



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Ein empirischer Vergleich zwischen Mathematikunterricht
mit der Lern-App Studyly und traditionellem Unterricht in
der Sekundarstufe I“

verfasst von / submitted by

Stephan Schmid, 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 199 510 520 02

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

Masterstudium Lehramt Sek (AB) UF Mathematik
UF Geographie und wirtschaftliche Bildung

Betreut von / Supervisor

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Stefan Götz

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit nutzen und mich bei allen Personen bedanken, welche mir bei der Entstehung meiner Masterarbeit tatkräftig zur Seite standen.

Mein besonderer Dank geht an meinen Betreuer Herrn ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Stefan Götz. Von der Themenfindung bis zur Fertigstellung meiner Arbeit hat er mich mit seinem fachlichen Wissen, seinen freundlichen Ratschlägen und seinem konstruktiven Feedback stets begleitet und unterstützt.

Ebenfalls möchte ich mich bei der Direktorin der Schule, in welcher ich die Untersuchung durchführen durfte, für ihre Zustimmung und ihr Vertrauen bedanken. Diesbezüglich möchte ich mich auch bei meiner Fachkollegin und meinem Fachkollegen bedanken, welche im Beobachtungszeitraum zwei der vier Klassen nach meinen Unterrichtsvorstellungen unterrichtet und somit einen wesentlichen Teil für meine Arbeit geleistet haben. Ebenso möchte ich allen teilnehmenden Schülerinnen und Schülern danken, die sich als Probandinnen und Probanden für meine Untersuchung bereitgestellt haben.

Letztlich bedanke ich mich auch bei meiner Familie sowie bei meinen Studienfreundinnen und Studienfreunden, welche mir stets eine große Stütze während meines gesamten Studiums gewesen sind.

Zusammenfassung

Inhaltlich befasst sich die vorliegende Masterarbeit mit dem Einsatz von digitalen Medien im Schulunterricht und deren Auswirkungen auf den Wissenszuwachs bei Schülerinnen und Schülern. Hierbei liegt der Fokus auf dem Einsatz von Apps im Mathematikunterricht, in welchem speziell die Lern-App „Studyly“ eingesetzt wird. Im Hinblick auf die Wirkung dieser Lern-App wird erforscht, ob sich der Wissenszuwachs bei Schülerinnen und Schülern durch digitale Medien vom Wissenszuwachs bei Lernenden durch traditionelle Unterrichtsmethoden in zwei verschiedenen mathematischen Themengebieten unterscheidet.

Der theoretische Teil der Arbeit behandelt zunächst die Entwicklung von digitalen Medien in der Schule und gibt einen detaillierten Bericht über zwei aktuelle Reformen im österreichischen Bildungssystem wieder. Des Weiteren werden Vor- und Nachteile von Apps im Schulunterricht sowie speziell im Mathematikunterricht angeführt und diskutiert. Zuletzt werden Auswahlkriterien für Lern-Apps, ein entwickeltes Zertifizierungsprogramm und das Gütesiegel für Lern-Apps näher vorgestellt.

Im empirischen Teil der Arbeit wird eine Vergleichsstudie mit insgesamt vier ersten Klassen (fünfte Schulstufe) einer AHS-Unterstufe im Bundesland Niederösterreich im Unterrichtsfach Mathematik durchgeführt. In dieser werden die Inhalte in zwei Klassen mit der Lern-App „Studyly“ und in den anderen beiden Klassen mit traditionellen Unterrichtsmethoden gelehrt. Nach Ablauf des Beobachtungszeitraums wird ein anonymer schriftlicher Test in allen vier Klassen durchgeführt, um den Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler bei den mathematischen Themen zu erheben. Die Auswertung der Daten erfolgt mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel (Version 2305) und mit der Software „SPSS Statistics“ (Version 29). Um signifikante Unterschiede beim Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler feststellen zu können, werden Kennzahlen der deskriptiven Statistik und der Inferenzstatistik herangezogen.

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zeigen, dass der Einsatz von digitaler Technologie, speziell durch Lern-Apps, zu keinem höheren Wissenszuwachs bei Lernenden im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsmethoden im Mathematikunterricht führt.

Abstract

The aim of this master thesis deals with the use of digital media in school lessons and their effects on pupils' knowledge growth. The focus is on the use of apps in mathematics lessons, in which the learning app "Studyly" is used. Regarding to the effect of this learning app, it is being investigated whether the increase in knowledge among pupils through digital media differs from the increase in knowledge among learners through traditional teaching methods in two different mathematical subject areas.

The theoretical part of the thesis deals with the development of digital media in schools and provides a detailed report of two current reforms in the Austrian education system. Furthermore, the advantages and disadvantages of apps in school lessons and especially in mathematics lessons are listed and discussed. Finally, selection criteria for learning apps, a developed certification program and the quality label for learning apps are presented in more detail.

In the empirical part of the thesis, a comparative study is carried out with a total of four first classes (fifth school grade) of secondary school in Lower Austria in the subject of mathematics. In two of these classes, the content is taught using the learning app "Studyly" and in the other two classes using traditional teaching methods. At the end of the observation period, an anonymous test is carried out in all four classes in order to assess the students' knowledge growth in both mathematical subjects. The data was analyzed using Microsoft Excel (Version 2305) and "SPSS Statistics" (Version 29). Key figures from descriptive statistics and inferential statistics were used to determine significant differences in the students' knowledge growth.

