arbeits- und Langzeitgedächtnis (Paas & Sweller, 2014).

Die Theorie der kognitiven Belastung postuliert also, dass nicht notwendige kognitive Belastung zu vermeiden ist, um gelungene Lernprozesse zu erreichen. Digitale Medien können dabei helfen, die Lernenden kognitiv zu entlasten und kognitiver Überlastung entgegenzuwirken. Im Mathematikunterricht kommen den drei Darstellungsformen enaktiv, ikonisch und symbolisch große Bedeutung zu (Bruner, 1974). Auch mithilfe digitaler Tools lässt sich mathematischer Lernstoff auf diesen drei Repräsentationsebenen aufbereiten. Im Modell der externen Repräsentationen wird veranschaulicht, „dass die Lernumgebung Computer alle Repräsentationsformen vereinigen kann“ (Bierbrauer, 2022, S.61). Dem Lernsetting Computer wird zugeschrieben, „dass alle Repräsentationsebenen vereinigt werden können“ (Bierbrauer, 2022, S.61). In Abb. 2 sind die verschiedenen Repräsentationsformen dargestellt. Die Fähigkeit der Multirepräsentation wird auch anderen digitalen Medien zugeordnet.

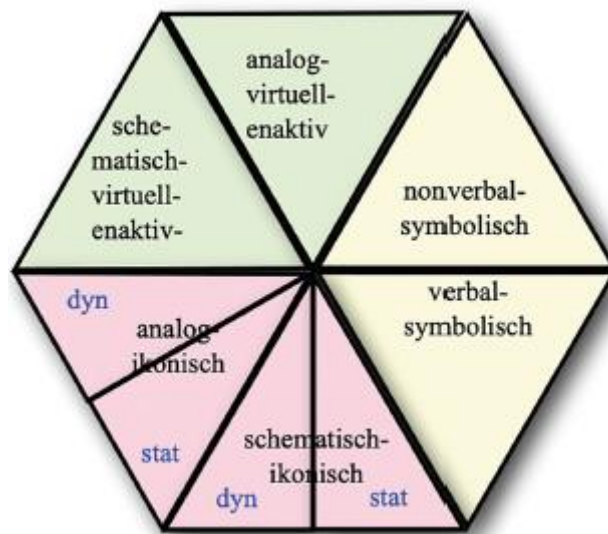


Abb. 2: Modell der externen Repräsentationsformen (Ladel, 2009)

Bei mathematischen Themen ist sowohl eine verbal-symbolische Präsentation als auch eine nonverbal-symbolische Aufbereitung denkbar. Eine verbal-symbolische Darstellung wäre beispielsweise ein in Worten geschriebenes Textbeispiel, welches nicht nur gelesen werden kann, sondern zusätzlich auch auditiv über eine Lautsprecherfunktion angehört werden kann. „Als ikonische Darstellung können digitale Medien Darstellungen dynamisch oder statisch analog-ikonisch sowie dynamisch oder statisch schematisch-ikonisch abbilden“ (Bierbrauer, 2022, S.62). Mithilfe von digitalen Tools können dynamische Inhalte und Bildabfolgen als Video ausgestrahlt werden. Im virtuell-enaktiven Bereich des Modells, ist die Möglichkeit der Simulationen am Computer abgebildet. Resümierend ermöglichen digitale Medien den raschen und übersichtlichen Zugang, sowie die individuelle Auswahl von unterschiedlichen Repräsentationsformen (Ladel, 2009).

Weiters ermöglichen digitale Medien die verknüpfte Darstellung mehrerer externer Repräsentationen gleichzeitig. „Die synchrone Verlinkung von multiplen äquivalenten Repräsentationen unterstützt den mathematischen Lernprozess“. Hierbei kommt es zu einer Reduktion der kognitiven Belastung bei der lernenden Person durch ein „computational offloading“ (Bierbrauer, 2022, S.63). Zusätzlich können mithilfe digitaler Tools auditive Präsentationen realisiert werden. So können Lerninhalte in schriftlicher Form auch auditiv erschlossen werden und so einem weiteren Sinn zugänglich gemacht werden. Durch digitale Medien können Videos zum visuellen Darstellen mathematischer Lerninhalte verwendet

werden. Weiters können digitale Medien als Hilfe zum Strukturieren fungieren (Bierbrauer, 2022).

4.1.3.2. Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer

Die Kernaussage der kognitive Theorie des multimedialen Lernens nach Richard E. Mayer besagt folgendes: „Multimedia learning is learning from words and pictures. The rationale for studying multimedia learning is that people can learn more deeply from words and pictures than from words alone “ (Mayer, 2014, S.1).

Die Annahme, dass Menschen durch multimediales Lernen, bestehend aus Worten und Bildern, besser lernen können als durch Worte allein, wird auch die multimedia learning hypothesis genannt. Mayers definiert Multimedia als „Presenting words (such as printed text or spoken text) and pictures (such as illustrations, photos, animation, or video)“ (Mayer, 2014, S.2). Die Definition vom multimedialen Lernen formuliert er wie folgt: „Building mental representations from words and pictures“ (Mayer, 2014, S.2).

Über eine lange Zeitperiode hinweg stellten Wörter die Hauptquelle für Unterricht dar. Zuerst nur gesprochene Wörter, seit den letzten hundert Jahren kamen Wörter in gedruckter Form dazu. Dank der fortgeschrittenen Technik sind heutzutage auch bildliche Formen und computergestützte Grafiken möglich. Das schlichte Hinzufügen von Bildern zu Wörtern ist jedoch keine Garant für eine Verbesserung des Lernerfolgs, denn nicht alle multimedialen Darbietungen zeugen von gleicher Effektivität. Der Theorie des multimedialen Lernens liegt eine fundamentale Annahme zugrunde, welche besagt, dass multimediale Lehrbotschaften, welche in Abstimmung mit der Funktionsweise des menschlichen Verstandes gestaltet sind, mit größerer Wahrscheinlichkeit von Erfolg gekrönt sind, als anders gestaltete multimediale Darbietungen. Unter einer multimedialen Lehrbotschaft (multimedial instructional message) versteht man eine Nachricht, welche aus Wörtern und Bildern besteht und eine Förderung des Lernens erzielen soll. Diese Kommunikation kann über ein beliebiges Medium laufen, beispielsweise Papier, Computer oder auch in persönlicher, gesprochener Form. Wörter können hierbei in gedruckter oder gesprochener Form eingesetzt werden und unter dem Begriff Bilder sind verschiedenste Formen wie Grafiken, Illustrationen, Diagramme, Fotos oder auch Animationen und Videoclips zusammengefasst. Es handelt sich hierbei also um eine

breitgefächerte Definition, welche sowohl das Schulbuch mit Text und Bildern bis hin zu interaktiven Simulationsspielen mit Text und Grafiken miteinschließt (Mayer, 2014a).

Es gibt zwei Arten, wie Lernerfolg gemessen werden kann. Einerseits kann man Tests durchführen, welche auf das Erinnern des Erlernten abzielen oder man führt Transfertest durch, welche die Kompetenz, das Gelernte auf neue Probleme anzuwenden, untersuchen. Das multimediale Lernen beschäftigt sich vor allem mit dem Transfer, da der Fokus darauf liegt, wie Bilder und Worte zur Förderung des Verständnisses verwendet werden können und nicht auf Auswendiglernen abzielt (Mayer, 2014a). Die Theorie des multimedialen Lernens ist in der Abb. 3 dargestellt.

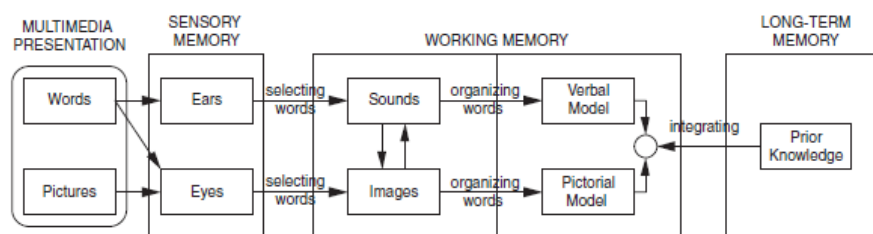


Abb. 3: Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Mayer, 2014a, S.52)

Das abgebildete Modell des multimedialen Lernen stellt das menschliche Informationsverarbeitungssystem dar. Die drei viereckigen Kästchen repräsentieren die drei Gedächtnisspeicher, welche aus dem sensorischen Gedächtnis, dem Arbeitsgedächtnis, sowie dem Langzeitgedächtnis bestehen. Die Pfeile stehen für die kognitiven Prozesse des Auswählens, Organisierens und Integrierens. Sichtbar wird hierbei auch das Merkmal der zwei Kanäle: Die obere Reihe stellt den verbalen Kanal dar, während die untere Reihe für den visuellen Kanal steht (Mayer, 2014a).

Der Informationsverarbeitungsprozess startet, indem Bilder und Wörter aus der Außenwelt aufgefasst werden. Bilder und Wörter in gedruckter oder geschriebener Form gelangen dann über die Augen und gesprochene Wörter über die Ohren in das sensorische Gedächtnis. Die anschließende zentrale Verarbeitung der aufgenommenen Information findet im Arbeitsgedächtnis statt. Die aufgenommenen Informationen werden im aktiven Bewusstsein nur für eine kurze Zeit gespeichert. Diese Speicherung ist jedoch nicht exakt und nicht vollständig. Die linke Seite des Kästchens des Arbeitsgedächtnis stellt das Rohmaterial dar, welches wahrgenommen wird und ins Arbeitsgedächtnis gelangt. Hierbei kann es sich um

visuelles oder auditives Material handeln. Die rechte Seite des Kastens Arbeitsgedächtnis steht für das Wissen, welches im Arbeitsgedächtnis konstruiert wird. Hierbei handelt es sich um bildliche und verbale Modelle und deren Verbindungen und Zusammenhänge zwischen ihnen. Die Pfeile von „Images“ zu „Sounds“ verdeutlichen die mentale Umwandlung beispielsweise eines visuellen Bildes (das mentale Bild einer Katze) in einen Ton (den Klang des Wortes Katze). Das Rechteck auf der rechten Seite des Modells trägt den Namen Langzeitgedächtnis und stellt den Wissensspeicher der lernenden Person dar, welcher das Vorwissen beinhaltet. Das Langzeitgedächtnis kann im Gegensatz zum beschränkten Arbeitsgedächtnis, eine große Menge an Informationen speichern. Diese Speicherung ist über lange Zeiträume möglich, jedoch bedarf es einer Transferierung des Wissens ins Arbeitsgedächtnis, wenn aktiv über das Material nachgedacht wird oder es bearbeitet werden soll (Mayer, 2014a).

Der Theorie des multimedialen Lernens liegen drei Annahmen zugrunde. Die erste Grundvoraussetzung ist, dass die Menschen zwei Verarbeitungssysteme haben, eins für bildhaftes und eins für sprachlich dargestelltes Material, welche voneinander getrennt sind. Die zweite Annahme ist jene der beschränkten Kapazität, welche besagt, dass in jedem der beiden Verarbeitungskanälen nur eine beschränkte Menge an Material zeitgleich aufgenommen und verarbeitet werden kann. Die aktive Verarbeitung ist die dritte Bedingung, welche besagt, dass im Zuge des Lernprozesses eine aktive Bearbeitung, indem man sich auf ausgewählte Inhalte konzentriert, notwendig ist. Diese gewonnenen, neuen Inhalte werden im Arbeitsgedächtnis organisiert und anschließend ins bereits vorhandene Wissen eingegliedert (Hillmayr et al., 2017).

In dieser Darstellung werden die wesentlichen kognitiven Prozesse, welches für aktives Lernen notwendig sind, sichtbar. Der erste wichtige kognitive Prozess stellt die Auswahl von relevanten Worten und die Selektion von relevanten Bildern dar. Gefolgt ist dies vom Prozess der Organisation dieses ausgewählten Materials und der letzte Schritt ist die Integration und Eingliederung der ausgewählten Informationen in bereits vorhandenes Wissen. Die Informationsauswahl findet statt, indem die lernende Person ihren Fokus auf gewisse Wörter und Bilder legt. In diesem Prozess werden die Inhalte von außen in das Arbeitsgedächtnis gebracht. Das Organisieren dieses Materials besteht aus dem Aufbau struktureller Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen, welcher im Arbeitsgedächtnis stattfindet.

Bei der Eingliederung der neuen Informationen in den bereits bestehenden Wissensbestand benötigt es den Aufbau von Verbindungen zwischen dem neuen Material und den dazu relevanten Material im Vorwissen. Bei diesem Prozess kommt es zur Aktivierung des relevanten Vorwissens im Langzeitgedächtnis und es werden Verbindungen und Zusammenhänge zwischen den neuen Inhalten und dem Vorwissen hergestellt (Mayer, 2014a).

Wenn Lerninhalte ausschließlich in traditionellen Schulbüchern gezeigt werden, so kann dies das visuell-verarbeitende System überfordern und überlasten. Wird zusätzlich zum visuell dargebotenen Inhalt aus dem Schulbuch zusätzlich mit einem darauf abgestimmten auditiven Medium unterstützt, wie es in digitalen Lernsettings möglich ist, so kann die Anstrengung verringert werden, da nun ein Teil der Inhalte im visuellen System verwertet werden kann und der andere Teil im auditiven System. Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer trifft neben der Annahme, dass „Menschen auditive und visuelle Informationen in unterschiedlichen kognitiven Strukturen verarbeiten können, also Hören und Sehen unterschiedlich verarbeitet werden“ (Hillmayr et al., 2017, S.7) noch eine weitere Annahme und zwar, dass es sich beim Erlernen von Inhalten um einen aktiven Prozess handelt. Beim Erlernen von neuen Lernstoff muss eine gezielte Beschäftigung mit den neuen Lerninhalten stattfinden, in welcher das neue Wissen in den bereits vorhanden Wissensbestand eingeordnet wird (Hillmayr et al., 2017).

4.1.3.3. Das Modell des Text- und Bildverständnisses von Schnotz und Bannert

Ein weiteres Modell, welche für digitale Lernumgebungen von Bedeutung ist, ist das integrative Modell des Text- und Bildverständnisses von Schnotz und Bannert (Schnotz & Bannert, 2003). Auch dieses Modell verfolgt die Auffassung, dass das menschliche Arbeitsgedächtnis Lerninhalte getrennt voneinander verarbeitet. Jedoch begründet es die unterschiedliche Verarbeitung aufgrund von verschiedener Repräsentationen. Es wird hierbei zwischen den deskriptiven Repräsentanten und den depiktionalen Repräsentanten unterschieden. Zu den deskriptiven Repräsentanten zählen all jene Darbietungen, welche keine strukturelle Ähnlichkeit mit dem Inhalt, auf den sie Bezug nehmen, aufweisen. Hierzu zählen beispielsweise Textpassagen oder auch mathematische Formeln. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei depiktionalen Repräsentationen um Darbietungen, welche eine hohe

Ähnlichkeit mit dem Inhalt zeigen. Hierzu gehören beispielsweise Zeichnungen oder auch ikonische Veranschaulichungen von Konstrukten der Mathematik (Hillmayr et al., 2017).

Die vorgestellten Annahmen und Modelle stellen eine theoretische Basis für die Entwicklung und Realisierung digitaler Lernsettings in Unterricht dar.

4.1.4. Andere digitale Medien

„Zu den digitalen (elektronischen) Medien gehören Computer, Taschenrechner, Präsentationsmedien (Beamer oder interaktive Tafel), Computerprogramme oder digitale Bücher“ (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.469). Im Vergleich zu traditionellem Medien ermöglicht die Verwendung von digitalen Tools das rasche Erstellen von Darstellungen und Veranschaulichungen, sowie auch das dynamische und interaktive Verändern. Durch den Einsatz von digitalen Medien im Mathematikunterricht kann es teilweise zu einer Verschiebung des Fokus kommen – weg vom Papier-basierten Rechnen und Konstruieren und hin zum Darstellen in Programmen, Eingabe von Befehlen und Ergebnisinterpretation. Die Nutzung und Integration digitaler Tools als Werkzeuge, welche zu einem erhöhten und erweiterten Auffassung und Verständnis der Mathematik führt, stellen das Ziel des digitalgestützten Mathematikunterrichts dar. Im folgenden Abschnitt wird ein kurzer Umriss der historischen Entwicklung digitaler Technologien gegeben.

In den 1970er Jahren wurden die ersten Taschenrechner zum Kauf angeboten, welche nach und nach Einzug in den Mathematikunterricht fanden. Oft gab es die Bedenken, dass der frühe Einsatz des Taschenrechners zu schlechteren Mathematikkenntnissen führt. Hattie kam jedoch zum Resultat, dass Taschenrechner „einen geringen, aber positiven Effekt“ (Hattie, 2013, S.173) mit sich bringen, vor allem wenn diese zum Üben oder auch zur Überprüfung gerechneter Aufgaben verwendet wird. Es erfolgte eine Weiterentwicklung und die Grafik-Taschenrechner kamen Mitte der 1980er Jahre auf den Markt. Ein grafikfähiger Taschenrechner ermöglicht die Darstellung von Graphen oder Kurven ohne Aufwand in Sekundenschnelle. Zusätzlich enthalten sie die Funktion verschiedener numerischer Verfahren, beispielsweise das Finden von Lösungen von Gleichungen oder auch das Bestimmen von Ableitungswerten. In den 1990er Jahren wurden die ersten Taschencomputer zum Verkauf angeboten, welche über ein Computeralgebrasystem verfügten. Dadurch wurde

ermöglicht, dass Klassen nicht mehr den Computerraum aufsuchen mussten, um die Funktionen zu nutzen. Die Technik schritt voran und mittlerweile finden sich Programme für den Mathematikunterricht in miniaturisierter Form auf Smartphones oder Tablets wieder. Digitale Endgeräte sind sowohl in der Bevölkerung als auch in den Schulen immer mehr verbreitet. „Damit stellt sich verstärkt die Frage nach der Beziehung dieser Medien und Programme zum traditionellen Unterricht: Wie verändert sich die Lernzeit von Lernenden durch die fortwährende Verfügbarkeit der Kleingeräte? Welche Programme und Zugänge zum Internet lassen sich auch im Unterricht nutzen?“ (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.474)

4.2. Einsatz von digitalen Medien und Apps im Unterricht

Die wichtigsten Eckpunkte in Bezug auf die Verwendung digitaler Medien im Unterricht lassen sich mithilfe des didaktischen Dreiecks veranschaulichen. Das didaktische Dreieck (Abb. 4) veranschaulicht wie die drei elementaren Bestandteile des Unterrichts (Schülerinnen und Schüler, Lehrerperson, Inhalt) zusammenspielen (Gröschner & Hauk, 2019).