The results of the empirical study show that the use of digital technology, especially learning apps, does not lead to a higher increase in knowledge among learners compared to traditional teaching methods in mathematics lessons.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	II
Zusammenfassung.....	III
Abstract	IV
1. Einleitung.....	1
2. Digitalisierung im Bildungswesen	3
2.1. Entwicklung von Medien in der Schule.....	4
2.2. Zeitgemäßer Mathematikunterricht.....	7
3. Reformen und Projekte an österreichischen Schulen	9
3.1. Digitale Schule.....	9
3.1.1. 8-Punkte-Plan	10
3.1.2. Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen.....	15
3.2. Pädagogik-Paket.....	18
3.2.1. Lehrpläne NEU	24
3.2.2. Neuer Lehrplan der AHS-Unterstufe in Mathematik	26
4. Digitale Medien und Werkzeuge für den Mathematikunterricht.....	31
4.1. Apps	32
4.2. Gründe für den Einsatz von Apps im Mathematikunterricht	34
4.3. Probleme und Schwierigkeiten beim Einsatz von Apps im Mathematikunterricht	38
4.4. Conclusio	40
4.5. Lern-Apps	41
4.6. Zertifizierung von Lern-Apps.....	42
5. Empirische Untersuchung	45
5.1. Vorbereitung	45
5.2. Beschreibung der Stichprobe.....	46

5.3. Beschreibung des Studiendesigns.....	46
5.3.1. Beschreibung der verwendeten Lern-App	47
5.3.2. Beschreibung der Erhebung	54
5.4. Durchführung des Unterrichts im Beobachtungszeitraum.....	54
5.5. Durchführung der Erhebung	59
5.6. Auswertung der erhobenen Daten	62
5.6.1. Deskriptive Statistik	63
5.6.2. Inferenzstatistik	68
6. Diskussion.....	71
7. Fazit	75
8. Ausblick	77
9. Quellen- und Literaturverzeichnis.....	78
10. Abbildungsverzeichnis.....	83
11. Tabellenverzeichnis.....	84
12. Anhang	85
12.1. Zustimmung der Schulleitung	85
12.2. Einverständniserklärung an die Erziehungsberechtigten	86
12.3. Erhebung.....	87

1. Einleitung

Digitale Medien spielen in Schulen schon seit einigen Jahren eine zentrale Rolle und sind in ihrer Verwendung im Unterricht nicht mehr völlig neu. Trotzdem ist ihr Einsatz im Schulunterricht nicht selbstverständlich und benötigt noch mehr Routine im Unterrichtsverlauf. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Lehrerinnen und Lehrer stellen sich immer wieder die Frage, welchen Mehrwert digitale Medien für Lehr- und Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern haben können. Über die Antwort dieser Frage sind sich Forschung und Schule nicht ganz einig. Feststeht nur, dass diese Art von Medien sinnvoll in das Unterrichtsgeschehen miteingebunden werden sollte, damit Lernerfolge bei Schülerinnen und Schülern entstehen können (vgl. Hillmayr et al., 2017: 4).

Die vorliegende Masterarbeit handelt daher vom Einsatz digitaler Medien im Schulunterricht und deren Auswirkungen auf den Wissenszuwachs bei Schülerinnen und Schülern im Unterrichtsfach Mathematik. Die Arbeit setzt sich als Ziel, den Zuwachs des Wissens von Lernenden in zwei mathematischen Themengebieten zu erheben und diesen anschließend auszuwerten. Hierfür wird eine Vergleichsstudie mit insgesamt vier ersten Klassen (fünfte Schulstufe) einer AHS-Unterstufe im Bundesland Niederösterreich durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchung werden die beiden mathematischen Themen in zwei Klassen mit traditionellen Unterrichtsmethoden und in zwei weiteren Klassen mit der digitalen Lern-App „Studyly“ gelehrt. Abschließend wird eine Erhebung in Form eines Tests vollzogen und die Ergebnisse statistisch analysiert und verglichen. Die Forschungsfrage der Masterarbeit lautet: „Lassen sich signifikante Unterschiede beim Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler zwischen Mathematikunterricht mit der Lern-App „Studyly“ und traditionellem Mathematikunterricht feststellen?“

Zu Beginn werden in Kapitel 2 historische Entwicklungen von Medien in der Schule und ein zeitgemäßer Mathematikunterricht beschrieben. Im Anschluss liefert Kapitel 3 einen umfangreichen Bericht über die aktuellen Reformen und Projekte des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung in Österreich. Der Großteil dieser Reformen gilt ab dem Schuljahr 2023/24, weshalb ein hoher Aktualitätsgrad gegeben ist. Kapitel 4 beleuchtet digitale

Medien im Mathematikunterricht, wobei im Speziellen auf Vorteile und Schwierigkeiten des Einsatzes von Apps im Mathematikunterricht, auf Lern-Apps und auf ein in Österreich entwickeltes Zertifizierungsverfahren für Lern-Apps eingegangen wird. Kapitel 5 befasst sich anschließend mit der empirischen Untersuchung. Hierbei werden die Stichprobe, das Studiendesign, die verwendete Lern-App, die Durchführung des Unterrichts und der Erhebung sowie die Auswertung der Ergebnisse ausführlich dargestellt und erläutert. In Kapitel 6 werden dann die Ergebnisse der Vergleichsstudie analysiert und diskutiert. In den letzten beiden Kapiteln der Arbeit werden die Forschungsfrage beantwortet und Ausblicke auf mögliche zukünftige Forschungen in diesem Gebiet angeführt.