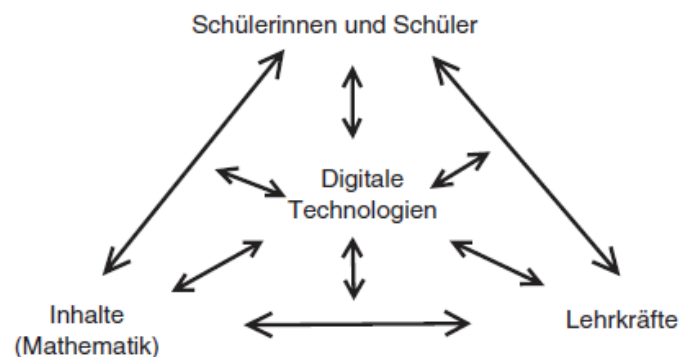


Abb. 4: Das didaktische Dreieck in Bezug auf digitale Technologien (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.480)

Im Bereich der Schülerinnen und Schüler zielt der Einsatz von digitalen Tools einerseits auf den Lernzuwachs ab: „sowohl im Hinblick auf Inhalts- als auch Prozessziele bzw. erreichter Kompetenzen: Verstehen Schülerinnen und Schüler beim Einsatz von digitalen Technologien Inhalte – und wenn ja welche – besser oder zumindest anders? Erwerben sie bessere – oder andere – Prozesskompetenzen?“ (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.480) Andererseits geht es beim digitalen Medieneinsatz im Mathematikunterricht um eine Änderung der Sichtweisen der Lernenden zur Mathematik. In Bezug auf die Lehrpersonen geht es um die veränderten Handlungen, veränderte Gestaltung des Unterrichts und veränderte Methoden, welche mit

der digitalen Medienintegration einhergehen. In Hinblick auf die mathematischen Inhalte, welche gelehrt und gelernt werden sollen, ist zu bedenken, inwiefern der Einsatz digitaler Medien eine Überarbeitung des Curriculums notwendig macht (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015).

Digitale Technologien befinden sich zu allen drei Ecken (Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte, Inhalte) in Wechselbeziehungen, was durch die Pfeile verdeutlicht wird. Digitale Technologien haben nicht nur Einfluss auf die drei Ecken, sondern darüber hinaus auch auf die Wechselbeziehungen der Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und Inhalte untereinander (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015).

Wenn es um die konkrete Umsetzung vom digitalen Medieneinsatz mit Schülerinnen und Schülern geht, kommt oft die Methode des Flipped Classrooms, welche auch als Inverted Classroom bezeichnet wird, zur Sprache (Werner, Ebel, Spannagel, & Bayer, 2018). In der Unterrichtsrealität ist der Anteil der Sprechzeit der Lehrpersonen oft sehr hoch, da viele Erklärungen, Anweisungen und Vorträge von der Lehrkraft gesprochen werden. Dadurch kommt die Schüleraktivität in der Unterrichtszeit zu kurz und wird auf die Zeit nach dem Unterricht beispielsweise durch Hausaufgaben verlagert. Genau bei diesem Problem setzt die Methode des Flipped Classrooms an, indem sie das oben beschriebene Szenario umdreht. Die Präsentationen und Erläuterungen der Lehrkraft werden vorverlegt und finden im Rahmen einer Vorbereitung auf den Unterricht zuhause statt, hierbei können digitale Medien unterstützen. Beispielsweise kann so die Einführung in ein Thema bereits vorab geschehen, indem sich die Lernenden ein Video der Lehrkraft ansehen. Die Schülerinnen und Schüler erscheinen anschließend bereits vorbereitet, mit einem gewissen Vorwissen im Unterricht, welcher dann dazu genutzt wird, um Problemstellungen zu lösen, zu diskutieren und sich vertiefend auszutauschen. Die Lehrperson übernimmt hierbei die Aufgabe einer Helferin oder eines Helfers. Das heißt, die Lehrkraft unterstützt die Lernenden bei Bedarf und gibt den Schülerinnen und Schüler Rückmeldung und Feedback. Die Rolle der Lehrperson beim digitalen Medieneinsatz im Unterricht wird im Kapitel 4.3 näher erläutert. Bei dieser Methode des Flipped Learnings wird darauf Rücksicht genommen, dass beispielsweise für die Bearbeitung komplexerer Problemstellungen ein gewisses erstes Vorwissen notwendig ist. So arbeiten sich die Schülerinnen und Schüler bei dieser Methode vorab zuhause in die Thematiken ein und finden sich dann im Klassenraum zusammen, um ihr Vorwissen auf

Problemstellungen anzuwenden, einzuüben, um Fragen zu stellen und Diskussionen zu führen. Beim traditionellen Unterricht spricht man von einem lehrerzentrierten Unterricht, während hingegen die Flipped Classroom-Methode einen schülerzentrierten Unterricht ermöglicht. Im Flipped Classroom kommen oft digitale Medien zum Einsatz, jedoch ist diese Methode nicht an digitale Medien gebunden. Der Grundsatz dieser Methode ist nicht die Verwendung digitaler Tools, sondern die Präsenzeinheiten mit den Schülerinnen und Schülern im Unterricht sinnvoll, aktiv und effizient zu Nutzen. Der Einsatz dieser Methode sollte immer gut durchdacht sein, da sich nicht alle Inhalte und Themen für ein selbstständiges Erarbeiten zu Hause eignen (Werner et al., 2018).

Die Lernenden haben bei der Methode des Flipped Classroom die Verantwortung, sich die zu Verfügung gestellten Materialien vorab anzusehen und zu bearbeiten und sich so auf den Unterricht vorzubereiten. Dies bringt das Problem mit sich, das einzelne Schülerinnen oder Schüler dies nicht tun und so nur schwer am darauf aufbauenden Unterricht teilnehmen können. Die Methode des In-Class Flip wirkt diesem Problem entgegen und schafft es außerdem, dass es zu keiner Erhöhung der Arbeitsbelastung zu Hause kommt. Der In-Class-Flip ist eine modifizierte Version des Flipped Classrooms, welche ursprünglich erarbeitet wurde, um die Vorteile des Flipped Classrooms zu nutzen, auch wenn nicht alle Schülerinnen und Schüler die notwendige technischen Voraussetzungen erfüllen und die nötige Selbstorganisation und Selbstverantwortung mitbringen. Der In-Class Flip weist viele Ähnlichkeiten zum Stationenbetrieb oder zum Projektunterricht auf, „denn bei beiden pädagogischen Konzepten werden Bereiche mit verschiedenen Arbeits- und Sozialformen bereitgestellt, die die Schülerinnen und Schüler durchlaufen müssen“ (Liftenegger & Buchner, 2021, S.3). Der In-Class Flip ist jedoch im Vergleich zum klassischen Stationenbetrieb meist kürzer und beinhaltet keine optionalen Aufgaben.

Der In-Class Flip zeichnet sich durch drei wesentliche positive Merkmale gegenüber dem Flipped Classroom aus. Da der Teil, welcher bei der Flipped Classroom-Methode zu Hause stattfindet, in der Schule passiert, kann die Lehrperson auf mögliche Fragen oder Schwierigkeiten sofort eingehen. Hierbei entsteht jedoch die Gefahr, dass die Lehrkraft zu sehr eingreift. Weiters kann die Lehrkraft den Lernprozess stärker kontrollieren und darauf achten, dass jede Schülerin und jeder Schüler das bereitgestellte Material bearbeitet, was beim Flipped Classroom, welcher teilweise zu Hause stattfindet, nicht möglich ist. Zusätzlich kann

die Lehrkraft bei möglichen technischen Problemen unterstützen (Gonzalez, 2014). Ein Nachteil ist, dass im Gegensatz zum Flipped Classroom nicht mehr Zeit in den Unterrichtsstunden freigeräumt wird, da alles in der Schulstunde geschieht. Daher ist der In-Class Flip oft nur schwer in einer einzelnen Unterrichtseinheit durchzuführen (Liftenegger & Buchner, 2021).

Der In-Class Flip umfasst vier verschiedene Arten von Stationen. Erstens die flip-Station, in welcher der neue Stoff beispielsweise mithilfe eines Videos erklärt wird. Eine weitere Art ist die building-Station, in welcher der Fokus darauf liegt, die erlernten Inhalte der flip-Station praktisch anzuwenden. Um die building-Station durchlaufen zu können ist es eine essenzielle Voraussetzung, die flip-Station absolviert zu haben. Weiters gibt es eine oder mehrere sogenannte infinite-Stationen, in welcher es darum geht, Themen, welche bereits im Unterricht behandelt wurden, zu wiederholen und durch neue Informationen zu vertiefen und zu erweitern. Ein oder mehrere stand alone-Stationen machen den In-Class Flip komplett, bei welchen verschiedene Sichtweisen und auch fächerübergreifende Aspekte aufgezeigt werden. Verschiedenste Sozialformen können bei den einzelnen Stationen zum Einsatz kommen (Liftenegger & Buchner, 2021).

4.3. Die Rolle der Lehrperson bei der Nutzung von digitalen Medien im Unterricht

Da digitale Medien in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewinnen, wurden in den vergangenen Jahren auch zahlreiche Studien zum Thema des digitalen Medieneinsatzes im Unterricht und deren Einfluss auf die Lernerfolge und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler durchgeführt. Um die Studienergebnisse zusammenzufassen und zu strukturieren, publizierte die Technische Universität München eine Metastudie mit dem Titel „Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe“ (Hillmayr et al., 2017). Diese umfassende Metastudie belegt, dass die Lernwirksamkeit bei den Schülerinnen und Schülern gesteigert ist, wenn sie bei der Verwendung von digitalen Medien zu Lernzwecken von der Lehrperson oder anderen Schülerinnen und Schülern unterstützt werden. Arbeiten die Schülerinnen und Schüler allein ohne entsprechende Anweisungen oder Unterstützung in digitalen Lernsettings, so fällt die positive Wirkung deutlich geringer aus.

Dies heißt, dass auch in einem digitalen Unterrichtssetting die Steuerung durch die Lehrperson von enormer Bedeutung ist. Lernen mit digitalen Medien bedeutet nicht, dass die Lernenden komplett auf sich selbst gestellt sind. Selbst hoch entwickelte und durchdachte digitale Lernsettings können nicht den Platz einer Lehrperson einnehmen und ersetzen. Im Vergleich zur traditionellen, analogen Unterrichtsgestaltung kann es aber bei der Integration von digitalen Medien in den Unterricht dazu kommen, dass sich die Rolle und die Funktion der Lehrkraft ändert. Eine Lehrperson beschreibt diesen Rollenwechsel wie folgt: „Natürlich verändert sich meine Funktion im Unterricht: Man ist eben mehr der Mediator, der Unterstützer. Man wird angesprochen, wenn Hilfe gebraucht wird“ (Hillmayr et al., 2017, S.16).

Das Ausmaß, in welchem die Schülerinnen und Schüler die Unterstützung der Lehrkraft in Anspruch nehmen, wird von den Schülerinnen und Schülern selbst individuell entschieden. Ebenso werden die Zeitpunkte, an welchen die Lernenden um die Hilfe der Lehrperson bitten, von den Schülerinnen und Schülern selbstständig und frei gewählt. Die Ergebnisse der Metastudie zeigen auf, dass die Lehrpersonen beim Einsatz digitaler Tools eng in den Unterrichtsablauf eingebunden sein sollen, was im Einklang mit den Einstellungen der befragten Lehrpersonen einhergeht: „Für mich ist wichtig, dass digitale Medien nicht den persönlichen Kontakt zur Lehrkraft ersetzen“ (Hillmayr et al., 2017, S.16).

All dies mündet in der Frage, ob die Verwendung von digitalen Medien im Unterricht eine Veränderung in der Art des Unterrichts benötigt und auch eine Veränderung in der Rolle der Lehrkraft veranlasst. Digitale Medien bieten sich vor allem in Lernumgebungen an, welche sogenannte weiche Treatments vertreten. Im Gegensatz dazu präferiert der traditionelle, analoge Unterricht ein hartes Treatment. Hierbei sind der Ort und die Zeit des Lernens genau festgelegt, sowie das Material, mithilfe dessen gelernt werden soll. Der Lernweg und auch die Überprüfung des Erlernten sind ebenfalls streng vorgegeben. Als eingesetzte Medien fungieren hierbei meist Schulbücher, welche aber in diesem traditionellen, harten Szenario lediglich eine Hilfsfunktion erfüllt. Die eingesetzten Bücher sind meist nicht als Material zum Selbstlernen aufgebaut und fördern somit das selbstständige Erarbeiten von Lernstoff nicht. Auch mit digitalen Medien können diese harten Treatments umgesetzt werden, beispielsweise durch eine strenge vorgegebene Einteilung. Jedoch ermöglicht die Integration von digitalen Medien eine Reihe von Wahlmöglichkeiten, Kommunikationsmöglichkeiten und

Wege zur Selbststeuerung. Möchte man diese neuen Möglichkeiten ausschöpfen, so ist ein weiches Treatment zu bevorzugen, „das Raum und Zeit für informelles Lernen, Eigenaktivitäten und auch selbstgesteuertes Lernen gewährt. In den Phasen des Einzellernens kann also ein ganzes Universum von Lernquellen und Lernorten aufgesucht, Recherchen angestellt und Lernpartner kontaktiert werden, die weit über die Möglichkeiten des ‚normalen‘ Unterrichts hinausweisen“ (Meister, 2008, S.523). Weiche Treatments sind nicht lediglich auf den Unterricht mit digitalen Medien begrenzt, sie kommen auch in der Reformpädagogik, beispielsweise in der Projektmethode, zum Einsatz. Mit diesem Übergang von harten zu weichen Treatments geht auch eine Änderung in der Rolle der Lehrkraft einher und sieht die Lehrkraft in einer moderierenden Rolle. In verschiedenen Versuchen an Schulen, welche den Laptopeinsatz im Unterricht getestet haben, wird sichtbar, dass „weiche Treatments“ (Meister, 2008, S.523) für den digitalen Medieneinsatz notwendig sind, um gute Erfahrungen und Lerneffekte zu erzielen (Meister, 2008).

Eine qualitative Studie der Second Information Technology hat eine Erhebung zur Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien, abgekürzt IKT, im Unterricht durchgeführt. Hierzu gab es 174 Fallstudien in 28 verschiedenen Ländern, welche diese Verschiebung der Lehrerrolle bestätigen. Bei nahezu 90 Prozent der teilnehmenden Lehrpersonen wurde eine Veränderung im Verhalten festgestellt, da die Lehrkräfte eine mehr auf Beratung ausgelegte Funktion und anleitende Rolle einnahmen (Albers, Magenheimer, & Meister, 2011). Teilweise ändert sich die Rolle der Lehrperson auch dahingehend, dass sie nicht mehr Wissen für ihre Schülerinnen und Schüler bereithalten, sondern vielmehr Methoden aufzeigen, mithilfe derer sich die Schülerinnen und Schüler Wissen aneignen können (Schulz-Zander & Preussler, 2017).

4.4. Auswirkungen des Einsatzes von digitalen Medien im Unterricht

Die immer weiter voranschreitende Digitalisierung macht auch vor den Lebensraum der heutigen Kinder und Jugendlichen nicht halt, was dazu führt, dass für die Heranwachsenden von heute digitale Medien immer mehr zum Alltag gehören. Die digitalen Medien bringen sowohl positive Seiten als auch Risiken mit sich, sowohl im privaten als auch im schulischen Bereich (Schaumburg, 2015). Durch den Einzug digitaler Medien in die Schulen ist die Frage nach den Auswirkungen von digitalen Medien auf das Lernen und die Schülerinnen und Schüler häufig im Fokus des Interesses zahlreicher Studien (Hillmayr et al., 2017).

Viele Studien beschreiben die Wirkung vom Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Vor allem beim Arbeiten mit Visualisierungen, Grafiken und Darstellungen können digitale Tools unterstützen: „die Lösungsvielfalt vergrößert sich, das experimentelle Arbeiten erhält eine größere Bedeutung, indem Vermutungen durch (systematisches) Probieren erhalten werden können, und es treten vermehrt selbsttätiges Arbeiten“ auf (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.483).

Im folgenden Abschnitt werden die Auswirkungen des digitalen Medieneinsatzes auf die Motivation und den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern aufgezeigt. Weiters wird erläutert, ob und wie digitale Medien bei der Differenzierung im Unterricht unterstützen können. Zusätzlich werden die Schwierigkeiten in Bezug auf digitale Medien im Unterricht behandelt.

4.4.1. Motivation

Im Rahmen der bereits im Kapitel 4.3 vorgestellten Metastudie der Technischen Universität München wurden die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler den Unterrichtsfächern gegenüber untersucht (Hillmayr et al., 2017). Diese Untersuchungen zeigten, dass Schülerinnen und Schüler, welche entweder selbstständig mithilfe von digitalen Tools lernten oder einen durch digitale Medien unterstützten Unterricht besuchten, eine positivere Einstellung dem Unterrichtsfach gegenüber aufwiesen als Lernenden, welche an einem traditionellen, analogen Unterricht teilnahmen. Eine befragte Lehrperson beschreibt dies wie folgt: „Ich habe festgestellt, dass vor allem Schülerinnen und Schüler, die Angst vor Mathematik haben und eher blockieren, mit der Zeit ein bisschen auftauen, wenn sie mit

digitalen Medien arbeiten. Sie wissen die Möglichkeit zu schätzen, Dinge zu wiederholen und auf diese auch von zuhause aus zugreifen zu können. Wenn man digitale Medien entsprechend nutzt, ist das ein großer Vorteil“ (Hillmayr et al., 2017, S.19).

Die gesteigerte Motivation und die erhöhte Begeisterung beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht sind oftmals durch den Neuheitseffekt zu begründen. Unter dem Neuheitseffekt versteht man, dass die Steigerung der Motivation der lernenden Personen allein auf die Veränderung und Umgestaltung des traditionellen alltäglichen Unterrichts zurückzuführen ist. Für die Schulpraxis ist zu beachten, dass digitale Medien diesen Neuheitseffekt mit sich bringen können und es dadurch zu einer Erhöhung der Lernmotivation kommen kann. Für die Aufrechterhaltung dieser gesteigerten Motivation ist es wichtig, dass das Interesse der Schülerinnen und Schüler an den Lerninhalten und dem Unterrichtsgegenstand selbst geweckt wird (Hillmayr et al., 2017).

4.4.1.1. Intrinsische Motivation versus extrinsische Motivation

Die Motivation der lernenden Personen stellt eine wichtige Voraussetzung für einen gelungen und fruchtbaren Lernprozess und infolgedessen guten Lernleistungen dar. Neben der Motivation spielt auch die Zielperspektive beim digitalen Medieneinsatz im Unterricht eine Rolle. Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan basiert auf den drei psychologischen Grundbedürfnissen, welche angeboren sind und der Motivation zu Grunde liegen (Deci & Ryan, 1993): „Erleben von Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit“ (Scharpf & Gabes, 2022, S.85) .

Im schulischen Kontext bedeutet dies, dass das Lernen als motivierend empfunden wird, wenn Schülerinnen und Schüler sich selbst als kompetent erleben, wenn sie außerdem den Eindruck haben, dass sie ihr eigenes Tun selbst autonom festlegen können und wenn sie darüber hinaus ein Gefühl der Verbundenheit mit anderen empfinden. Deci und Ryan treffen außerdem eine Unterscheidung zwischen drei Arten von Motivation: die intrinsische Motivation, die extrinsische Motivation, sowie die Amotivation (Deci & Ryan, 2002). Unter intrinsischer Motivation „versteht man die Absicht, eine bestimmte Lernhandlung durchzuführen, weil die Handlung selbst von positiven Erlebenszuständen begleitet wird“ (Scharpf & Gabes, 2022, S.86). Für die intrinsische Motivation spielen das individuelle persönliche Interesse der

Lernenden, sowie die Freude und Begeisterung eine wichtige Rolle. Wird eine Lernhandlung durchgeführt, weil sie der lernenden Person beispielsweise Freude bereitet, so spricht man von intrinsischer Motivation. Im Klassenraum werden viele Handlungen nicht von den Schülerinnen und Schülern selbstbestimmt, sondern von außen gesteuert, indem sie die Lehrperson oder auch der Lehrplan festlegt und vorgibt. In so einem Fall handelt es sich um extrinsische Motivation. „Man versteht darunter die Absicht, eine Lernhandlung durchzuführen, weil damit positive Konsequenzen (z. B. Belohnung, sozialer Kontakt mit Gleichaltrigen, Prämien) herbeigeführt oder negative Konsequenzen (z. B. Bestrafung) vermieden werden“ (Scharpf & Gabes, 2022, S.86). Im Gegensatz dazu fehlt bei der Amotivation, „jegliche Handlungsabsicht“ (Scharpf & Gabes, 2022, S.86).

Bei einer Unterrichtsgestaltung, welche der Befriedigung dieser drei psychologischen Grundbedürfnisse nachkommt, können die Lernenden intrinsisch motiviert am Unterricht teilnehmen. Wie digitale Medien hierbei als Unterstützung fungieren können, wird im folgenden Abschnitt erläutert (Scharpf & Gabes, 2022).

4.4.1.2. Förderung der Motivation mithilfe von digitalen Medien

Wie im vorherigen Kapitel besprochen, gibt es drei Grundbedürfnisse der Motivation. Eines dieser Bedürfnisse stellt das Kompetenzerleben dar. Im schulischen Kontext benötigt es hierfür eine aktive Teilnahme und Einbindung der Schülerinnen und Schüler, um ihnen die Wahrnehmung ihrer Kompetenz zu ermöglichen. Das Kompetenzerleben ist höher, wenn die Schülerinnen und Schüler selbst aktiv an Handlungen teilnehmen und nicht nur in der Rolle der Zuseherin oder des Zusehers sind (Schiefele, 2014). Hierbei liefern digitale Tools eine Vielzahl an Möglichkeiten, beispielsweise kann der Einsatz von Spielen und Lernprogrammen, die graphische Visualisierung von Inhalten oder auch das eigene Erstellen von Videos dabei helfen, die Lernenden aktiv einzubinden und so ein Kompetenzerleben zu fördern. Für die eigene Wahrnehmung der Kompetenz ist das Anforderungsniveau von Bedeutung. Optimal ist es, wenn sich das Anforderungsniveau in einem Bereich der nächsten Entwicklung (Vygotski, 1978) bewegt. Diese Zone ist einerseits etwas über den derzeit vorherrschenden Wissensstand der Schülerin oder des Schülers angesiedelt, andererseits ist sie aber auch nicht zu sehr über dem aktuellen Stand gewählt (Helmke, 2014). Die intrinsische Motivation wird gefördert, wenn Schülerinnen und Schüler Übungen wählen können, welche auf ihr

Anforderungsniveau abgestimmt sind. Dabei können verschiedene Apps oder Lernprogramme hilfreich sein, welche über unterschiedliche Schwierigkeitsstufen verfügen. Es gibt die Möglichkeit, dass die Lernenden selbst den Schwierigkeitsgrad auswählen oder das Programm oder die App übernehmen die Anpassung der Schwierigkeit autonom (Buhl, Bonanati, & Eikermann, 2021). Erhalten Schülerinnen und Schüler positive Rückmeldungen auf die von ihnen bearbeiteten Aufgabenstellungen, so führt dies der Selbstbestimmungstheorie zufolge dazu, dass sie sich selbst als kompetent wahrnehmen. Dieser Effekt fällt besonders hoch aus, wenn sich das Feedback auf konkrete, bearbeitete Inhalte oder Handlungen bezieht (P. R. Pintrich & Schunk, 2002). Digitale Programme und Apps werten die Bearbeitungen der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Software aus und ermöglichen so rasche, direkte Rückmeldungen. Die Darstellungsformen dieses Feedbacks variieren, manche digitalen Programme erstellen beispielsweise Diagramme, in welchen man die individuelle Entwicklung der Leistungen der Schülerin oder des Schülers ablesen kann (Sailer, Hense, Mayr, & Mandl, 2017).

Ein weiteres Bedürfnis der Motivation stellt die Autonomie dar, also das Bedürfnis nach Selbstbestimmung (Schiefele, 2014). Im Unterrichtsalltag kann auf dieses Bedürfnis mithilfe von Mitbestimmungsmöglichkeiten, welche den Schülerinnen und Schülern eingeräumt werden, eingegangen werden. Eine Vorgehensweise ist, dass die Lernenden die Reihenfolge, in welcher sie die Aufgaben durchführen, selbst wählen dürfen. Diese freie Entscheidung vermittelt den Schülerinnen und Schülern, dass sie den eigenen Lernprozess, zumindest teilweise, selbst bestimmen können, was sich wiederum förderlich auf die intrinsische Motivation auswirkt (Harter, 1997). Digitale Medien können in dem Zusammenhang Verwendung finden, indem die Lehrkraft zum Beispiel verschiedene digitale Apps oder Programme für die Bearbeitung einer Aufgabe bereitstellen, aus welchen die Schülerinnen und Schüler wählen dürfen (Buhl et al., 2021).

Das letzte Grundbedürfnis der Motivation ist die soziale Eingebundenheit, wobei es sich um einen bedeutenden Faktor für die intrinsische Motivation handelt (Deci & Ryan, 1993). Im schulischen Bereich sind der soziale Kontakt und Austausch mit den sogenannten Peers von großer Wichtigkeit. Die Kommunikation mit anderen Kindern oder Jugendlichen kann positive Gefühle und Befriedigung in Hinblick auf die soziale Eingebundenheit auslösen (Petermann & Petermann, 2018). In der Schule können spielbasierte Unterrichtssettings oder auch

Gruppenaktivitäten zu einer Erhöhung der sozialen Eingebundenheit führen. Dies kann auch durch digitale Lernspiele oder Games erfolgen, in welchen sich die Lernenden mit beispielsweise eigens gestalteten Avataren identifizieren (Sailer et al., 2017). Auch das digitale Tool wie TaskCard kann eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich um eine Art digitale Pinnwand, welche genutzt werden kann, um einen direkten Austausch zwischen den Lernenden zu fördern, indem jeder jedem individuelles Feedback geben kann (Buhl et al., 2021).

4.4.1.3. Selbstreguliertes Lernen

Selbstreguliertes Lernen, welches auch als selbstbestimmtes Lernen bezeichnet wird, „bezeichnet die Fähigkeit einer Person, den eigenen Lernprozess in Abhängigkeit von gesetzten Zielen selbstständig steuern und regulieren zu können“ (Leeb, 2018, S.21).

Eine etwas ältere Definition nach Deitering beschreibt selbstgesteuertes Lernen wie folgt: „der lernende Mensch [...] im Mittelpunkt; er ist Initiator und Organisator seines eigenen Lernprozesses. Die Zielvorstellungen der Förderung von Selbstbestimmung, Selbsttätigkeit und Selbstverantwortung im Lernprozess ist in vielen Ansätzen zu finden“ (Deitering, 1995, S.11).

Die vielen Definitionen des selbstregulierten Lernens haben gemeinsam, dass die lernende Person den Lernprozess aktiv selbst gestalten können, indem sie das eigene Lernen regulieren, sich selbst Ziele auferlegen, sich für passende Methoden und Strategien entscheiden und diese umsetzen. Abschließend erfolgt eine Bewertung des Lernerfolgs und es besteht die Möglichkeit zur Korrektur der Lernstrategie und Methoden für zukünftige Lernvorhaben (Schulz-Zander & Preussler, 2017).

Laut Pintrich kommt es beim selbstregulierten Lernen zu dynamischen Wechselwirkungen, an denen emotionale, (meta-)kognitive, motivationale, sowie kontextuelle Eigenschaften des Lernens beteiligt sind (Pintrich, 2004). Pintrichs Modell des selbstgesteuerten Lernens listet vier Phasen auf, welche Personen beim selbstregulierten Lernen nacheinander durchlaufen. Bei der ersten Phase handelt es sich um die sogenannte Planungsphase, in welcher die lernende Person sein Ziel definiert und einen Plan zur Erreichung dieses Ziels überlegt. Es folgt die Phase der Überwachung, in welcher die Überprüfung und Überwachung des eignen Lernprozesses durch den Lernenden kommt. In der dritten Phase, welche als Phase der

Selbstregulation bezeichnet wird, erfolgt die Kontrolle und Adaption des eigenen Lernverhaltens. In der vierten und letzten Phase, welche Phase der Reaktion und Reflexion genannt wird, findet eine Bewertung und Reflexion über das eigenen Lernverhalten und den Lernprozess statt, aus welchen Konsequenzen für zukünftige Lernprozesse abgeleitet werden (Pintrich, 2004).

Im Laufe der vier Phasen können Aktualisierungen oder auch Veränderungen in Bezug auf die Ziele auftreten, welche zum Beispiel durch Feedback ausgelöst wurden. In jeder einzelnen der vier Phasen finden Regulierungen der Bereiche „Kognition, Motivation und Affekt, Verhalten und Kontext“ statt (Leeb, 2018, S.22).

Die Regulation der Kognition drückt sich dadurch aus, dass in der Planungsphase Ziele gesetzt werden und das vorhandene Vorwissen, sowie auch das metakognitive Wissen aktiviert wird. In der zweiten Phase der Überwachung findet ein Vergleich zwischen dem bereits geleisteten Lernfortschritt und dem zu erreichenden Ziel statt. Außerdem erfolgt in dieser Phase eine Beobachtung der definierten Ziele. In der vierten Phase erfolgt im Bereich der Kognition eine Bewertung des Lernergebnisses (Leeb, 2018).

Bei der Regulation des Bereichs der Motivation und Affekt im Lernprozess, kommen der Orientierung an den Zielen, der Selbstwirksamkeit, dem eigenen Interesse, sowie der Aufgabenstellung große Bedeutung zu. „Strategien, die angewendet werden können, um die Motivation und die Emotionen hinsichtlich der Zielintention zu regulieren, sind Interessenssteigerung, Selbstbelohnung und lern- und leistungsbezogene Selbstinstruktion“ (Leeb, 2018, S.22).

Die Regulation des Verhaltens umfasst das selbstständige Abschätzen der eigenen, verfügbaren Ressourcen, sowie die Zeiteinteilung.

Bei der Regulation des Lernkontexts sind die lernenden Personen in manchen Lernsettings sehr eingeschränkt. Wird der Lernkontext, wie beispielsweise in der Schule, streng vorgegeben, so hat die lernende Person wenig Möglichkeiten, ihren Lernprozess selbst zu gestalten. Verfügt die lernende Person im Gegensatz dazu über viele Freiheiten, so kann die Person das eigene Lernen und ihre Umgebung regulieren (Leeb, 2018).

Die Integration von digitalen Technologien in das Lernsetting ermöglicht eine Verschiebung dahingehend, dass nicht die Lehrperson, sondern die lernende Person den Prozess des

Lernens weitestgehend selbst steuert. Der Einsatz von digitalen Lernsettings ermöglicht ein höheres Autonomieerleben seitens der Lernenden, mehr Flexibilität und führt dazu, dass die Lernenden mehr Verantwortung bezüglich ihres Lernprozesses tragen. Für die Planung, die Umsetzung und die Kontrolle des Lernverlaufs ist eine durchgehende Koordinierung in den Feldern der Kognition, Motivation und auch Emotion erforderlich (Leeb, 2018).

Digitale Medien ermöglichen vermehrte Freiheit bei individuellen Lernprozessen, was das Autonomieerleben der lernenden Person erhöht (Mürner & Polexe, 2014). Das Autonomieerleben stellt laut der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan eines der drei Grundbedürfnisse der Motivation dar (Scharpf & Gabes, 2022). Weiters lässt der Einsatz digitaler Tools mehr Flexibilität in Bezug auf die möglichen Gestaltungsformen von Lernstoff zu. Lernumgebungen mit digitalen Medien bieten außerdem die Möglichkeit, dass die Lernenden ihr persönliches Lerntempo selbstbestimmen und festlegen können, was wiederum positive Konsequenzen auf die Lernergebnisse haben kann. Der Einsatz digitaler Medien kann den Lernenden ermöglichen, ihren Lernprozess selbst zu steuern. Darüber hinaus beinhalten digitale Lernsettings oft Wahlmöglichkeiten, was zu einer höheren Lernmotivation führen kann. Motivation ist ein wichtiger Bestandteil des selbstregulierten Lernens und kann so durch digitale Medien unterstützt werden (Mürner & Polexe, 2014).

4.4.2. Lernerfolg

Die bereits in Kapitel 4.3 erwähnte Metastudie der Technischen Universität München fasste 79 Einzelstudien, welche ab dem Jahr 2000 zum Thema Digitale Medien im Unterricht publiziert wurden, zusammen (Hillmayr et al., 2017). Einige dieser Einzelstudien kamen zum Ergebnis, dass die Verwendung digitaler Medien im Unterricht eine positive Auswirkung auf die schulischen Leistungen und den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler haben kann. In manchen Studien wurden jedoch im Gegensatz dazu negative Effekte auf die Schulleistung beim digitalen Medieneinsatz verzeichnet. Die Gesamtbilanz der Metastudie zeigt einen positiven Effekt der Nutzung digitaler Medien im Unterricht, da Klassen, welche digitalen Medieneinsatz genossen haben, im direkten Vergleich zu Klassen, welche an traditionellen Unterricht teilnahmen, bei Leistungstests bessere Ergebnisse erzielten. Dieser positive Effekt war über alle untersuchten Unterrichtsfächer (Mathematik, Physik, Biologie und Chemie) zu verzeichnen und trat in allen Klassenstufen des Sekundarbereichs auf (Hillmayr et al., 2017).

Das Forschungsprogramm „Visible Learning“ wurde im Jahr 2009 von John Hattie mit der Zusammentragung von 800 Metaanalysen gestartet und umfasst mittlerweile über 1400 Metaanalysen, welche auf etwa 80000 Studien aufbauen (Hattie & Zierer, 2018). Diese umfassende Forschung verfolgt das Ziel der Identifikation von Faktoren und deren Auswirkungen auf den Lernprozess und die Leistungen der Lernenden. Mittlerweile wurden über 250 Faktoren klassifiziert, darunter auch „Smartphones, soziale Netzwerke oder Laptop-Einzelnutzung“ (Zierer, 2020, S.375). Für jeden der identifizierten Faktoren wird eine Effektstärke d berechnet. Eine positive Effektstärke d bedeutet, dass dieser Faktor die Lernleistung steigert. Eine negative Effektstärke d weist auf das Gegenteil hin, das heißt der Faktor reduziert die Lernleistung. Hierbei wurde identifiziert, dass Effektstärken über dem Wert von 0,4 zu einem empirisch nachweisbaren Mehrwert in Hinblick auf die schulischen Leistungen führen. In Hinblick auf den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht kommt das Forschungsprogramm zu einem ernüchternden Resultat. Nur sehr wenige, vereinzelte Faktoren, welche mit digitalen Medien assoziiert sind, weisen eine Effektstärke über 0,4 auf. Dieses Ergebnis ist über die verschiedenen Fächer (Mathematik, Naturwissenschaften, Sprachen) konstant (Zierer, 2020). Die einzelnen Faktoren zur Wirksamkeit digitaler Medien in der Schule und deren Effektstärke werden in Tab. 2 zusammengefasst.