2. Digitalisierung im Bildungswesen

Die Digitalisierung stellt bis heute die größte Veränderung in beinahe allen Lebensbereichen dar. Sowohl im Arbeitsumfeld als auch in privaten Angelegenheiten lassen sich durch sie große Veränderung in den vergangenen Jahren feststellen. Sie prägt insbesondere auch die Kommunikation und sorgt für ein verändertes Zusammenleben zwischen den Menschen. Dies stellt vor allem das Bildungssystem vor großen Herausforderungen, da neue Vermittlungsstrukturen etabliert werden müssen. Im Vordergrund steht dabei nicht mehr das Erlernen von einzelnen Fakten, sondern das Verständnis für Zusammenhänge, Interpretationen und Kritikfähigkeit (vgl. BMBWF, 2018b). Aus diesem Grund kann man davon ausgehen, dass die Digitalisierung in den letzten Jahren auch auf den Bildungsbereich große Einflüsse genommen hat.

Zunächst sollen die beiden Begrifflichkeiten „Digitalisierung“ und „Bildung“ definiert werden, um sie in der Arbeit präzise verwenden zu können. Der Begriff „Digitalisierung“ ist sehr vielfältig und kann auf mehrere Arten beschrieben werden. Einerseits bedeutet er, Informationen von analogen in digitale Speicherungen überzuführen. Andererseits meint Digitalisierung aber auch eine Veränderung, welche durch die Einführung digitaler Technologie hervorgerufen wurde (vgl. Ladel et al., 2018: VII). Für die vorliegende Arbeit ist vor allem die zweite Bedeutung von Relevanz. Der Begriff „Bildung“ ist nach Wilhelm von Humboldt definiert als *„die Anregung aller Kräfte des Menschen, damit diese sich über die Aneignung der Welt entfalten und zu einer sich selbst bestimmenden Individualität und Persönlichkeit führen“* (OAK, 2022). Nach dieser Definition ist Bildung also mehr als eine reine Aneignung von Wissen. Sie ist demnach ein individueller Prozess, in welchem der Mensch seine Persönlichkeit entwickelt. Durch die Digitalisierung ergeben sich nun neue Formen und Möglichkeiten, Bildung zu erlangen. Ebenso öffnet die Digitalisierung neue Wege, die Qualität der schulischen Ausbildung zu verbessern sowie neue fachdidaktische und pädagogische Ansätze weiterzuentwickeln (vgl. Ladel et al., 2018: VIII).

2.1. Entwicklung von Medien in der Schule

Der Einsatz von Medien in der Schule weist bisher eine lange Tradition auf. Seit dem Ende der 70er Jahre des vorangegangenen Jahrhunderts wurde durch Aufkommen von neuen, technisch basierten Lernmöglichkeiten und vielfältigen Bildungsreformen die Technisierung der Lehr- und Lernprozesse etabliert. Es ging vor allem darum, personengebundene Leistungen im Schulunterricht an ein Lehrprogramm zu übertragen. Ziel dabei war es, den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler auf einen individuellen Lernrhythmus und auf ein persönliches Lerntempo abzustimmen. Zunächst fand diese Lernform allerdings wenig Akzeptanz im Bildungswesen. Selbst als in den 80er Jahren der computerunterstützte Unterricht in Schulen eingeführt wurde, welcher individualisiertes Lernen bei Schülerinnen und Schülern gefördert hätte, nahmen Lehrkräfte oft Abstand von dieser Unterrichtsform. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Handhabung der Geräte damals unkomfortabel war, und man die Lernprogramme schwierig mit traditionellem Unterricht vereinbaren konnte. Zudem wurde das Aufbrechen von homogenen Lerngruppen durch individuelle Lernsettings von Lehrpersonen weniger als Erleichterung, sondern als Störung empfunden (vgl. Albers et al., 2011: 7-8).

In den 90er Jahren hat sich die Situation grundsätzlich verändert. Da die Ausstattung mit Computern in privaten Haushalten stark angestiegen ist, öffneten sich auch die Schulen der Technisierung, indem die technischen Ausstattungen mit Computern immer besser wurden (vgl. Albers et al., 2011: 8). Die Nutzung und die Verbreitung der Computer im privaten Rahmen wurden von Bildungspolitikerinnen und Bildungspolitikern als zentrale Argumente benutzt, um die schulische Einführung des Mediums zu gewährleisten (vgl. du Bois, 2005: 19). Bereits im Jahr 1989 waren beispielweise fast 100 % der Gymnasien, Hauptschulen und Realschulen im Bundesland Baden-Württemberg mit Schulcomputern ausgestattet (vgl. du Bois, 2005: 2). Tabelle 1 zeigt die prozentuale Computerausstattung der drei genannten Schulformen in Baden-Württemberg in der Zeitspanne von 1983 bis 1989.