Faktor	d
Laptop-Einzelnutzung	0,16
Clicker	0,22
Digitalisierung in den Naturwissenschaften	0,23
Einsatz von PowerPoint	0,26
Online Lernen	0,29
Flipped Classroom	0,29
Digitalisierung in Mathematik	0,33
Einsatz von Smartphones im Unterricht	0,37
Digitalisierung bei Förderbedarf	0,57

Tab. 2: Faktoren zur Wirksamkeit digitaler Medien im Unterricht (Zierer, 2020, S.380)

Der bisherige Forschungsstand zeigt daher kein eindeutiges Bild, welches für oder gegen die digitale Medien im Unterricht in Hinblick auf die Leistung der Schülerinnen und Schüler spricht. Digitale Medien stellen, genauso wie analoge Medien, keinen Garant für guten oder besseren Unterricht dar. Sie sind lediglich Hilfsmittel, welche im Unterricht und beim Lernen unterstützen können. Der Einsatz digitaler Tools ersetzt jedoch nicht die Professionalität von Lehrkräften. Vor allem bei dem Fall des Medieneinsatzes, der einzig um der Technik Willen

eingesetzt wird, ist die Gefahr groß, dass digitale Medien negative Effekte mit sich bringen (Zierer, 2020).

4.4.3. Möglichkeiten zur Differenzierung

Allgemein wird zwischen der äußeren und der inneren Differenzierung unterschieden. Unter äußerer Differenzierung versteht man beispielsweise die Aufteilung der Klassen in unterschiedliche Leistungsniveaus, welche dann separat voneinander beschult werden. Die innere Differenzierung hat zum Ziel, die verschiedenen Individuen einer Klasse angemessen zu fördern (Würffel, 2019).

In der bereits in Kapitel 4.3 erwähnten Metastudie, welche an der Technischen Universität München zum Thema „Digitale Medien im mathematisch naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe“ durchgeführt wurde, wird das Differenzierungspotential von digitalen Tools im Unterricht von allen teilnehmenden Lehrpersonen als hoch eingestuft (Hillmayr et al., 2017). Eine Aussage einer befragten Lehrkraft lautet „Mein Unterricht hat sich [durch den Einsatz digitaler Medien] schon etwas verändert, eben stärker noch in Richtung Differenzierung“ (Hillmayr et al., 2017, S.20).

Individuelle Hilfsangebote im Rahmen eines Lernprogrammes werden vor allem von leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern in Anspruch genommen. Die Gruppe der leistungsschwachen Lernenden kann so durch den Einsatz digitaler Medien profitieren. Eine amerikanische Studie, welche die Nutzung und die Wirkung von Hilfestellungen untersuchte, zeigte auf, dass leistungsschwache Schülerinnen und Schüler beim Lernen mit digitalen Lernprogrammen einen größeren Lernzuwachs verzeichneten als ohne den Einsatz digitaler Tools (Beal, Arroyo, Cohen, & Woolf, 2010). Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler mit guten Lernvoraussetzungen zeigten in beiden Settings keinen signifikant unterschiedlichen Lernzuwachs. Auffallend war, dass Leistungsschwächere vermehrt die angebotenen Hilfestellungen nutzten. Dies verdeutlicht, dass individuell angebotene Hilfestellungen gewinnbringend sein können. Weiters bringt der Einsatz digitaler Medien im Unterricht die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler die Lerngeschwindigkeit, sowie auch den Schwierigkeitsgrad des zu erwerbenden Stoffes, selbst wählen können. Eine teilnehmende Lehrkraft beschreibt ihre Erfahrung wie folgt „In der Regel wird von der ganzen Klasse der

gleiche stoffliche Inhalt bearbeitet, wobei es jeweils einfache Aufgaben, mittelschwere Aufgaben und eben echt harte Nüsse gibt. Die stärkeren Schülerinnen und Schüler gehen durch die leichten Aufgaben wirklich schnell durch und können sich dann an den Expertenaufgaben selbst ausprobieren, während die Leistungsschwachen einfache Aufgaben öfter bearbeiten können“ (Hillmayr et al., 2017, S.22).

Das Aufkommen der Nutzung digitaler Medien im Unterricht ging einher mit den Überlegungen, wie man digitale Medien zur Differenzierung nutzen kann. Eine Möglichkeit, die die Verwendung digitaler Medien im Unterricht bietet, ist eine Differenzierung durch das Lernmaterial. Mithilfe von digitalen Lernprogrammen steht ein großer Pool an Übungen zu Verfügung, welche teilweise auch mit der Funktion des direkten Feedbacks ausgestattet sind. So eröffnet sich die Möglichkeit, die Lernbedürfnisse und Interessen der Lernenden durch auf sie abgestimmte Aufgaben und Übungen zu unterstützen und zu stillen. Heutzutage gibt es ein sehr umfangreiches Repertoire an digitalen Lernübungen und Lernprogrammen. Aus diesen großen und vielfältigen Angebot können Lehrkräfte einen Nutzen ziehen, indem sie durch die digitalen Angebote stöbern und den Schülerinnen und Schülern ein Angebot an Lernmaterial bieten, in welchem verschiedene Darstellungsformen, zusätzliche Hilfestellungen und verschiedene Blickwinkel beziehungsweise Lernwege aufgegriffen werden (Würffel, 2019).

Eine Möglichkeit, Aufgaben auf das heterogene Leistungsniveau von Schülerinnen und Schülern anzupassen, sind sogenannte aussteuerbare Aufgabenformate. „Aussteuerbare Aufgabenformate sind solche, bei denen man durch Variieren gewisser Zahlen oder Formen und gewisser Daten, die den Arbeitsaufwand und die Schwierigkeit der Aufgabe bestimmen, Angebote für alle Kinder im Feld zwischen geringen Leistungen und überdurchschnittlichen Leistungen einstellen kann“ (Wollring, 2008, S.18).

Eine weitere Möglichkeit der Differenzierung sind neben dem Lernmaterial die Lehr- und Lernformen. Beispielsweise kann die Lernform Blended Learning zur Differenzierung verwendet werden. Hierbei handelt es sich um

Lehr-Lernszenarien, die zum einen Online- und Präsenzlernen kombinieren, zum anderen aber auch auf anderen Ebenen verschiedene methodische Ansätze miteinander ‚mischen‘, sei es fremd- und selbstgesteuertes Lernen, die Arbeit mit

digitalen und analogen Medien, das Lernen allein mit dem Lernen in der Gruppe etc. (Würffel, 2019, S.129)

Die Verwendung von Blended Learning im Unterricht gestattet verschiedene Formen des Lehren und Lernen, was wiederum Gelegenheiten zur Differenzierung bei den Lernsettings oder auch der Interaktionsformen bietet. Das Flex-Modell setzt die Vorstellungen des Blended Learning im Klassenzimmer um, indem es eine Vermischung verschiedenster Lehr- und Lernformen im Klassenzimmer erlaubt (Würffel, 2019).

Dies führt dazu, dass die Schülerinnen und Schüler im traditionellem Unterricht im Klassenzimmer lernen, beispielsweise aber auch die Möglichkeit haben, digitale Lernangebote im Computerraum zu nutzen. Weiters sind verschiedene Sozialformen – vom individuellen allein lernen bis hin zum Arbeiten mit einem Partner oder einer Kleingruppe möglich. Räumlich kann auch die Schulbibliothek oder anderer verfügbarer Platz genutzt werden. Diese Form des Unterrichts ist vor allem zu Beginn mit viel Aufwand verbunden und ist auch nicht an jeder Schule umsetzbar. Solche Modelle zeigen jedoch auf, dass es eine Reihe von Möglichkeiten in Bezug auf Unterrichtsorganisation und differenzierten Lernumgebungen und Interaktionen durch digitale Medien geben kann. Hierzu ist es notwendig, die vertrauten Wege des traditionellen Unterrichts aufzubrechen und sich auf neue Wege der Unterrichtsorganisation zu wagen (Würffel, 2019).

Bei der Differenzierung, welche durch das Bereitstellen verschiedenster Materialien stattfindet, gibt es auch Kritikpunkte, vor allem dann, wenn die Schülerinnen und Schüler selbst aus dem Angebot auswählen. Hierbei ist zu beachten, dass Schülerinnen und Schüler oft nicht nach didaktischer Sinnhaftigkeit entscheiden. Die Lernenden treffen ihre Auswahl eher auf Basis ihrer Lernlüste, ihr wirklicher Lernbedarf bleibt hierbei oft auf der Strecke. Bei digitalen Lernangeboten ist außerdem zu kritisieren, dass die Übungen, trotz Wahloptionen, vorab und extern bestimmt und unveränderbar sind, da die Implementierung und Klassifizierung der einzelnen Aufgaben beim Programmieren festgelegt werden. Es ist die gängige Praxis bei Lernprogrammen, dass die Aufgaben an den Benutzer angepasst werden, indem je nach Antwort die nächste Aufgabe aus einer leichteren oder schwereren Stufe kommt. Jedoch handelt es sich bei der Schwierigkeit von Übungen um einen sehr subjektiven Begriff, welcher nicht nur durch formale Lösungsschritte zu beurteilen ist (Krauthausen, 2012).

4.4.4. Schwierigkeiten beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht

Die möglichen Schattenseiten des digitalen Medieneinsatzes in Schulen, also Schwierigkeiten oder Nachteile, stehen nur selten im Zentrum des Forschungsinteresses. Zu dieser Thematik gibt es nur wenige empirische Untersuchungen, vereinzelt werden diese Thematiken als Teil von Lehrerbefragungen erforscht (beispielsweise in der Studie ICILS 2023 (Bos et al., 2014)). Bei diesen Daten muss bedacht werden, dass die Antworten zu den möglichen Problemen mit digitalen Medien ihren Ursprung in der negativen Haltung der Lehrperson gegenüber digitalen Tools haben können. Somit besteht die Gefahr, dass die erhobenen Daten nicht die realen Schwierigkeiten bei digitalen Medien im Unterricht abbilden. Solche Befragungen geben trotz diesem möglichen Bias Hinweise darauf, wie Schwierigkeiten und Problematiken bei digitalen Medien im Unterricht aussehen können, da in verschiedenen Befragungen von Lehrpersonen häufig ähnliche Schwierigkeiten angegeben wurden. Eine Lehrerbefragung aus dem Jahr 2013 widmete sich dem Thema der Probleme beim digitalen Medieneinsatz, deren Resultate sind in Tab. 3 dargestellt (Schaumburg, 2015).

	Lehrerbefragung Deutschland	Internationaler Mittelwert
Verleitet zum Kopieren von Materialien aus dem Internet	76 %	49 %
Negative Wirkung auf Schreibfertigkeiten	52 %	67 %
Führt zu reduzierter Kommunikation zwischen den Schülern	52 %	58 %
Negative Wirkung auf Rechenfertigkeiten	41 %	48 %
Behindert das konzeptuelle Verständnis im Vergleich zum Lernen mit realen Objekten	38 %	40 %
Organisatorische Probleme	34 %	17 %
Lenkt Schüler vom Lernen ab	29 %	24 %

Tab. 3: Zustimmung deutscher und internationaler Lehrpersonen zu Probleme bei der Verwendung digitaler Medien im Unterricht (Schaumburg, 2015)

Da zu den Schwierigkeiten bezüglich der Ablenkung, des Kopierens von Inhalten und die negativen Konsequenzen für die Schreibfähigkeiten bereits verschiedene Studien durchgeführt wurden, werden im folgenden Abschnitt diese drei Probleme genauer beleuchtet. Digitale Medien eröffnen eine Vielzahl an Ablenkungsmöglichkeiten im Unterricht. Dies hat bereits dazu geführt, dass Laptopklassen wieder aufgelöst wurden, da die Geräte zur Folge hatten, dass die Schülerinnen und Schüler dem Unterrichtsgeschehen nicht mehr folgen konnten und deren Konzentration litt (Fried, 2008). Eine Studie zeigte, dass Studentinnen und

Studenten mit Laptops oder auch Tablets in Vorlesungen an Universitäten bis zu zwei Drittel der Vorlesungszeit anderen Tätigkeiten, wie sozialen Medien, privaten Recherchen oder auch Spielen, nachgehen (Spitzer, 2014). Dies führte zu negativen Auswirkungen hinsichtlich der Lernleistung der Studierenden. Solche hohen Ablenkungsraten sind in der Schule nicht zu erwarten, da es sich bei einem Klassenzimmer im Vergleich zu einem Vorlesungssaal um eine überschaubare und auch interaktiver gestaltete Umgebung handelt. Doch auch im Klassenraum kommt es zu Ablenkungen, welche durch digitale Medien ausgelöst wurden (Schaumburg, 2015).

Zu der Thematik des Plagiiens von Texten aus dem Internet ist anzumerken, dass das Recherchieren und Suchen von Informationen einen der häufigsten Verwendungszwecke von digitalen Medien im Unterricht darstellt (Schaumburg, 2015). Die aktuelle und breitgefaste Auswahl an verfügbaren Wissen wird als große Überlegenheit des Internets gegenüber dem klassischen Lehrbuch angesehen, jedoch bringt sie auch Risiken mit sich. Diese Fülle an verfügbaren Wissen verleitet Schülerinnen und Schüler Informationen unreflektiert und ohne zu hinterfragen zu kopieren, was eine tiefgründige Auseinandersetzung mit den Inhalten verhindert (Spitzer, 2014). Die Möglichkeit des schnellen Abrufens von Information führt so weit, dass Schülerinnen und Schüler die gestellten Fragen der Lehrperson sekundenschnell auf Tablets in Suchmaschinen nachschauen und die gefundenen Ergebnisse dann als ihre Antworten präsentieren. Dass die Schülerinnen und Schüler die Vertrauenswürdigkeit und Qualität von Internetquellen nur schwer einschätzen können, stellt ebenfalls eine Gefahr des digitalen Medieneinsatzes dar (Schaumburg, 2015).

Im Bereich der Schreibfähigkeiten der Schülerinnen und Schüler ist die Angst vieler Lehrpersonen, dass der Einsatz digitaler Medien zu verminderten handschriftlichen Schreibkompetenzen führt. Handschriftliches Schreiben sollte nicht durch ausschließlich digitales Schreiben abgelöst werden, da handschriftliches Schreiben essenziell für die Ausbildung von Schreibkompetenzen, sowie auch für die tiefergehende Verarbeitung von aufgenommenen Informationen von Bedeutung ist (Schaumburg, 2015).

5. Empirische Untersuchung

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine Vergleichsstudie zwischen zwei Klassen der Sekundarstufe I im Unterrichtspflichtfach Mathematik durchgeführt. Die Schule, in welcher die Studie durchgeführt wurde, ist eine allgemeinbildende höhere Schule (AHS) im Bundesland Wien. Im Folgenden Abschnitt folgt eine genaue Beschreibung und Erläuterung der Stichprobe, des Studiendesigns, sowie der Auswertung der Daten.

5.1. Vorbereitungen

Zu Beginn der Studienplanung bat ich die Direktorin der Schule, an welcher ich derzeit unterrichte und an welcher ich meine empirische Forschung durchzuführen plante, um Erlaubnis. Ich bereitete hierfür einen Brief an die Direktorin vor, in welchem ich mein Vorhaben beschrieb und abschließend um ihre Erlaubnis fragte. Im Rahmen eines Gesprächs Anfang April 2022 besprachen wir mein Vorhaben und ich beantwortete alle Fragen. Nach dieser Unterhaltung passte ich noch einige Feinheiten und Formulierungen auf Wunsch meiner Direktorin in dem Brief an. Am 08.04.2022 bestätigte die Direktorin mit ihrer Unterschrift auf das überarbeitete Formular ihr Einverständnis mit meinem Vorhaben. Auch der Brief an die Erziehungsberechtigten, in welchem ich mein Forschungsvorhaben kurz erläuterte und anschließend um die Einverständnis zur Teilnahme der Schülerinnen und Schüler bat, legte ich der Direktorin vor. Nach der Durchsicht und Freigabe ihrerseits wurde dieser Elternbrief an die Erziehungsberechtigten von zwei zweiten Klassen ausgegeben. Aufgrund der Skikurse und Osterferien im April konnten die Schreiben für die Erziehungsberechtigten erst am 21.04.2022 in der einen und am 22.04.2022 in der anderen teilnehmenden Klasse ausgeteilt werden. Auf dem unteren Teil dieses Briefes war ein an mich zu retournierender, abzutrennender Abschnitt aufgedruckt, auf welchen die Erziehungsberechtigten ihre Wahl, ob ihr Kind teilnehmen darf oder nicht, treffen konnten. Am 05.05.2022 bekam ich den letzten ausgefüllten Zettel meiner Klasse zurück. Am 12.05.2022 wurden die letzten fehlenden Zettel der anderen Klasse an mich retourniert. Das Schreiben an die Direktorin sowie an die Erziehungsberechtigten befinden sich im Anhang dieser Masterarbeit.

5.2. Deskriptive Beschreibung der Stichprobe

Die Studie wurde in zwei zweiten Klassen (sechste Schulstufe) durchgeführt, da ich selbst eine zweite Klasse in Mathematik unterrichte und sich eine zweite Lehrperson einer zweiten Klasse bereit erklärte, mit ihrer Klasse an meiner Studie teilzunehmen. Eine der zwei zweiten Klassen war eine Klasse mit kreativen Schwerpunkt (im Folgenden Klasse A), während die andere Klasse eine sogenannte Science-Fitness-Klasse (im Folgenden Klasse B) war. Klasse A besuchten 26 Schülerinnen und Schüler, wobei es sich um 22 Schülerinnen und vier Schüler handelte. Klasse B besuchten 25 Schülerinnen und Schüler, welche sich aus neun Mädchen und 16 Jungen zusammensetzte. Eine Schülerin der Klasse B war wegen des Ukrainekriegs während des Schuljahres in die Klasse gestoßen und konnte aufgrund von noch sehr geringen Deutschkenntnissen nicht an der Studie teilnehmen. Weiters war eine erziehungsberechtigte Person eines Schülers der Klasse B nicht mit der Teilnahme seines Sohnes an der Studie einverstanden, weshalb dieser nicht an der Studie teilnahm. Aufgrund von unvollständigen Daten mussten zwei Schüler und eine Schülerin in Klasse A und eine Schülerin sowie ein Schüler aus Klasse B ausgeschlossen werden. Die Geschlechterverteilung der tatsächlich teilnehmenden Schülerinnen und Schüler war in Klasse A 21 Mädchen und zwei Jungen und in Klasse B sieben Mädchen und 14 Jungen. Von den befragten Kindern in Klasse A ($n=23$) waren daher 91% weiblich und 9% männlich. In Klasse B ($n=21$) waren 33,3% weibliche Teilnehmerinnen und 66,6% männliche Teilnehmer. Die Geschlechterverteilung ist in der Abb. 5 dargestellt. Das Alter der Schülerinnen und Schüler lag zwischen elf und 13 Jahren. In Klasse A betrug das durchschnittliche Alter etwa 12 Jahre ($M \approx 11,83$, $SD \approx 0,58$), ebenso in Klasse B ($M \approx 11,95$, $SD \approx 0,50$). Von der Gesamtzahl an teilnehmenden Schülerinnen und Schüler ($n=44$) befanden sich rund 52,3% in Klasse A und 47,7% in Klasse B.



Abb. 5: Geschlechterverteilungen der beiden untersuchten Klassen

5.3. Studiendesign

Beim Studiendesign dieser Erhebung handelte es sich um eine Vergleichsstudie, welche zum Ziel hatte, den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler festzustellen. Um den Vergleich durchführen zu können fand im ersten Schritt eine Ist-Stand-Erhebung statt, welche das derzeitige Vorwissen der Lernenden erfasste. Anschließend folgte der Beobachtungszeitraum von ungefähr zwei Wochen, in welchem acht Unterrichtsstunden zu je 50 Minuten zum selben mathematischen Thema stattfanden. In Klasse A wurde der Unterricht durch digitale Medien (App GeoGebra) begleitet, während in Klasse B traditioneller Unterricht ohne Technologieeinsatz stattfand. Nach Ablauf dieser zwei Wochen fand die Enderhebung statt, welche den Wissenstand der Schülerinnen und Schüler nach dem Durchlaufen des Unterrichts maß. Im letzten Schritt wurde der Lernzuwachs zwischen Enderhebung und Ist-Stand-Erhebung zwischen Klasse A und Klasse B verglichen, um der Frage nachzugehen, ob sich der Lernzuwachs der Klasse, in welcher digitale Medien zum Einsatz kamen, von dem Lernzuwachs der Klasse, welche traditionellen Unterricht erhielt, unterscheidet. Im folgenden Abschnitt werden auf die Erhebungen und die digitalen Medien im Unterricht genauer eingegangen.

5.3.1. Ist-Stand-Erhebung

In Absprache mit der Kollegin, welche die Klasse B in Mathematik unterrichtete, haben wir als Unterrichtsthema für die zwei Wochen des Beobachtungszeitraums Vierecke und Vielecke festgelegt. Da der Beobachtungszeitraum zwei Wochen betrug, grenzten wir das Thema vorab auf die Eigenschaften besonderer Vierecke, sowie das Konstruieren und den Flächeninhalt von Parallelogramm und Raute ein, wobei der Schwerpunkt auf den Eigenschaften lag. Die Wahl fiel auf diese Thematik, da wir ein Thema benötigten, welches wir beide noch nicht im Unterricht begonnen hatten. Da wir beide zu dem Zeitpunkt der Besprechung mit unseren Klassen noch mit anderen Unterrichtsthemen beschäftigt waren und auch noch in jeder Klasse die vierte Mathematikschularbeit zu absolvieren war, entschieden wir zusammen ungefähr zeitgleich, nach der vierten Schularbeit mit dem Thema Vierecke und Vielecke zu starten. In der Stunde nach der Schularbeit wurde in beiden Klassen die Ist-Stand-Erhebung durchgeführt. Dies fand in Klasse A am 16.05.2022 und in Klasse B am 18.05.2022 statt, um

das Vorwissen und die bereits vorhandenen Kenntnissen zur Thematik der besonderen Vierecke und deren Eigenschaften zu erfassen.

Die Schülerinnen und Schüler erhielten zunächst eine kurze Instruktion von mir, in welcher ich die Vorgehensweise erläuterte. Besonders zu betonen war, dass diese Erhebung keinerlei Auswirkungen auf die Noten der Schülerinnen und Schüler hat und sie daher Dinge, die sie nicht wissen, einfach auslassen dürfen. Weiters erklärte ich die Wichtigkeit des selbstständigen Arbeitens, da Schummeln die Daten verfälscht und in diesem Setting auch absolut nicht notwendig ist, da eine erschummelte richtige Antwort keinerlei positive Auswirkungen für die Schülerinnen und Schüler mit sich bringt. Ich bat die Schülerinnen und Schüler selbstständig, sorgfältig und gewissenhaft zu arbeiten und bedankte mich für ihre Teilnahme. Ich zeigte außerdem auf, dass es sich hierbei um eine anonyme Erhebung handelt und sie keine Namen auf die Erhebung schreiben müssen. Anschließend las ich die Katalognummern der Kinder vor, welche sie links oben auf ihre Erhebung schreiben sollten, um eine spätere Zuordnung mit der Enderhebung zu ermöglichen. Während der Bearbeitungszeit von zehn Minuten stand ich für Fragen zu Verfügung. Die Zeit reichte in beiden Klassen gut aus, einige gaben schon früher ab. Lediglich organisatorische Fragen wurden gestellt (z.B. „Wie lautet nochmal meine Katalognummer?“ oder „Können Sie das eh lesen?“). Nach Ablauf der zehn Minuten sammelte ich die Erhebungen ein und der Unterricht zum Einstieg in das Thema der besonderen Vierecke startete. Die Ist-Stand-Erhebung ist im Anhang dieser Masterarbeit einsehbar.

5.3.2. Beschreibung der verwendeten App

Die Lern-App, welche ich für den Medieneinsatz in dieser Studie ausgewählt habe, ist die Lern-App „GeoGebra Rechner Suite“. Im April des Jahres 2022 gab es lediglich drei Apps (GeoGebra Rechner Suite, eSquirrel – AHS-Maturatraining Mathematik komplett und MatheHero (Zentralmatura)), welche das Gütesiegel des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung im Fach Mathematik erhalten haben. Zwei dieser Apps sind, wie bereits am Namen erkennbar, nur für die Oberstufe mit Fokus auf die Matura gedacht und somit nicht für den Einsatz in der sechsten Schulstufe geeignet. Hinzu kommt, dass es sich bei den beiden

Apps um kostenpflichtige Apps handelt, während die Nutzung von GeoGebra Rechner Suite kostenlos ist (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2022b).

Der Einsatz der App GeoGebra Rechner Suite erfolgte über den Zeitraum von acht Unterrichtsstunden, was etwa einer Zeitspanne von zwei Wochen entspricht. Laut Fischer, Wecker und Stegmann kommt es zu keinen unterschiedlichen Effekten, egal ob der digitale Medieneinsatz „von unter vier bis über 26 Wochen“ stattfindet. Im Fach Mathematik soll die Intensität der Medienverwendung zwischen 30 und 75 Minuten pro Woche liegen, um ein optimales Ergebnis zu erzielen (Fischer, Wecker, & Stegmann, 2015, S.1). Während des Beobachtungszeitraums standen mir in Klasse A 200 Minuten pro Woche zu Verfügung, in welchem ein Medieneinsatz von etwa 75 Minuten stattfand.

Da es sich bei Klasse A um keine Laptop-Klasse oder Tablet-Klasse handelte und nicht alle Schülerinnen und Schüler über ein internetfähiges Smartphone verfügten, fanden die Stunden, in welchem digitale Medien verwendet wurden, in den EDV-Sälen der Schule statt.

Da die Methode des Flipped Classrooms nicht umsetzbar war, da die Ausstattung und der Zugang zu digitalen Endgeräten und Internet nicht bei allen Schülerinnen und Schüler gegeben waren, beschränkte sich die Nutzung digitaler Tools auf die Verwendung im Unterricht, wobei das Prinzip des selbstregulierten Lernens verfolgt wurde.

5.3.3. Digitale Medien versus traditioneller Unterricht

Traditioneller Unterricht wird als „konventioneller direkter Vortragsunterricht“ definiert und zählt bis heute als die überwiegend verwendete Unterrichtsform in den Schulen. Diese Art von Unterricht kann auch als objektivistischer Unterricht bezeichnet werden (Schelten, 2010, S.275). „Wissen ist durch die Lehrperson als Experte objektiv festgelegt und wird entsprechend an die Lernenden vermittelt“ (Schelten, 2010, S.275). Ein Merkmal dieser Unterrichtsform ist, dass die Lehrkräfte die aktive Rolle übernehmen, indem sie die zu vermittelnden Inhalte darstellen, strukturieren und präsentieren. Die Schülerinnen und Schüler befinden sich in einer aufnehmenden Position. Die Lernprozesse der Kinder finden unter einer starken Lenkung von außen durch die Lehrpersonen statt. Ein klassisches Unterrichtsszenario im traditionellen Unterricht beginnt damit, dass die Lehrkraft den strukturierten, zu erlernenden Stoff in Form eines Vortrags vorträgt, in welchem die

Schülerinnen und Schüler mithilfe von Fragen der Lehrkraft, auf welche sie antworten sollen, eingebunden werden. Die Antworten der Schülerinnen und Schüler haben eine weiterführende Reaktion der Lehrkraft zur Folge. Eine sehr bekannte Art dieses Unterrichts ist der Frontalunterricht.

Dieser Unterrichtsart gegenüber steht der konstruktivistische Unterricht. „Dieser Unterricht geht davon aus, dass Wissen in einem vom Lernenden aktiv aufbauenden Prozess erworben wird“ (Schelten, 2010, S.275). Hierbei erfolgen die Entwicklung und Erarbeitung des Wissens aktiv durch die Lernenden selbst. Die Lehrkraft fungiert hierbei in einer unterstützenden und beratenden Rolle und schafft Anregungen für das selbstregulierte Lernen (Schelten, 2010).

Der Einsatz und die Integration digitaler Medien im Unterricht unterstützen „den flexiblen Ablauf individueller Lernprozesse, erleichtern die Einbindung neuer Lernformen in formale Bildungsangebote und fördern selbstreguliertes Lernen“ (Mürner & Polexe, 2014, S.1).

Die Verwendung digitaler Tools im Unterricht ist folglich eher im konstruktivistischen Unterricht angesiedelt und weniger im traditionellen Unterricht zu finden.

Klasse B wurde im Rahmen dieser Studie im Stil des traditionellen Unterrichts ohne digitale Hilfsmittel unterrichtet und Klasse A erhielt Unterricht, in welchem digitale Medien zum Einsatz kamen, welche das selbstregulierte Lernen begünstigen.

5.3.4. Erhebung des Lernzuwachses

Nach dem Ablauf des Beobachtungszeitraums von acht Unterrichtsstunden fand die Enderhebung in beiden Klassen statt. In Klasse A führte ich die Enderhebung am 31.05.2022 durch. In Klasse B wurde die Enderhebung erst am 10.06.2022 ausgefüllt, da aufgrund von Feiertagen, schulautonom freien Tagen und Exkursionen erst zu diesem Zeitpunkt die acht Stunden Unterricht stattgefunden hatten. Die Aufgaben der Enderhebung waren teilweise gleich zu den Aufgaben in der Ist-Stand-Erhebung. Die Lösungen wurden mit den Schülerinnen nach der Ist-Stand-Erhebung nicht besprochen, damit dies zu keiner Verfälschung führen konnte. Bei der Enderhebung wurden manche Beispiele geringfügig geändert, indem beispielsweise die Zahlen verändert wurden.

Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erhielten zu Beginn, sowie auch schon bei der Ist-Stands-Erhebung, eine kurze Erklärung von mir, in welcher ich erneut die Vorgehensweise erklärte. Weiters wiederholte ich, dass diese Erhebung sich nicht auf die Noten der Schülerinnen und Schüler auswirkt und dass sie Aufgaben, dessen Antwort sie nicht wissen, auslassen können. Ich rief den Schülerinnen und Schüler auch nochmals ins Gedächtnis, dass sie selbstständig arbeiten sollen und schummeln hierbei zu keinem positiven Mehrwert für sie führt. Ich verlas erneut die Katalognummern, da es sich auch hierbei wieder um eine anonyme Erhebung ohne Namen handelt. Die Bearbeitungszeit betrug wieder zehn Minuten und die Schülerinnen und Schüler konnten mir jederzeit Fragen stellen. Wie schon bei der Ist-Stand-Erhebung wurden lediglich organisatorische Fragen gestellt (z.B. „Darf ich auch mit Bleistift schreiben?“ oder „Darf ich Ihr Geodreieck ausborgen?“). Die Schülerinnen und Schüler kamen mit der Zeit gut zurecht und ich sammelte nach Ablauf der Zeit die Erhebungen ab und bedankte mich für die Teilnahme. Die Enderhebung ist im Anhang dieser Masterarbeit zu finden.

Alle Erhebungen wurden von mir korrigiert und mit Punkten bewertet, wobei bei beiden Erhebungen eine maximale Punktezahl von 17 Punkten zu erreichen war. Um den Lernzuwachs zu messen, wurde die Differenz der Punkte der Enderhebung und der Ist-Stand-Erhebung berechnet.

5.4. Statistische Auswertung der Daten

Für die gewonnenen Daten wurden zunächst Kennzahlen der deskriptiven Statistik mithilfe von der Statistik- und Illustrationssoftware GraphPad Prism 8.3.0 erhoben und anschließend wurden inferenzstatistische Tests in der Software GraphPad Prism 8.3.0 sowie mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel (Version 2108) durchgeführt.

5.4.1. Deskriptive Statistik

Durch die Durchführung der beiden Erhebungen (Ist-Stand und Endstand) konnten die unterhalb angeführten Daten der Klasse A und B (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) gewonnen werden. Der Lernzuwachs berechnet sich aus der Differenz

zwischen der erreichten Punkte bei der Enderhebung und der erreichten Punkteanzahl bei der Ist-Stand-Erhebung.

Klasse A			Klasse B		
Ist-Stand	Endstand	Lernzuwachs	Ist-Stand	Endstand	Lernzuwachs
13,5	14,5	1	5,5	13,5	8
5	12	7	6	6,5	0,5
7,5	14,5	7	5	7,5	2,5
11	14,5	3,5	6	5	-1
12	13,5	1,5	6,5	9	2,5
5,5	14	8,5	6,5	13,5	7
10,5	12,5	2	3	13	10
6,5	14,5	8	8,5	13,5	5
6	10	4	9	9,5	0,5
9	13,5	4,5	4	12,5	8,5
4	14,5	10,5	5	13,5	8,5
8,5	14,5	6	4	14	10
12	14,5	2,5	7,5	16,5	9
3,5	8	4,5	8	14	6
6,5	10	3,5	5	9,5	4,5
6,5	13,5	7	8	12	4
4	8	4	9,5	10,5	1
4,5	11	6,5	5,5	15	9,5
9,5	15	5,5	10	7,5	-2,5
10	15	5	6,5	13	6,5
6	7,5	1,5	6	13,5	7,5
6	14	8			
5,5	10	4,5			

Tab. 4: Erhobene Daten der beiden Klassen A und B

Bei der Ist-Stand-Erhebung, welche zu Beginn der Studie durchgeführt wurde, um das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler festzustellen, betrug das Minimum an erreichten Punkte in der Klasse A 3,5 Punkte und in der Klasse B 3 Punkte. Der Median der Klasse A war 6,5 Punkte und in der Klasse B 6 Punkte. Die gewonnenen Daten der Klasse A wiesen ein Maximum von 13,5 Punkten und in Klasse B von 10 Punkten auf. Der Mittelwert der Klasse A lag mit 7,52 Punkten etwas höher als der Mittelwert der Klasse B, welcher 6,43 Punkte betrug. Die Standardabweichung der Klasse A berechnete sich auf 2,9 und die Standardabweichung der Klasse B auf 1,89. Die deskriptiven Kennzahlen der Ist-Stand-Erhebung sind in der unterhalb angeführten Tab. 5 zusammengefasst und mithilfe von Boxplots (Abb. 6) grafisch dargestellt.

	Klasse A	Klasse B
Minimum	3,50	3,00
25 % Perzentil	5,50	5,00
Median	6,50	6,00
75 % Perzentil	10,00	8,00
Maximum	13,50	10,00
Mittelwert	7,52	6,43
Standardabweichung	2,90	1,89

Tab. 5: Deskriptive Statistik Ist-Stand-Erhebung

Ist-Stand-Erhebung

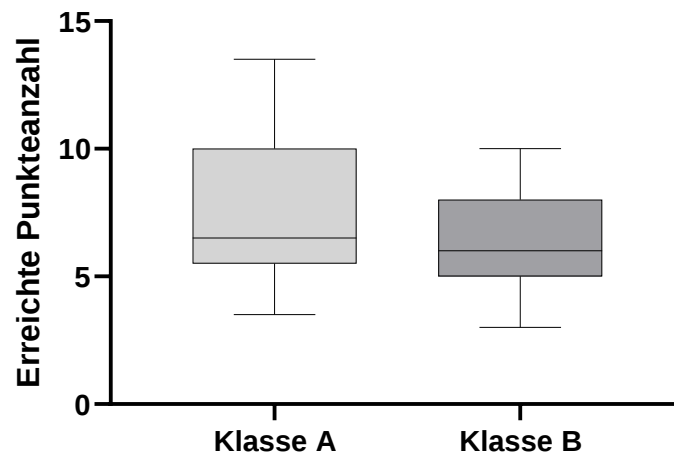


Abb. 6: Vergleich Punkteanzahl bei der Ist-Stand-Erhebung

Die erreichten Punktezahlen bei der Enderhebung am Ende des Beobachtungszeitraums wiesen in Klasse A ein Minimum von 7,5 Punkten und in Klasse B einen minimalen Wert von 5 Punkten auf. Der Median belief sich in Klasse A auf 13,5 Punkten und in Klasse B auf 13 erreichte Punkte. Das Maximum in Klasse A betrug 15 Punkte und lag knapp hinter dem maximalen Wert in Klasse B mit 16,5 Punkten. Der Mittelwert war in Klasse A bei 12,57 erreichten Punkten und in Klasse B bei 11,55 Punkten angesiedelt. Die Berechnung der Standardabweichung ergab 2,47 bei Klasse A und 3,08 bei Klasse B. Die deskriptiven Kennzahlen der in der Enderhebung gewonnenen Daten sind in Tab. 6 zusammenfassend aufgelistet und mithilfe von Boxplots (Abb. 7) veranschaulicht.