	1983	1984	1985	1986	1989
Gymnasium	92 %	92 %	98 %	99 %	100 %
Hauptschulen	< 1 %	1 %	25 %	56 %	100 %
Realschulen	5 – 10 %	42 %	75 %	90 %	99 %

*Tab. 1: Prozentuale Ausstattung mit Computern an Gymnasien, Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg im Zeitraum 1983 bis 1989
Quelle: du Bois, 2005: 46*

Ab der Jahrtausendwende kamen dann immer wieder Diskussionen auf, welche schulischen Einsatzmöglichkeiten diese technischen Erneuerungen mit sich bringen (vgl. Albers et al., 2011: 8). In der deutschen Forschungsliteratur werden fünf Einsatzmöglichkeiten des Computers angeführt, nämlich der Computer als

1. Unterrichtsgegenstand,
2. universales Werkzeug,
3. Medium im Unterricht,
4. Hilfsmittel der Unterrichts- und Schulverwaltung,
5. Kommunikationsmittel zwischen Schülerinnen, Schülern und Lehrkräften (vgl. du Bois, 2005: 76).

Seither stehen Auswertungen und Planungen von Lernprozessen noch mehr im Mittelpunkt. Ebenso wurden seit der Technisierung die Zusammenarbeit zwischen Lehrenden verbessert und neue Arten von Beratungen sowie Fortbildungen etabliert. In den Fokus rückten auch neue Medienkompetenzen, welche durch den Wandel gebildet und gefördert werden konnten. Beim Einsatz von Medien geht es außerdem nicht mehr ausschließlich darum, eine Steigerung der Anschaulichkeit des bisherigen Unterrichtskonzepts zu erlangen oder darum, welche inhaltlichen Themengebiete mit welcher Art von Technologie didaktisch sinnvoll unterstützt werden können. Es geht vielmehr darum, ob diese neuen Medien nicht eine veränderte Rolle der Lehrkraft und eine andere Art und Weise des Unterrichtens erfordern (vgl. Albers et al., 2011: 8).

Nachdem die Fragen über die technische Ausstattung weitgehend beantwortet waren und in diesem Zusammenhang Computerräume, Notebooks und interaktive Whiteboards in Schulen eine bedeutende Rolle eingenommen haben, entstand mit der Entwicklung des iPads von Apple im Jahr 2010 ein neuer Aufschwung im Bildungsbereich. Durch die neuartigen Tablets sah man eine sinnvolle und pädagogisch wertvolle Erweiterung des Einsatzes von Medien, allen voran in den weiterführenden Schulen sowie an den Hochschulen. Sowohl die zur Verfügung stehenden Anwendungen (Apps) als auch die eingebaute Touchscreen-Technologie wurden bei den Tablets als besondere Eigenschaften angesehen. Aufgrund dessen begannen viele Schulen im englisch- und deutschsprachigen Raum, iPads für den Unterricht anzuschaffen. Ab diesem Zeitpunkt gab es auf bildungspolitischer Ebene einen Schub in Bezug auf digitaler Bildung mit Tablets in vielen Ländern (vgl. Bastian & Aufenanger, 2017: 1).

Durch die rasante technische Entwicklung in den letzten Jahrzehnten hat sich im schulischen und außerschulischen Bereich das computergestützte Lernen noch einmal verändert und dynamisiert. Ein hervorzuhebendes Beispiel stellen hierbei sogenannte Lern-Apps dar, welche auf Smartphones und Tablets den schulischen Unterricht bereichern sollen, sei es entweder durch die Einbindung der Apps im Unterricht von der Lehrperson selbst oder durch die Auswahl und Nutzung von Lernenden und Eltern. Im Rahmen der Masterarbeit wird es genau um diese Art von Apps gehen, die zum einen dem schulischen Lernen dienen und zum anderen erst durch den Unterricht ihr vollständiges Potenzial ausschöpfen (vgl. Büchter et al., 2019: 220).

2.2. Zeitgemäßer Mathematikunterricht

Wie jedes Schulfach unterliegt auch der Mathematikunterricht einem ständigen Wandel. Wie schon im vorangegangenen Abschnitt erläutert, zeichneten sich vor allem die letzten Jahrzehnte durch viele technische Veränderungen im Unterricht aus. Unter diese Veränderungen fällt auch der Wechsel von einer Input- zur Output-Perspektive mit den dazugehörigen Instrumenten wie Qualitätsanalysen, Lernstandserhebungen und zentralen Prüfungen an Schulen. Diese Vorgaben wurden dabei in Lehrplänen, nationalen Bildungsstandards und Qualitätstableaus festgelegt. Die Hoffnung dahinter war, dass sich durch die Vorgaben von operationalisierten Zielen die Qualität im Bildungssektor steuern lässt (vgl. Pallack, 2018: 11). Auch die Rolle des Computers fand immer mehr Integration im Mathematikunterricht. Diesbezüglich sollen mathematische Kompetenzen bei Schülerinnen und Schülern durch einen sinnvollen Einsatz von digitalen Medien entwickelt werden (vgl.: Pallack, 2018: 16).