	Klasse A	Klasse B
Minimum	7,50	5,00
25 % Perzentil	10,00	9,25
Median	13,50	13,00
75 % Perzentil	14,50	13,50
Maximum	15,00	16,50
Mittelwert	12,57	11,55
Standardabweichung	2,47	3,08

Tab. 6: Deskriptive Statistik End-Erhebung

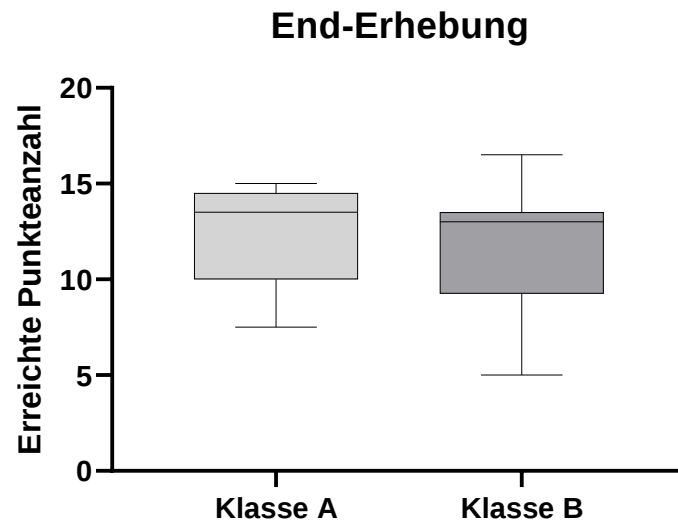


Abb. 7: Vergleich Punkteanzahl bei der End-Erhebung

Zuletzt werden die deskriptiven Kennzahlen des Lernzuwachs, welcher sich aus den erreichten Punkten bei der Enderhebung abzüglich der erreichten Punkteanzahl bei der Ist-Stand-Erhebung berechnet, angegeben. Das Minimum betrug in Klasse A einen Punkt und in Klasse B -2,5 Punkte. Das heißt in Klasse A hatte jede Schülerin und jeder Schüler bei der Enderhebung mehr Punkte erreicht als bei der Ist-Stand-Erhebung. In Klasse B haben zwei Kinder beim Lernzuwachs, welcher sich aus der Differenz zwischen den Punkten bei der Enderhebung und der Ist-Stand-Erhebung berechnet, einen negativen Wert (einmal -1 und einmal -2,5 Punkte). Das bedeutet, dass diese zwei Kinder bei der Enderhebung nach der Teilnahme an den acht Unterrichtsstunden weniger Punkte erreicht hatten, als bei der Ist-Stand-Erhebung, welche vor der Behandlung des abgefragten Themas stattfand.

Der Median der Klasse A betrug 4,5 Punkte und war somit niedriger als der Median bei Klasse B, welcher sich auf 6 Punkte belief. Der maximale Wert war ein erreichte Differenz von 10,5 Punkten in Klasse A und 10 Punkten in Klasse B. Der Mittelwert war mit 5,04 Punkten in Klasse A und 5,12 Punkten in Klasse B sehr nah beieinander. Die Standardabweichungen beliefen sich in Klasse A auf 2,51 und in Klasse B auf 3,84. Die deskriptiven Kennzahlen des Lernzuwachses sind in der unterhalb angefügten Tab. 7 zusammenfassend angegeben und mithilfe von Boxplots (Abb. 8) illustriert.

	Klasse A	Klasse B
Minimum	1,00	-2,50
25 % Perzentil	3,50	1,75
Median	4,50	6,00
75 % Perzentil	7,00	8,50
Maximum	10,50	10,00
Mittelwert	5,04	5,12
Standardabweichung	2,51	3,84

Tab. 7: Deskriptive Statistik Lernzuwachs

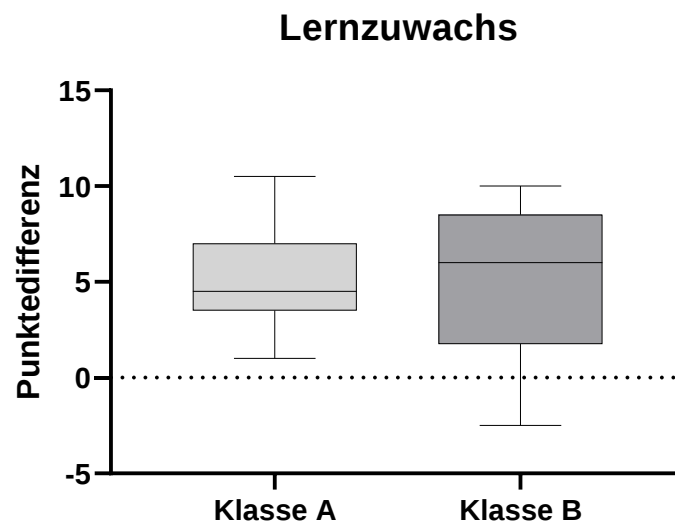


Abb. 8: Vergleich Punktedifferenz

5.4.2. Ergebnisse

Um den Lernzuwachs von Klasse A und Klasse B auf statistisch signifikante Unterschiede zu prüfen, wurden im ersten Schritt die Voraussetzungen für einen t-Test überprüft. Die Überprüfung der Daten auf Normalverteilung erfolgte mithilfe eines Shapiro-Wilk Tests. Dieser wies in Klasse A einen p-Wert von 0.7478 und in Klasse B 0.1638 auf, weshalb man bei einem Signifikanzniveau von 0,05 eine Normalverteilung annehmen kann und somit diese Voraussetzung für einen t-Test erfüllt ist. Da der Shapiro-Wilk Test von Ausreißern beeinflusst werden kann, wurde zuvor ein Outlier-Test in der Statistiksoftware GraphPad Prism 8.3.0 durchgeführt, welcher aufzeigt, dass sich sowohl in Klasse A als auch in Klasse B keine Daten befinden, welche als Ausreißer einzustufen sind.

Weiters wurde die Varianzhomogenität mithilfe eines Levene-Tests überprüft. Die Varianz der Klasse A betrug 6,32 und der Klasse B 14,77. Das Ergebnis des Levene-Test zeigte auf, dass keine Varianzhomogenität vorlag und sich somit die Varianzen der Klasse A und der Klasse B statistisch signifikant voneinander unterschieden (Teststatistik $\approx 2,34$; kritischer Wert $\approx 2,10$). Aus diesem Grund wurde für den Vergleich der beiden Klassen in Bezug auf den Lernzuwachs ein Zweistichproben t-Test unter der Annahme unterschiedlicher Varianzen durchgeführt, welcher auch als Welch-Test bezeichnet wird (Janczyk & Pfister, 2013).

Das Ergebnis des t-Tests (Tab. 8) unter der Annahme unterschiedlicher Varianzen lieferte einen p-Wert von 0,94. Bei einem Signifikanzniveau von 0,05 bedeutet dies, dass zwischen dem Lernzuwachs der Klasse A und der Klasse B kein statistisch signifikanter Unterschied nachweisbar war. Dies zeigte auch die t-Statistik, welche mit -0,076 kleiner war als der kritische t-Wert. Das bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler, welche die Inhalte mit digitaler Medienunterstützung im Unterricht erarbeitet hatten, keinen signifikant schlechteren oder besseren Lernzuwachs erreicht hatten als die Klasse, welche auf traditionelle, analoge Weise unterrichtet wurde.

Testparameter	Ergebnis
t-Statistik	-0,076
P(T<=t) zweiseitig	0,940
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,032

Tab. 8: Vergleich der beiden Klassen (Zweistichproben t-Test mit unterschiedlichen Varianzen)

Die Daten der erreichten Punkte bei der Ist-Stand-Erhebung (Abb. 6) zeigen, dass die Spannweite der Klasse A 10 betrug und somit höher ausfiel als die Spannweite der Klasse B mit 7 Punkten. Weiters war die Standardabweichung der Klasse A mit 2,90 (Varianz $s^2 \approx 8,40$) höher als die Standardabweichung der Klasse B mit 1,89 (Varianz $s^2 \approx 3,56$). Das bedeutet, dass die Ergebnisse der Klasse A stärker um den Mittelwert streuten als jene der Klasse B.

Bei der Enderhebung (Abb. 7) hat sich dieses Bild gewandelt. Die Spannweite der Daten in Klasse A lag bei 7,5 und in Klasse B bei 11,5. Die Standardabweichung betrug in Klasse A 2,47 (Varianz $s^2 \approx 6,12$) und in Klasse B 3,08 (Varianz $s^2 \approx 9,50$). Hier zeigte sich der umgekehrte Fall, nun streuten die Daten der Klasse B stärker um den Mittelwert als jene der Klasse A.

6. Diskussion

Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass bestimmte digitale Medienangebote besonders ansprechend für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler sind und leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler digitale Übungsprogramme am stärksten ausschöpfen und davon profitieren können (Herzig, 2014). Es besteht also die Möglichkeit, dass die leistungsschwächeren Schülerinnen und Schüler der Klasse A im Beobachtungszeitraum, in welchem digitale Lernangebote benutzt wurden, stärker profitiert haben und dies so zu einem etwas leistungshomogeneren Bild bei der End-Erhebung führte. Das höhere Maximum der Klasse A bei der Ist-Stand-Erhebung im Vergleich zum Maximum der Klasse B lässt sich dadurch begründen, dass dieser Maximalwert in der Klasse A von einer Person erbracht wurde, welche die zweite Klasse wiederholt und dadurch bereits über mehr Vorwissen verfügt. Da es insgesamt 17 Punkte zu erreichen gab, stellt der maximale Wert an erreichten Punkten in der End-Erhebung in Klasse B eine nahezu fehlerfreie Arbeit dar und liegt über dem Maximum der Klasse A. Eine möglicher Grund hierfür ist, dass es sich bei Klasse B um eine Klasse mit Science-Fitness-Schwerpunkt handelt, welcher oft von Kindern gewählt wird, welche Interesse an Mathematik und naturwissenschaftlichen Fächern mitbringen. Dass es bei Klasse B in der End-Erhebung zu einer stärkeren Streuung kommt als in der Ist-Stand-Erhebung erklärt sich die Mathematikprofessorin von dieser Klasse damit, dass viele der Kinder ihrer Klasse ein mathematisches Grundverständnis mitbringen, aber sehr unterschiedliche Levels an Motivation und Ehrgeiz aufweisen. So haben während der acht Unterrichtsstunden manche sehr aktiv mitgearbeitet und mitgedacht, ihre Hausübungen erledigt und andere wiederum gar nicht. Diese stärkere Streuung ist also auf eine starke Streuung in Hinblick auf Motivation und Arbeitseinstellung zurückzuführen.

6.1. Limitierungen der empirischen Untersuchung

Aufgrund der unterschiedlichen Schwerpunkte (kreativer Schwerpunkt in Klasse A, Science-Fitness-Schwerpunkt in Klasse B) besteht die Möglichkeit, dass in Klasse B vermehrt Schülerinnen und Schüler mit erhöhtem Interesse an Mathematik und Wissenschaft angesiedelt waren. Aufgrund der zeitlichen und inhaltlichen Organisation der Studie und auch der Bereitschaft anderer Kolleginnen und Kollegen war es leider nicht möglich, zwei Klassen

mit demselben Schwerpunkt zu untersuchen. Diese unterschiedlichen Schwerpunkte führten zu einem sehr ungleichen Geschlechterverhältnis in den Klassen. Während in der Klasse A 91% der Daten von Schülerinnen stammten, bestanden die teilnehmenden Personen aus Klasse B zu zwei Drittel aus Jungen. Die ungleiche Geschlechterverteilungen der untersuchten Klassen könnte zu einer Beeinflussung der Daten führen. Beim Lernen mit digitalen Medien können sich geringe Geschlechterunterschiede ergeben, welche aufzeigen, dass Jungen gering mehr von der Verwendung digitaler Tools profitieren als Mädchen (Fischer et al., 2015). Da die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Klasse A aus nur zwei Jungen und 21 Mädchen bestanden, könnte der Einsatz digitaler Tools in einer Klasse, in welcher die Anzahl der männlichen Schüler höher ist, zu einem gering höheren Lernzuwachs führen. Dieser Geschlechtereffekt bei digitaler Medienverwendung wurde im Rahmen dieser Masterarbeit nicht untersucht, da die Anzahl der Jungen, welche mit digitalen Medien gearbeitet haben, lediglich bei zwei ($n=2$) lag.

Eine weitere Einschränkung der Studie ist, dass in der Klasse B das Studiendesign nicht exakt eingehalten werden konnte. Die Studienplanung sah vor, dass nach der durchgeführten Ist-Stand-Erhebung acht Unterrichtsstunden folgten und im direkten Anschluss an diese acht Stunden sollte die Enderhebung stattfinden. Aufgrund von Feiertagen, schulautonom freien Tagen, Exkursionen und einer Erkrankung der Mathematikprofessorin der Klasse B konnte die Enderhebung nicht direkt nach den acht Unterrichtsstunden, sondern erst eine Woche später erfolgen. Die Vergessenskurve nach Hermann Ebbinghaus (Abb. 9) zeigt auf, dass gelernte Inhalte wieder vergessen werden, umso mehr Zeit vergeht (Bensberg & Messer, 2014). Es besteht also die Möglichkeit, dass die Daten der Klasse B etwas anders aussehen würden, wenn die Enderhebung laut Studiendesign durchgeführt worden wäre.

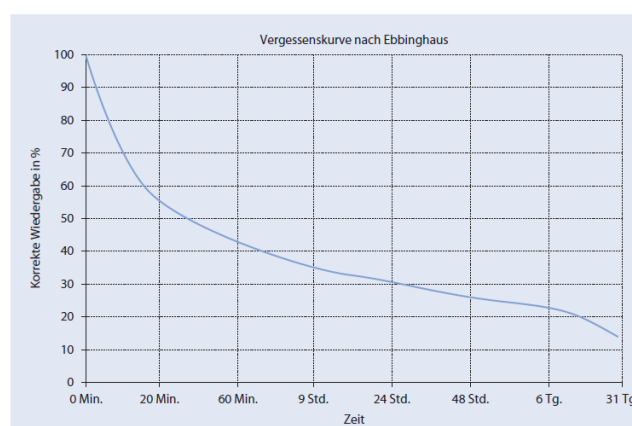


Abb. 9: Die Vergessenskurve nach Ebbinghaus (Bensberg & Messer, 2014, S.141)

Eine Limitierung dieser Studie stellt die Stichprobengröße dar ($n=44$). Laut Statistik Austria besuchten 122.600 Schülerinnen und Schüler im Schuljahr 2020/2021 eine AHS-Unterstufe. Nimmt man diese Zahl als Richtwert und dividiert sie durch vier, so erhält man einen ungefähren Wert von 30.650 Schülerinnen und Schüler pro Schulstufe der AHS-Unterstufe. Laut dem Sample Size Calculator von Qualtrics beträgt die ideale Stichprobengröße 380 Schülerinnen und Schüler der zweiten Schulstufe und ist somit deutlich höher als die Teilnehmeranzahl dieser Studie (Qualtrics, 2022).

Schülerinnen und Schüler, welche über ein Vorwissen über digitale Medien und über digitale Kompetenzen verfügen, profitieren stärker von digital unterstützten Unterricht, als Kinder, welche keine oder nur wenig digitales Know-How besitzen (Herzig, 2014).

Da die Klasse A keine Klasse mit digitalem Schwerpunkt und auch keine Laptop-Klasse ist, sind die digitalen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler nicht sehr hoch einzuschätzen. Dies merkte ich auch selbst bei der Durchführung des digital gestützten Unterrichts, in welchem viele Schülerinnen und Schüler Unterstützung und Hilfe beim Bedienen des Computers hatten. Beispielsweise fehlte grundlegendes Wissen wie man sich beim Computer anmeldet, wie man einen Link kopiert oder wie man die Tastatur und deren Funktionen richtig benutzt. Daher besteht die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler, welche über höhere digitale Kompetenzen verfügen, andere Ergebnisse erzielt hätten. Mir wurde von den Schülerinnen und Schüler der Klasse A auch berichtet, dass sie sehr selten Laptops, Computer oder Smartphones im Unterricht nutzen.

Weiters muss darauf hingewiesen werden, dass in der vorliegenden Masterarbeit lediglich eine einzige AHS-Unterstufe im Bundesland Wien herangezogen und untersucht wurde und somit keine Verallgemeinerung der Resultate auf den gesamten AHS-Bereich und auf Neue Mittelschulen möglich ist. Zusätzlich wurden lediglich die Auswirkungen digitaler Medien auf den Lernzuwachs im Unterrichtsgegenstand Mathematik untersucht, weswegen man die Ergebnisse nicht pauschal auf jedes Unterrichtsfach übertragen kann. Beispielsweise lassen sich im Bereich der Rechtschreibförderung größere positive Effekte im Vergleich zu anderen Themengebieten erwarten (Fischer et al., 2015).

6.2. Ausblick

In der vorliegenden Masterarbeit liegt der Fokus auf dem Einsatz von digitalen Medien im Unterricht und deren Auswirkungen auf die Lernenden, besonders im Hinblick auf den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler. Digitale Medien verbreiteten sich in den letzten Jahren immer mehr und stellen heute feste Bestandteile des alltäglichen Lebens vieler Jugendlicher und auch Kindern dar (Eichenberg & Auersperg, 2018).

Ziel dieser Masterarbeit war es, zu untersuchen, ob und wie sich der Unterricht mit digitalen Medien in Hinblick auf den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schülern vom Lernzuwachs beim traditionellen, analogen Unterricht unterscheidet. Hierfür wurden die Daten von zwei zweiten Klassen (sechste Schulstufe) einer AHS-Unterstufe im Bundesland Wien mittels zwei Erhebungen erhoben. Die Auswertung und Visualisierung der erhobenen Daten wurde mithilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel (Version 2018), sowie der Statistik- und Illustrationssoftware GraphPad Prism 8.3.0. durchgeführt.

Diese empirische Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass die Schülerinnen und Schüler der Klasse, welche den Lernstoff mithilfe von digitaler Medien im Unterricht erlernt haben, keinen statistisch signifikanten Unterschied beim Lernzuwachs im Vergleich zu den Kindern, welche auf traditionelle Art unterrichtet wurden, aufwiesen.

Bei der Prüfung der Voraussetzungen für einen t-Test wurde bei der Durchführung des Levene-Tests festgestellt, dass keine Varianzhomogenität bei den Lernzuwächsen beider Klassen vorhanden war, sich also die Varianzen der Klasse A (Varianz $s^2 \approx 6,32$) und der Klasse B (Varianz $s^2 \approx 14,77$) statistisch signifikant voneinander unterschieden (Teststatistik $\approx 2,34$; kritischer Wert $\approx 2,10$). Das bedeutet, dass die Mehrheit der Kinder in Klasse A im Vergleich zu Klasse B einen ähnlich hohen Lernzuwachs aufwies, während der Lernzuwachs in Klasse B stärker um den Mittelwert streute.

Bei der Ist-Stand-Erhebung zeigte Klasse A eine höhere Spannweite und eine höhere Varianz als Klasse B. Bei der Enderhebung zeigte sich das umgekehrte Bild, hier wies Klasse B eine höhere Spannweite und eine höhere Varianz auf als Klasse A. Bei der Ist-Stand-Erhebung streuten die erreichten Punktzahlen der Klasse A stärker um den Mittelwert als jene der Klasse B, während bei der Enderhebung der umgekehrte Fall auftrat.

Eine mögliche Erklärung für diese Streuungen könnte darin liegen, dass leistungsschwächere Kinder der Klasse A mehr vom Einsatz digitaler Lernangebote profitierten, wie es bereits von Herzig beschrieben wurde (Herzig, 2014). Dies führte wiederum zu einem leistungshomogeneren Ergebnis bei der End-Erhebung.

Das Ergebnis dieser empirischen Forschung wirft die Frage auf, ob digitale Medien überhaupt im Unterricht integriert werden sollten, wenn sie beim Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler nicht besser abschneiden als traditioneller Unterricht. In der Schule und im Unterricht geht es allerdings nicht nur um den fachlichen, prüfbaren Lernzuwachs der Kinder, sondern um die Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf ihr zukünftiges Leben, um die Ausbildung sozialer Kompetenzen, um kritisches Denken und noch Vieles mehr. Johannes Gutbrod fasst dies im Hinblick auf die Digitalisierung wie folgt zusammen: „Kinder sollen in Schule und Unterricht auf die digitalisierte Gesellschaft vorbereitet werden. Sie sollen eine sogenannte digitale Alphabetisierung erhalten“ (Gutbrod, 2020, S.145).

Beim Einsatz digitaler Tools im Unterricht geht es also nicht nur darum, besseren oder abwechslungsreicheren Unterricht zu machen und höhere Lernleistungen zu erzielen, sondern die Integration digitaler Medien in den Unterricht verfolgt das Ziel, die Schülerinnen und Schüler auf das Leben im Bereich der Digitalisierung, welche sowohl in der Arbeitswelt als auch im Privatleben Einzug und große Verbreitung gefunden hat, vorzubereiten.

Weiters ist anzumerken, dass in dieser vorliegenden empirischen Untersuchung nur der Aspekt des Lernzuwachses untersucht wurde. Wie in Kapitel 4.4 beschrieben, hat der Einsatz digitaler Medien im Unterricht das Potential, positive Auswirkungen auf die Motivation oder auch auf die Differenzierung im Unterricht zu veranlassen (Hillmayr et al., 2017). Diese Aspekte wurden im Zuge dieser empirischen Forschung nicht untersucht, da dies den Rahmen dieser Masterarbeit sprengen würde und auch zeitlich und organisatorisch in den Schulklassen nicht umsetzbar gewesen wäre. Ergänzend ist hier zu erwähnen, dass mir einige Kinder der Klasse, welche mit digitalen Medien gearbeitet haben, rückmeldeten, dass sie sich freuen, dass wir die Computer benutzen und sie den Mathematikunterricht „cooler“ finden. Da es sich bei dieser Klasse um keine Laptopklasse handelte, arbeiteten die Schülerinnen und Schüler nach eigenen Aussagen sehr selten mit digitalen Medien, weshalb der Mathematikunterricht hier etwas Besonderes darstellte. Dies wird als Neuheitseffekt bezeichnet, welcher das Phänomen beschreibt, dass eine Änderung des alltäglichen traditionellen Unterrichts eine

erhöhte Motivation der Lernenden zur Folge haben kann (Hillmayr et al., 2017). Die Motivation wurde im Rahmen dieser Masterarbeit nicht untersucht, jedoch konnte ich eine Freude und positive Einstellung dem Unterricht gegenüber bei den Kindern verzeichnen, was auch mit dem Feedback der Schülerinnen und Schüler an mich übereinstimmt.

Laut Prof. Dr. Herzig stellt das Vorwissen in Bezug auf digitale Medien den wichtigsten Faktor für den Lernerfolg dar (Herzig, 2014). Das heißt, dass Schülerinnen und Schüler, welche ein umfangreiches medienbezogenes Vorwissen aufweisen, digitale Lernsettings am stärksten ausschöpfen, nutzen und davon profitieren können. Das heißt, der Einsatz digitaler Medien im Unterricht führt umso wahrscheinlicher zu einem höheren Lernerfolg, je mehr Vorwissen in Bezug auf digitale Tools vorhanden ist (Herzig, 2014). Da die Schülerinnen und Schüler der Klasse A im alltäglichen Unterricht wenig mit digitalen Medien arbeiten, ist anzumerken, dass sie über wenig Vorwissen im Bereich der digitalen Medien verfügten. Dies wurde auch bei der Verwendung der Computer und der App GeoGebra Rechner Suite deutlich, bei welcher viele Kinder technische Unterstützung beispielsweise beim Anmelden am Computer oder bei der Eingabe von Zeichen auf der Tastatur benötigten. Daher ist die Vermutung naheliegend, dass die Daten einer digital-affinen Klasse eventuell anders ausgesehen hätte und ein höherer Lernzuwachs zu verzeichnen wäre. Der Einsatz digitaler Medien hat insofern also durchaus eine Berechtigung im Unterricht, als dass Schülerinnen und Schüler auf die digitale Gesellschaft vorbereitet werden, ohne signifikante Einbußen beim Lernerfolg im Vergleich zum traditionellen Unterricht in Kauf nehmen zu müssen. Gleichzeitig ist anzumerken, dass der Einsatz digitaler Medien keinen Garant für einen höheren Lernerfolg darstellt, jedoch Potential dafür in sich trägt (siehe Kapitel 4.4.2).

6.3. Fazit

Anhand der Ergebnisse kann nicht bestätigt werden, dass der Einsatz von digitalen Medien im Unterricht mit einem höheren Lernzuwachs der Schülerinnen und Schülern im Vergleich zu traditionellem Unterricht einhergeht. Jedoch ist anzumerken, dass dieses Resultat einerseits weder auf einen besseren Lernzuwachs bei digitaler Medienintegration im Unterricht hindeutet, andererseits aber auch keinen schlechteren Lernzuwachs als beim traditionellem Unterricht impliziert. Die Befürchtung, dass der Einsatz digitaler Medien im Unterricht lediglich zur Ablenkung der Schülerinnen und Schüler führt, wird durch die Ergebnisse der vorliegenden empirischen Untersuchung nicht bestätigt.

Im Hinblick auf das untersuchte Thema kann es in zukünftigen Forschungen sinnvoll sein, die Potentiale und möglichen positiven Effekte von digitalen Medien im Unterricht im AHS-Bereich, aber auch im NMS-Bereich, sowie über den gesamten Fächerkanon hinweg, zu untersuchen, da digitale Kompetenzen und Wissen über digitale Medien immer mehr an Bedeutung gewinnen. So können die Schülerinnen und Schüler einerseits auf die digital geprägte Gesellschaft und Arbeitswelt vorbereitet werden und andererseits die möglichen positiven Effekte digitaler Tools im Unterricht ausschöpfen. Auch die COVID-19 Pandemie hat verdeutlicht, wie wichtig und auch notwendig der Umgang mit digitalen Medien ist.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass das Lernen über und mit digitaler Medien im Unterricht eine Daseinsberechtigung hat, auch wenn im Rahmen dieser vorliegenden Forschung kein signifikant höherer Lernerfolg nachgewiesen werden konnte. Der Einsatz digitaler Medien in der Schule verfolgt nicht nur das Ziel positive Effekte bezüglich des Lernerfolgs, der Motivation oder der Differenzierung zu erreichen, sondern die Schülerinnen und Schülern sollen digitale Kompetenzen aufbauen, Wissen über digitale Medien erlangen und so auf ihr späteres Leben in einer digital geprägten Gesellschaft vorbereitet werden. Dies verdeutlicht auch das neue Unterrichtsfach „Digitale Grundbildung“, welches im Schuljahr 2022/2023 verpflichtend Einzug in den Stundenplan der Schülerinnen und Schüler im AHS-Unterstufen und NMS-Bereich findet. Aufgrund dieser Wichtigkeit der Vermittlung digitaler Fähigkeiten und digitalem Know-How, sollten digitale Medien in jedem Fach in einem abwechslungsreichen Unterricht integriert und wo möglich, die positiven Potentiale des digitalen Medieneinsatzes genutzt werden, um die Schülerinnen auf die digital geprägte Privat- und Berufsleben vorzubereiten.

7. Literaturverzeichnis

- Albers, C., Magenheimer, J., & Meister, D. M. (2011). Der Einsatz digitaler Medien als Herausforderung von Schule - eine Annäherung. In C. Albers, J. Magenheimer, & D. M. Meister (Eds.), *Schule in der digitalen Welt* (pp. 7–16). https://doi.org/10.1007/978-3-531-92850-0_1
- Arnold, P. (2020). *Digitalisierung und Lehrkräftefortbildung. Gelingensbedingungen und Strukturen von Fortbildungen zum Einsatz digitaler und interaktiver Medien in der Schule*. Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Aufenanger, S. (2022). Mediensozialisation. In U. Sander, F. Von Gross, & K. Hugger (Eds.), *Handbuch Medienpädagogik* (pp. 59–66). https://doi.org/10.1007/978-3-658-23578-9_8
- Bach, A. (2016). Nutzung von digitalen Medien an berufsbildenden Schulen: Notwendigkeit, Rahmenbedingungen, Akzeptanz und Wirkungen. In S. Jürgen, S. Susan, & Z. Birgit (Eds.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2016* (pp. 107–123). <https://doi.org/10.3224/84740588>
- Bauer, M., & Löffler, R. (2017). "Schule 4.0 - jetzt wird's digital." Der Bildungsexperte Martin Bauer zur Digitalisierungsstrategie des österreichischen Bildungsministeriums. *AMS Info*, 390.
- Beal, C. R., Arroyo, I. M., Cohen, P. R., & Woolf, B. (2010). Evaluation of AnimalWatch: An intelligent tutoring system for arithmetic and fractions. *Journal of Interactive Online Learning*, 9(1), 64–77.
- Bedenlier, S., Händel, M., Kammerl, R., Gläser-Zikuda, M., Kopp, B., & Ziegler, A. (2021). Akademische Mediennutzung Studierender im Corona-Semester 2020. *MedienPädagogik: Zeitschrift Für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 40, 229–252. <https://doi.org/10.21240/mpaed/40/2021.11.18.X>
- Bensberg, G., & Messer, J. (2014). *Survivalguide Bachelor*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bierbrauer, C. (2022). *Sachrechnen mit digitalen Medien im Förderschwerpunkt Lernen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bos, W., Eikermann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., ... Wendt, H. (2014). *ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. <https://doi.org/10.25656/01:11459>
- Bruner, J. S. (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Berlin: Berlin Verlag.
- Buhl, H., Bonanati, S., & Eikermann, B. (2021). *Schule in der digitalen Welt*. Göttingen: Hogrefe.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (n.d.). Gütesiegel Lern-Apps.

Retrieved from <https://www.guetesiegel-lernapps.at/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2018). Masterplan Digitalisierung. Retrieved August 31, 2022, from <https://www.bmbwf.gv.at/Ministerium/Presse/Masterplan-Digitalisierung.html>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2019). Lehrpläne der AHS. Retrieved from https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp/lp_ahs.html

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020a). 8-Punkte-Plan. Ausbau der schulischen Basis-IT-Infrastruktur. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/ausbau-der-schulischen-basis-it-infrastruktur/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020b). 8-Punkte-Plan. Ausrichtung der Eduthek nach Lehrplänen. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/ausrichtung-der-eduthek-nach-lehrplanen/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020c). 8-Punkte-Plan. Digitale Endgeräte für Lehrerinnen und Lehrer. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/digitale-endgerate-fur-lehrerinnen-und-lehrer/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020d). 8-Punkte-Plan. Digitale Endgeräte für Schülerinnen und Schüler. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/digitale-endgerate-fur-schulerinnen-und-schuler/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020e). 8-Punkte-Plan. Distance-Learning-MOOC. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/lehrenden-fortbildung/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020f). 8-Punkte-Plan. Einheitliche Kommunikationsprozesse. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/vereinheitlichung-der-plattformen/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020g). 8-Punkte-Plan. Lern-Apps. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/gutesiegel-lernapps/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020h). 8-Punkte-Plan. Portal Digitale Schule. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/portal-digitale-schule/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020i). Digitale Schule. Vision. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/vision/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020j). Digitale Schule. Ziele. Retrieved from <https://digitaleschule.gv.at/ziele/>

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2022a). Digitale Grundbildung. Pflichtgegenstand ab Schuljahr 2022/23 in der Sekundarstufe I – Lehrplan verordnet! Retrieved from <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/dgb.html>

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2022b). Gütesiegel Lern-Apps. Retrieved from https://www.guetesiegel-lernapps.at/lernapps#sort=attr.tag.frontend_value&sortdir=asc&attr.tag.value=5&page=1
- Deci, E. L., & Ryan, R. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. In E. L. Deci & R. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination theory* (pp. 3–33). Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift Für Pädagogik*, 39, 223–238. <https://doi.org/10.25656/01:11173>
- Deitering, F. G. (1995). *Selbstgesteuertes Lernen*. Göttingen: Verl. f. Angewandte Psychologie.
- Dreisiebner, G., Slepcevic-Zach, P., Janschitz, G., Monitzer, S., Kopp, M., & Stock, M. (2021). DiKoS – Digitale Kompetenzen von Studierenden. Ergebnisse einer Befragung aller Studienanfänger/innen in der Steiermark zur Selbsteinschätzung ihres digitalen Kompetenzspektrums. *Berufs- Und Wirtschaftspädagogik Online*, 3, 1–12.
- Eder, F., & Hörl, G. (2021). Die zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer (F. Eder & G. Hörl, Eds.). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Eichenberg, C., & Auersperg, F. (2018). *Chancen und Risiken digitaler Medien für Kinder und Jugendliche. Ein Ratgeber für Eltern und Pädagogen*. <https://doi.org/10.1026/02647-000>
- Fischer, F., Wecker, C., & Stegmann, K. (2015). Auswirkungen digitaler Medien auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule. Retrieved September 28, 2022, from <https://epub.ub.uni-muenchen.de/38343/>
- Fried, C. B. (2008). In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers & Education*, 50(3), 906–914. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.09.006>
- Gerthofer, L., & Schneider, J. (2021). Fallkonstellationen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht. *MedienPädagogik: Zeitschrift Für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 16(Jahrbuc, 281–315. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb16/2021.04.29.X>
- Gonzalez, J. (2014). Modifying the Flipped Classroom: The „In-Class“ Version. Retrieved from Edutopia website: <https://www.edutopia.org/blog/flipped-classroom-in-class-version-jennifer-gonzalez>
- Gröschner, A., & Hauk, D. (2019). Unterrichtsforschung. In E. Kiel, B. Herzig, U. Maier, & U. Sandfuchs (Eds.), *Handbuch Unterrichten an allgemeinbildenden Schulen*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gutbrod, J. (2020). Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung von Schule und Unterricht aus allgemeinpädagogischer Sicht. *Pädagogische Rundschau*, 74. Jahrga(2), 145–154. <https://doi.org/10.3726/PR022020.0014>

- Gysbers, A. (2008). *Lehrer - Medien - Kompetenz: Eine empirische Untersuchung zur medienpädagogischen Kompetenz und Performanz niedersächsischer Lehrkräfte*. Berlin: Vistas.
- Hartinger, A. (1997). *Interessenförderung. Eine Studie zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen*. Hohengehren: Schneider.
- Hattie, J., & Zierer, K. (2018). *Kenne deinen Einfluss! „Visible Learning“ für die Unterrichtspraxis*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag.
- Hecker, U. (2019). Digitale Lernwelten? Nachdenken über Bildung und Digitalisierung. *Grundschule Aktuell : Zeitschrift Des Grundschulverbandes (2019) 145, S. 38-41, (145), 38–41*. <https://doi.org/10.25656/01:17713>
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Steelze-Velber: Klett Kallmeyer.
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?: Bertelsmann Stiftung* (Bertelsmann Stiftung, Ed.). Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Hildebrandt, D. (2009). Gedanken zur Zeit: Was passiert gerade in Ihrem Hirn? *Braunschweiger Zeitung*, p. 4.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Retrieved from https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=15482
- Himpsl-Gutermann, K., Berger, E., Brandhofer, G., Harrich, P., & Kohl, A. (2015). Wie "zukunftsreich" ist das neue Lehramtsstudium? *Medienimpulse*, 4, 1–16.
- Janczyk, M., & Pfister, R. (2013). *Inferenzstatistik verstehen*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34825-9>
- Knackstedt, R., Di Maria, M., Kolomitchouk, J., & Sander, J. (2022). Kompetenzen für den digitalen Wandel erfordern Orientierungshilfe. In R. Knackstedt, J. Sander, & J. Kolomitchouk (Eds.), *Kompetenzmodelle für den Digitalen Wandel. Orientierungshilfen und Anwendungsbeispiele*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63673-2>
- Kollar, I., & Fischer, F. (2018). Digitale Medien für die Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen in der Weiterbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Eds.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (6th ed., pp. 1553–1568). https://doi.org/10.1007/978-3-531-19979-5_73
- Kommer, S., & Biermann, R. (2012). Der mediale Habitus von (angehenden) LehrerInnen. Medienbezogene Dispositionen und Medienhandeln von Lehramtsstudierenden. In