Die Literatur zeigt, dass es zahlreiche Möglichkeiten gibt, eine pädagogische Nutzung des Computers zu beschreiben. Diesbezüglich treten Begrifflichkeiten wie „neue Medien“, „digitale Medien“ und „digitales Werkzeug“ immer wieder auf und werden oft synonym verwendet. An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass im Laufe der Arbeit zwischen digitalen Medien und digitalen Werkzeugen unterschieden wird. Als digitale Medien werden elektronische Medien, welche digital codiert sind, verstanden. Beispiele dafür sind Computer, Tablets oder Smartphones (vgl.: Pallack, 2018: 16). In Bezug auf mathematische Anwendungsbereiche können hingegen Computerprogramme wie beispielsweise Computeralgebrasysteme, dynamische GeoGebra Software oder Tabellenkalkulationsprogramme als digitale Werkzeuge aufgefasst werden (vgl. Schmidt-Thieme & Weigand, 2015: 461). Der Begriff des Werkzeugs ordnet sich also mit einer bestimmten eingeschränkten Nutzung einem digitalen Medium unter (vgl. Pallack, 2018: 16). Eine Entfaltung des Potenzials solcher digitaler Werkzeuge wird im Mathematikunterricht durch das Entdecken mathematischer Zusammenhänge, speziell durch Interaktionen im Problemlösen und Modellieren, und durch die Verständnisförderung mathematischer Inhalte mittels verschiedener Darstellungen möglich. Des Weiteren zeigt sich der Mehrwert dieser Werkzeuge mit der Verarbeitung größerer Datenmenge, der Reduktion von

schematischen Abläufen und durch die Hilfe individueller Zugänge beim Erarbeiten von Aufgabenstellungen mit reflektierter Nutzung von Kontrollmöglichkeiten (vgl.: Pallack, 2018: 16).

Mit all diesen technischen Mitteln sowie digitalen Gegebenheiten als Grundlage entsteht ein zeitgemäßer Mathematikunterricht. Zeitgemäßer Mathematikunterricht bedeutet aber nicht notwendigerweise moderner Unterricht. In einem solchen Unterricht ist es nicht erforderlich, Tradiertes auf die Seite zu schieben und nicht mehr zu verwenden. Dies wäre eine falsche Interpretation von Innovation. Vielmehr nimmt ein zeitgemäßer Mathematikunterricht die Vorstellungen und Wünsche der Lernenden ernst. Er holt die Schülerinnen und Schüler dort ab, wo sie aktuell stehen und setzt auf ein Verständnis in Mathematik. Für solch einen verstehensorientierten Unterricht sind daher die Interessen sowie die Loyalität gegenüber der Lernenden unverzichtbar. Damit diese Art des Unterrichts gestaltet werden kann, brauchen Lehrerinnen und Lehrer Freiräume. Die Füllung dieser Freiräume setzt didaktische Expertise voraus, welche aufgrund des derzeitigen Mangels an Lehrkräften aber nicht immer gegeben ist (vgl.: Pallack, 2018: 25).

Nachdem nun ein kurzer Einblick in die Entwicklung sowie in den zeitgemäßen Stand der Digitalisierung im Bildungswesen gegeben wurde, werden im nächsten Kapitel aktuelle Reformen und Projekte des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung an österreichischen Schulen in Bezug auf Digitalisierung vorgestellt.

3. Reformen und Projekte an österreichischen Schulen

Zu den zentralen Aufgabenstellungen des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung gehört unter anderem die Schaffung von bestmöglichen Rahmenbedingungen für Schulen, Forschungseinrichtungen und Universitäten in Österreich. Fortlaufende Veränderungen und gesellschaftliche Erfahrungen sind Gründe für eine ständige Weiterentwicklung dieser Bedingungen (BMBWF, o. J.). In den folgenden Abschnitten 3.1. und 3.2. sollen nun zwei wichtige Reformen und Projekte der letzten Jahre in Bezug auf digitale Bildung vorgestellt und ihre Umsetzung im Detail erläutert werden. Bei diesen handelt es sich um eine übersichtliche Zusammenfassung der Absichten des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Aus diesem Grund beruhen die beiden Abschnitte nicht auf den eigenen Untersuchungen des Autors und er gibt auch nicht seine Meinung wieder.

3.1. Digitale Schule

Unter dem Begriffspaar „Digitale Schule“ versteht man die harmonische Kombination aus zukunftsweisender Pädagogik und digitaler Infrastruktur. Den Kern für diese „Digitale Schule“ bildet der 8-Punkte-Plan für Digitalisierung, welcher von der Bundesregierung initiiert wurde und für alle österreichischen Schulen gelten soll (vgl. BMBWF, 2018a). *„Die digitale Welt ist zentraler Teil unseres Alltags. Damit ist auch die ‚Digitale Schule‘ im Jahr 2020 absolut keine Zukunftsmusik mehr.“* (Faßmann, 2020). Mit seinen Themensetzungen bindet der 8-Punkte-Plan alle wichtigen Bereiche des Bildungssystems ein, welche für einen zukunftsorientierten und qualitätsvollen Schulbetrieb notwendig sind. Der Plan setzt die „Digitale Schule“ konkret um. Er zielt auf eine Implementierung von neuen Lehr- und Lernformaten sowie auf die flächendeckende Umsetzung des digital unterstützten Lehrens und Lernens ab. Außerdem werden im Zuge der Qualifizierungsoffensive alle Pädagoginnen und Pädagogen auf das digital unterstützte Lehren vorbereitet. Des Weiteren wird an Schulen eine verbesserte Kommunikation zwischen Erziehungsberechtigten und Schule durch erweiterte Kommunikations- und Lernmanagementsysteme angestrebt. Ein optimaler Service für Lernende und Lehrende wird durch das Angebot an qualitätsgesicherten und innovativen Bildungsmedien erweitert. Auch die

infrastrukturellen Bedingungen für ein digitales Lernen werden optimiert, indem Bundesschulen an Glasfaser angebunden werden und in allen Unterrichtsräumen adäquates WLAN zur Verfügung steht. Letztlich soll die Chancengleichheit in einem zeitgemäßen Unterricht sichergestellt werden, indem alle Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I Zugang zu einem digitalen Endgerät erhalten und damit ausgestattet sind (vgl. BMBWF, 2018a). In den folgenden beiden Abschnitten 3.1.1. und 3.1.2. werden der 8-Punkte-Plan sowie der Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen im Detail dargelegt. Außerdem wird aufgegriffen, welche Punkte des Plans bereits am Schulstandort des Autors vorhanden sind und umgesetzt werden.

3.1.1. 8-Punkte-Plan

Bis zum Jahr 2024 werden für die Umsetzung des 8-Punkte-Plans zusätzlich 250 Millionen Euro investiert. Durch diese zusätzliche Finanzierung sollen nachhaltige Innovationen fortgesetzt und die neuen Lehr- und Lernformate an den Schulen großflächig eingegliedert werden. Dieser Digitalisierungsplan wurde in insgesamt acht Punkten niedergeschrieben, welche nun ausführlich erläutert werden (vgl. BMBWF, 2020a).

1. Als Teil des Plans für digitalen Unterricht wurde im Jahr 2018 vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung das „*Portal Digitale Schule*“ (*PoDS*) eingeführt. Diese Initiative zielt darauf ab, bestehende Anwendungen zu bündeln, damit Lehrende, Lernende und Erziehungsberichtigte übersichtliche Informationen über die Schule erhalten (vgl. BMBWF, 2020a). Das Portal ist eine Plattform, welches durch einmalige Anmeldung die Möglichkeit bietet, auf viele nützliche Funktionen und Anwendungen für den Schulalltag zuzugreifen. Somit stärkt das PoDS die Zusammenarbeit zwischen den Lehrpersonen, den Schülerinnen und Schülern und den Eltern und erleichtert den organisatorischen Schulablauf für alle Beteiligten. Ein Beispiel für eine Anwendung, welches im PoDS integriert wurde, stellt das *WebUntis* Modul dar. Es ist ein elektronisches Klassenbuch, welches bereits in 86% der Bundesschulen eingesetzt wird. In WebUntis können Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte beispielsweise ihre persönlichen Stundenpläne abrufen und stets einen Überblick darüber bewahren (vgl. BMBWF, 2020b).

An der Schule des Autors wurde das WebUntis Modul bereits vor einigen Jahren für alle am Schulalltag teilnehmenden Personen eingeführt. Eltern, Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler können ihre persönlichen Stundenpläne täglich abrufen und werden außerdem sofort über Änderungen im Stundenverlauf informiert. Des Weiteren werden Ankündigungen und Informationen der Direktion an alle Lehrpersonen und Lernende übersichtlich verteilt. Seit Beginn des Schuljahres 2023/24 erfolgt an der Schule des Autors erstmals auch die Kommunikation mit den Erziehungsberechtigten über WebUntis. Praktische Anwendungen wie Nachrichtenverteiler oder Lesebestätigungen durch die Eltern sollen die Kommunikation mit Lehrkräften vereinfachen.

2. Durch die Erfahrungen mit Distance-Learning während der COVID-19 Pandemie stellte man fest, dass die Nutzungen verschiedener Lern- und Kommunikationsplattformen durch Lehrpersonen am Schulstandort von Lernenden und Erziehungsberechtigten als nachteilig angesehen wurden. Aus diesem Grund wurde empfohlen, die Lernsoftware und Kommunikationswege auf eine einheitliche Lösung pro Schulstandort zu reduzieren. Hierfür bietet das *Distance-Learning-Serviceportal* als Vereinheitlichung der Systeme eine gute Hilfestellung für Schulen an (vgl. BMBWF, 2020a).

An der Schule des Autors wird als einheitliche Lösung für die Kommunikation die Plattform „Microsoft Teams“ benutzt. Durch individuelle Teams und verschiedene Kanäle können Informationen schnell und präzise an mehrere Personen gleichzeitig weitergegeben werden. Außerdem können Dateien und Dokumente jederzeit zur Verfügung gestellt und langfristig gespeichert werden.