- Jahrbuch Medienpädagogik* 9 (pp. 81–108). https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3_5
- Koppay, H. (2015). *Entwicklung und Vermarktung von Handy-Apps. Einstieg in die Welt der mobilen Applikationen*. Hamburg: disserta Verlag.
- Krapp, A., & Weidenmann, B. (2006). *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (5th ed.). Weinheim: Beltz.
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Kuhn, S., Frankenhauser, S., & Tolks, D. (2018). Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 61(2), 201–209. <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2673-z>
- Ladel, S. (2009). *Multiple externe Repräsentationen (MERs) und deren Verknüpfung durch Computereinsatz*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Leeb, T. (2018). *Lernmotivation, Lernregulation und emotionales Erleben beim E-Learning*. Regensburg: S. Roderer Verlag.
- Lermen, M. (2008). *Digitale Medien in der Lehrerbildung: Rahmenbedingungen, Einflussfaktoren und Integrationsvorschläge aus (medien-)pädagogischer Sicht*. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Liftenegger, M., & Buchner, J. (2021). Der In-Class Flip. Neue Chance für Unterrichtsgegenstände ohne Heimarbeitszeit. *Medienimpulse*, 59(2), 18 Seiten-18 Seiten. <https://doi.org/10.21243/mi-02-21-14>
- Mähler, L., & Pallack, A. (2014). TABLET-COMPUTER IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT. In J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Eds.), *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht* (pp. 119–133). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Mayer, R. E. (2014a). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 43–71). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Mayer, R. E. (2014b). Introduction to Multimedia Learning. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 1–24). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.002>
- Meister, D. M. (2008). Schule und Medien. In W. Helsper & J. Böhme (Eds.), *Handbuch der Schulforschung* (pp. 513–530). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mürner, B., & Polexe, L. (2014). Digitale Medien im Wandel der Bildungskultur neues Lernen als Chance. *Zeitschrift Für Hochschulentwicklung*, 9(3), 1–12.
- Neuhaus, T., Jacobsen, M., & Vogt, M. (2021). Der verdeckte Megatrend?-Bildungshistorische Reflexionen zur fortschreitenden Digitalisierung als Treiber von

- Standardisierungstendenzen. *Kölner Online Journal Für Lehrer*innenbildung*, 4(4, 2/2021), 233–252. <https://doi.org/10.18716/ojs/kON/2021.2.12>
- OeAD. (n.d.). Zertifizierungsverfahren. Retrieved from <https://lernapps.oead.at/de/zertifizierungsverfahren>
- OeAD. (2022). Lern-Apps. Retrieved from <https://www.lernapps.oead.at/>
- Paas, F., & Sweller, J. (2014). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 27–42). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.004>
- Pauling, P. (2003). *100 Deutsche Jahre – Die Deutschen und die Schule*. Phoenix.
- Pelgrum, W. J., & Anderson, R. E. (1999). *ICT and the emerging paradigm for lifelong learning*. Amsterdam: IEA.
- Petermann, F., & Petermann, U. (2018). *Lernen*. Göttingen: Hogrefe.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education. Theory, research, and applications*. New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Pintrich, Paul R. (2004). A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Qualtrics. (2022). Stichprobenrechner – Stichprobengröße einfach berechnen. Retrieved from <https://www.qualtrics.com/de/erlebnismanagement/marktforschung/stichprobenrechner/>
- Reis, P. (1872). *Lehrbuch der Physik. Einschließlich der Physik des Himmels (Himmelskunde), der Luft (Meteorologie) und der Erde (Physikalische Geographie)*. Leipzig: Quandt & Händel.
- Rösch, E., & Maurer, B. (2014). Apps in der Schule. *Merz.Medien + Erziehung*, 03(14), S.25-30.
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Scharpf, S., & Gabes, D. (2022). Motivation und digitale Medien am Beispiel des Sachunterrichts. In M. Haider & D. Schmeinck (Eds.), *Digitalisierung in der Grundschule. Grundlagen, Gelingensbedingungen und didaktische Konzeptionen am Beispiel des Fach Sachunterrichts* (pp. 85–97). <https://doi.org/10.35468/5938-07>
- Schaumburg, H. (2015). Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule. Medienpädagogische und -didaktische Perspektiven. In Bertelsmann Stiftung (Ed.), *Individuell fördern mit digitalen Medien. Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren* (pp. 20–95).

Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

- Schelten, A. (2010). Bedrohung an Schulen – Was kann getan werden? *Die Berufsbildende Schule*, 62(10), 275–276.
- Schiefele, U. (2014). Förderung von Interessen. In G. W. Lauth, M. Grünke, & J. C. Brunstein (Eds.), *Interventionen bei Lernstörungen* (pp. 251–261). Göttingen: Hogrefe.
- Schleicher, A. (2019). *WELTKLASSE. Schule für das 21. Jahrhundert gestalten*. <https://doi.org/10.1787/4789264300002-en>
- Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (2015). Medien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Eds.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (p. S.461-490). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8>
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141–156. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00017-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00017-8)
- Schulz-Zander, R., & Preussler, A. (2017). Selbstreguliertes und kooperatives Lernen mit digitalen Medien – Ergebnisse der SITE-Studie und der SelMa-Evaluation. *MedienPädagogik: Zeitschrift Für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 211–228. <https://doi.org/10.21240/mpaed/retro/2017.08.12.X>
- Spitzer, M. (2014). Information technology in education: Risks and side effects. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(3–4), 81–85. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.09.002>
- Stadermann, M. (2011). *SchülerInnen und Lehrpersonen in mediengestützten Lernumgebungen. Zwischen Wissensmanagement und sozialen Aushandlungsprozessen*. https://doi.org/10.1007/978-3-531-93178-4_1
- Tengler, K., Schrammel, N., & Brandhofer, G. (2020). Lernen trotz Corona. Chancen und Herausforderungen des distance learning an österreichischen Schulen. *Medienimpulse*, 58(02), 37 Seiten-37 Seiten. <https://doi.org/10.21243/mi-02-20-24>
- Venkatesh, Morris, Davis, & Davis. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, Thong, & Xu. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Werner, J., Ebel, C., Spannagel, C., & Bayer, S. (2018). Flipped Classroom - Zeit für deinen Unterricht. In J. Werner, C. Ebel, C. Spannagel, & S. Bayer (Eds.), *Flipped Classroom - Zeit für deinen Unterricht. Praxisbeispiele, Erfahrungen und Handlungsempfehlungen*.

Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

- Wolf, T., & Strohschen, J.-H. (2018). Digitalisierung: Definition und Reife. *Informatik-Spektrum*, 41(1), 56–64. <https://doi.org/10.1007/s00287-017-1084-8>
- Wollring, B. (2008). Zur Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule. In Kasseler Forschergruppe (Ed.), *Lernumgebungen auf dem Prüfstand. Zwischenergebnisse aus den Forschungsprojekten* (pp. 9–26). Kassel: Kassel University Press.
- Würffel, N. (2019). Differenzierung fördern mit digitalen Medien. Neue und weniger neue Ansätze für den Einsatz digitaler Medien im DaF/DaZ-Unterricht. In E. Peyer, T. Studer, & I. Thonhauser (Eds.), *IDT 2017 BAnd 1: Hauptvorträge* (pp. 123–139). Freiburg: Erich Schmidt Verlag.
- Zierer, K. (2020). Die Wirkung digitaler Medien im Schulunterricht – Chancen und Risiken der Digitalisierung aus erziehungswissenschaftlicher Sicht. In R. A. Fürst (Ed.), *Digitale Bildung und Künstliche Intelligenz in Deutschland* (pp. 373–386). https://doi.org/10.1007/978-3-658-30525-3_15

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Modell zum Einsatz digitaler Medien (Gerthofer & Schneider, 2021, S.287)	23
Abb. 2: Modell der externen Repräsentationsformen (Ladel, 2009).....	35
Abb. 3: Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Mayer, 2014a, S.52).....	37
Abb. 4: Das didaktische Dreieck in Bezug auf digitale Technologien (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015, S.480)	41
Abb. 5: Geschlechterverteilungen der beiden untersuchten Klassen	61
Abb. 6: Vergleich Punkteanzahl bei der Ist-Stand-Erhebung	68
Abb. 7: Vergleich Punkteanzahl bei der End-Erhebung	69
Abb. 8: Vergleich Punktedifferenz	70
Abb. 9: Die Vergessenskurve nach Ebbinghaus (Bensberg & Messer, 2014, S.141).....	73

9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Erwartete Veränderungen in der Lernkultur (Pelgrum & Anderson, 1999, S.6).....	6
Tab. 2: Faktoren zur Wirksamkeit digitaler Medien im Unterricht (Zierer, 2020, S.380)	54
Tab. 3: Zustimmung deutscher und internationaler Lehrpersonen zu Probleme bei der Verwendung digitaler Medien im Unterricht (Schaumburg, 2015)	58
Tab. 4: Erhobene Daten der beiden Klassen A und B.....	67
Tab. 5: Deskriptive Statistik Ist-Stand-Erhebung.....	68
Tab. 6: Deskriptive Statistik End-Erhebung.....	68
Tab. 7: Deskriptive Statistik Lernzuwachs	70
Tab. 8: Vergleich der beiden Klassen (Zweistichproben t-Test mit unterschiedlichen Varianzen).....	71

10. Anhang

10.1. Einverständniserklärung an die Direktorin

Sehr geehrte Frau Mag. Jöbstl,

im Rahmen meiner Masterarbeit plane ich die Durchführung einer empirischen Untersuchung in zwei Klassen des GRG21 Franklinstraße 26 und möchte hiermit um Ihr Einverständnis für dieses Vorhaben ansuchen. Meine Masterarbeit beschäftigt sich mit der Beforschung des Einsatzes unterschiedlicher Unterrichtsmedien bei der Behandlung des Themas „Besondere Vierecke, Parallelogramm und Raute“ sowie deren Auswirkungen auf den Lernzuwachs.

Teilnehmende Klassen: 2B und 2G

Beobachtungszeitraum: zwei Wochen (acht Unterrichtseinheiten)

Studiendesign: Im ersten Schritt wird eine Ist-Stand-Erhebung durchgeführt, in welcher der momentane Wissenstand der Schülerinnen und Schüler festgestellt wird. Anschließend folgt der Beobachtungszeitraum von zwei Wochen, in welchem ich in der 2B mit digitalen Medien arbeiten werde und Kollegin Paulovics in der 2G das gleiche Thema mithilfe analoger Medien behandeln wird. Am Ende dieses Beobachtungszeitraums wird die Enderhebung durchgeführt. Die Daten gelangen ausschließlich an mich und die Erhebungen verlaufen anonym. Die Erhebungen haben keinerlei Auswirkungen auf die Beurteilung der Schülerinnen und Schüler. Diese Daten werden in anonymisierter Form für meine Masterarbeit verwendet. Ein wissenschaftlicher als auch vertraulicher Umgang mit den gewonnenen Daten ist daher sichergestellt. Eine Einverständniserklärung der Eltern wird vor Beginn der Forschung ausgegeben und nur mit deren Einwilligung durchgeführt.

Ich bitte höflichst um Ihre Erlaubnis, dieses Forschungsvorhaben in die Tat umsetzen zu dürfen. Mit Ihrer Unterschrift bestätigen Sie Ihre Zustimmung zu diesem Forschungsvorhaben.

Mit freundlichen Grüßen

Datum: _____ Unterschrift der Direktorin: _____

10.2. Einverständniserklärung an die Eltern

Sehr geehrte Erziehungsberechtigte,

ich unterrichte Mathematik am GRG21 Franklinstraße 26. Ich studiere Lehramt in den Fächern Mathematik, Psychologie und Philosophie an der Universität Wien und arbeite derzeit an meiner Masterarbeit. Im Rahmen dieser Masterarbeit möchte ich eine empirische Untersuchung in der Klasse Ihres Kindes durchführen. Der Fokus liegt hierbei auf der Beforschung des Einsatzes unterschiedlicher Unterrichtsmedien bei der Behandlung des Themas „Besondere Vierecke, Parallelogramm und Raute“ sowie deren Auswirkungen auf den Lernzuwachs und wird über die Dauer von acht Unterrichtsstunden untersucht. Dafür werden zwei kurze schriftliche Erhebungen des Leistungsstandes Ihres Kindes durchgeführt (Ist-Stands-Erhebung, Beobachtungszeitraum, Enderhebung). Diese Erhebungen werden von den Schülerinnen und Schülern vollkommen anonym auszufüllen sein und die dadurch gewonnenen Daten dienen ausschließlich der Forschung in meiner Masterarbeit und werden nicht anderswertig verwendet. Ich möchte auch ausdrücklich erwähnen, dass diese Erhebungen keinerlei Auswirkungen auf die Beurteilung Ihres Kindes haben werden. Ich bin die einzige Person, die diese Daten erhält und sie werden in anonymisierter Form für meine Masterarbeit verwendet. Ein wissenschaftlicher als auch vertraulicher Umgang mit den gewonnenen Daten ist daher sichergestellt.

Ich bitte Sie höflichst den unterhalb angeführten Abschnitt auszufüllen und an mich zu retournieren. Bei Fragen können Sie mich gerne kontaktieren.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

Ich bestätige hiermit, dass mein Kind _____ an den Erhebungen zur Beforschung des Leistungszuwachses beim Einsatz unterschiedlicher Unterrichtsmedien teilnehmen darf.

O JA

O NEIN

Datum: _____ Unterschrift des/der Erziehungsberechtigten: _____

10.3. Angabe der Ist-Stand-Erhebung

Katalognummer

Bitte lies dir alle Aufgaben genau durch. Versuche, so viel wie möglich zu beantworten. Wenn du etwas nicht weißt, kannst du dieses Beispiel einfach auslassen.

Gib dein Bestes, mach dir aber keine Sorgen – diese Erhebung wird **nicht** benotet und fließt **nicht** in deine Beurteilung ein!

1.

Ordne jedem Viereck den korrekten Namen zu: Rechteck, Parallelogramm, Quadrat, Raute, Trapez, Deltoid.

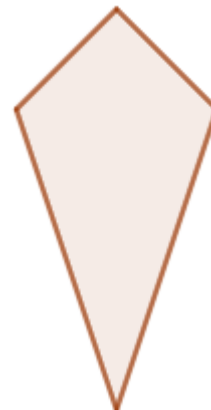












2. Auf welche Vierecke treffen folgende Eigenschaften zu? Kreuze die richtigen Vierecke in der Tabelle an.

Eigenschaft	Quadrat	Rechteck	Parallelogramm	Raute	Trapez	Deltoid
Vier Winkel sind rechte Winkel.						
Alle Seiten sind gleich lang.						
Die gegenüberliegenden Seiten sind gleich lang.						
Die gegenüberliegenden Seiten sind parallel.						
Die Diagonalen halbieren einander.						
Die gegenüberliegenden Winkel sind gleich groß.						
Die Diagonalen stehen normal aufeinander.						

3. Kreuze an, welche Aussage wahr (w) und welche falsch (f) ist.

	w	f
Die Raute ist ein besonderes Parallelogramm.		
Ein Parallelogramm wird auch Rhombus genannt.		
Bei einem Parallelogramm sind gegenüberliegende Seiten parallel und gleich lang.		
In einer Raute sind alle Winkel gleich groß.		

4. Zeichne ein Parallelogramm mit folgenden Abmessungen: $a = 4\text{cm}$, $b = 3\text{cm}$ und $\alpha = 55^\circ$.

5. Berechne den Flächeninhalt eines Parallelogramms mit folgenden Abmessungen:
 $a = 6\text{cm}$, $b = 5\text{cm}$ und $h = 4\text{cm}$.

10.4. Angabe der Enderhebung

Katalognummer

Bitte lies dir alle Aufgaben genau durch. Versuche, so viel wie möglich zu beantworten. Wenn du etwas nicht weißt, kannst du dieses Beispiel einfach auslassen.

Gib dein Bestes, mach dir aber keine Sorgen – diese Erhebung wird **nicht** benotet und fließt **nicht** in deine Beurteilung ein!

1.

Ordne jedem Viereck den korrekten Namen zu: Rechteck, Parallelogramm, Quadrat, Raute, Trapez, Deltoid.

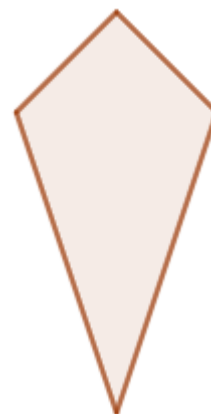












2. Auf welche Vierecke treffen folgende Eigenschaften zu? Kreuze die richtigen Vierecke in der Tabelle an.

Eigenschaft	Quadrat	Rechteck	Parallelogramm	Raute	Trapez	Deltoid
Vier Winkel sind rechte Winkel.						
Alle Seiten sind gleich lang.						
Die gegenüberliegenden Seiten sind gleich lang.						
Die gegenüberliegenden Seiten sind parallel.						
Die Diagonalen halbieren einander.						
Die gegenüberliegenden Winkel sind gleich groß.						
Die Diagonalen stehen normal aufeinander.						

3. Kreuze an, welche Aussage wahr (w) und welche falsch (f) ist.

	w	f
Das Parallelogramm ist ein besondere Raute.		
Eine Raute wird auch Rhombus genannt.		
Bei einer Raute sind alle Seiten gleich lang.		
In einem Parallelogramm sind gegenüberliegende Winkel gleich groß.		

4. Zeichne ein Parallelogramm mit folgenden Abmessungen: $a = 5\text{cm}$, $b = 2\text{cm}$ und $\alpha = 65^\circ$.

5. Berechne den Flächeninhalt eines Parallelogramms mit folgenden Abmessungen:
 $a = 7\text{cm}$, $b = 4\text{cm}$ und $h = 3\text{cm}$.