3. Aufgrund weiterer Erfahrungen mit Fernunterricht während der Pandemie sollen Pädagoginnen und Pädagogen auf einen Unterricht im Blended- oder Distance-Learning mit Hilfe verschiedener Kommunikations- und Informationstechnologien vorbereitet werden. Als Ergänzungen und Erweiterungen der Vielzahl an Angeboten der Pädagogischen Hochschulen werden sogenannte „*Massive Open Online Course*“ (MOOC) angeboten. Diese Kurse sind im virtuellen Format aufgebaut. Der MOOC wird bundesweit

als Fortbildungsveranstaltung mit einer uneingeschränkten Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmern angeboten, bei welcher keine Vorkenntnisse notwendig sind. Im Angebot sind vier Einheiten mit zwei zentralen Lernvideos, ergänzenden Texten sowie Reflexionsfragen für die Praxis enthalten. Durch den MOOC soll schließlich der Erwerb des Basiswissens von Lehrkräften für das Unterrichten mit mobilen Endgeräten in digitalen Klassen sichergestellt werden (vgl. BMBWF, 2020a).

Das Angebot der MOOC wurde an der Schule des Autors bereits von einigen Kolleginnen und Kollegen wahrgenommen und als hilfreich für den Unterricht im Blended- oder Distance Learning empfunden.

4. Für alle Unterrichtsgegenstände sowie für alle Schularten und Schulstufen liefert die *Eduthek*, eine digitale Contentplattform, vertiefendes Übungs- und Lernmaterial. Die Eduthek sortiert ihr Angebot über ein einheitliches Katalogsystem. Mit Hilfe einer Metadatenrecherche und einer Volltextsuche stellt die Plattform den Lernenden und Lehrenden ihre aufbereiteten Ressourcen zur Verfügung. Zusätzlich sind diese Materialien mit den aktuellen Lehrplänen vereinbart und mit dem „Portal Digitale Schule“ verknüpft (vgl. BMBWF, 2020a).

Seitens des Autors wurde die Eduthek bislang noch nicht genutzt. Auch in der Schule, in welcher die Untersuchung durchgeführt wurde, ist diese noch nicht bekannt und nicht implementiert.

5. Als Hilfestellung und Orientierung für Lehrpersonen, Eltern und Lernende bei der Wahl innovativer Programme und Produkte sollen *Gütesiegel* dienen. Ziel dieser Gütesiegel sind eine Zertifizierung sowie eine Evaluierung von Apps für digitalen Unterricht und für den Einsatz im Distance-Learning. Zertifizierte Apps können als Unterrichtsmittel eigener Wahl im Zuge der Aktion „Unentgeltliche Schulbücher“ angeschafft werden (vgl. BMBWF, 2020a). Nähere Details über Gütesiegel sowie über die Zertifizierung von Lern-Apps werden im Abschnitt 4.6. erläutert.

An der Schule des Autors werden von allen Klassen zertifizierte Apps genutzt und in unterschiedlichen Formen eingesetzt. Der Autor selbst nutzt im Unterrichtsfach Mathematik eine zertifizierte Lern-App zum Üben von themenbezogenen Aufgaben, um den Unterricht abwechslungsreicher zu gestalten und zusätzliche Zugänge zu ermöglichen.

6. Als Grundvoraussetzung für eine Forcierung des IT-Einsatzes an Schulen und für eine Realisierung der Digitalisierung in der Bildung gilt die Bereitstellung einer technischen und bedarfsgerechten Infrastruktur. Zu dieser zählen eine leistungsfähige WLAN-Ausstattung in jedem Unterrichtsraum sowie der Zugang zu einer glasfaserbasierten Breitbandanbindung am jeweiligen Schulstandort. Bis Ende des Jahres 2023 soll dieser Grundstock für digitalen Unterricht gelegt und der Ausbau abgeschlossen sein. Hierbei sollen die Investitionen nachhaltig erfolgen, damit zukünftige Erweiterungsmaßnahmen mit geringen Neuausstattungen gesetzt werden können (vgl. BMBWF, 2020a).

Am Schulstandort der Untersuchung ist bereits seit vielen Jahren eine leistungsfähige WLAN-Ausstattung in jedem Klassenzimmer vorhanden. Des Weiteren steht in jedem Unterrichtsraum eine Set-Top-Box von Apple TV, sodass sich Endgeräte der Firma Apple jederzeit per WLAN mit dem jeweiligen Beamer des Klassenraums verbinden können. Viele Lehrkräfte nutzen diese technische Möglichkeit, indem sie ihren Unterricht am Endgerät erarbeiten und über den Beamer auf die Leiwand projizieren.

7. Alle Schülerinnen und Schüler sollen ab der fünften Schulstufe mit *Tablets* oder *Notebooks* ausgestattet werden. Diese Geräteinitiative soll die technischen und pädagogischen Voraussetzungen für einen digitalen Unterricht schaffen und allen Lernenden die gleichen Bedingungen für digitale Bildung ermöglichen. Sowohl die Vermittlung von digitalen Kompetenzen als auch der optimale Einsatz von mobilen Devices für bessere Lernchancen sollen angestrebt werden. Jeder Schule ist es gestattet, an dieser Geräteinitiative teilzuhaben. Hierfür ist eine Anmeldung über eine Absichtserklärung notwendig. Jede teilnehmende Schule erklärt sich mit ihrer

Unterzeichnung bereit, sich zu einer digitalen Schule zu formen und sich in den vier Qualitätsbereichen „Schulentwicklung und Steuerung“, „Pädagogik“, „Infrastruktur und technische Betreuung“ sowie „Fort- und Weiterbildung“ weiterzuentwickeln. Über das Betriebssystem der jeweiligen Geräte kann jede Schule selbst entscheiden. Der Bund übernimmt 75 Prozent der Kosten der Endgeräte. Ein Selbstbehalt von 25 Prozent des zu zahlenden Gerätepreises ist von den Erziehungsberechtigten der Schülerinnen und Schüler zu übernehmen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann auch eine Befreiung vom Eigenanteil beantragt werden (vgl. BMBWF, 2020a).

Seit dem Schuljahr 2021/22 wird an der Schule des Autors in allen Unterstufenklassen mit iPads gearbeitet. Die Schule entschied sich demnach für das Betriebssystem von Apple. Das Gerät samt Zubehör (Bluetooth Tastatur und Stift) wurde vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung zur Verfügung gestellt. Seit der Einführung der iPads versuchen alle Pädagoginnen und Pädagogen die Geräte in ihrem Unterricht bestmöglich zu integrieren.

8. Im Zuge der Geräteinitiative werden auch eine bestimmte Anzahl an *digitalen Endgeräten für Lehrkräfte* der teilnehmenden Schulen bereitgestellt. Somit wird eine ausreichende Anzahl an Geräten an Schulen gewährleistet, mit welchen die Lehrpersonen ihren Unterricht führen können (vgl. BMBWF, 2020a).

Der Autor selbst nutzt das schuleigene iPad in seinem Unterricht und setzt es gezielt als digitales Unterrichtsmedium ein. Er überträgt seine themenbezogene Mitschrift mittels Apple TV und Beamer an die Leinwand, damit die Schülerinnen und Schüler den Unterricht gut verfolgen können. Außerdem lässt er Arbeitsaufträge und Übungsaufgaben am iPad erarbeiten. Zuletzt werden auch Videos, Bilder oder Quizze am Tablet des Autors häufig im Unterricht eingesetzt.

3.1.2. Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen

Um sich den Herausforderungen und dem Wandel durch die Digitalisierung im Bildungswesen stellen zu können, begann das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung bereits im Jahr 2018 einen Masterplan für Digitalisierung in der Bildung zu erarbeiten. Ziel dieses Plans ist es, die Veränderungen, welche die fortschreitende Digitalisierung mit sich bringt, flächendeckend im österreichischen Bildungssystem einzubinden und den Schülerinnen und Schülern die bestmöglichen Voraussetzungen zu bieten (vgl. BMBWF, 2018b). Der Masterplan ist dabei in drei große Teilprojekte gegliedert:

1. *Lehr- und Lerninhalte*

Eine grundlegende Überarbeitung der Lehrpläne soll die Lehr- und Lerninhalte im Bereich Digitalisierung in die neuen Lehrpläne systematisch einbinden. Außerdem wird der neue Unterrichtsgegenstand „Digitale Grundbildung“ eingeführt, welcher ein breites Grundverständnis bei Schülerinnen und Schülern für digitale Kompetenzen entwickeln soll. Der Rahmen des Gegenstandes soll dabei von der anwendungsorientierten Softwarekenntnis, über reflektierte und sichere Nutzung von digitalen Medien bis hin zu Problemlösekompetenzen reichen. Die Umsetzung des Unterrichtsfachs erfolgt je nach Schulstandort entweder mit definierten Stunden oder integrativ (vgl. BMBWF, 2018b).

An der Schule des Autors wird seit Beginn des Schuljahres 2021/22 das Unterrichtsfach „Digitale Grundbildung“ in der Unterstufe verpflichtend angeboten. In diesem setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit den grundlegenden Funktionen von digitalen Medien und speziell mit Textverarbeitungsprogrammen, Tabellenkalkulationsprogrammen oder Kommunikationsplattformen auseinander. Außerdem lernen sie in diesem Unterrichtsgegenstand mit Informationen und Daten verantwortungsvoll umzugehen und gesellschaftliche Aspekte von Digitalisierung zu analysieren und zu reflektieren.

2. *Aus-, Fort- und Weiterbildung von Pädagoginnen und Pädagogen*

Digitalisierung, neue Vermittlungsmöglichkeiten der Inhalte und die Aneignung dieser Möglichkeiten sollen in der Ausbildung sowie in Fort- und Weiterbildungen für Lehrende fest verankert werden. Ebenso sollen eine neue Erarbeitung und Anwendung von Rahmencurricula an Universitäten und Hochschulen erfolgen (vgl. BMBWF, 2018b).

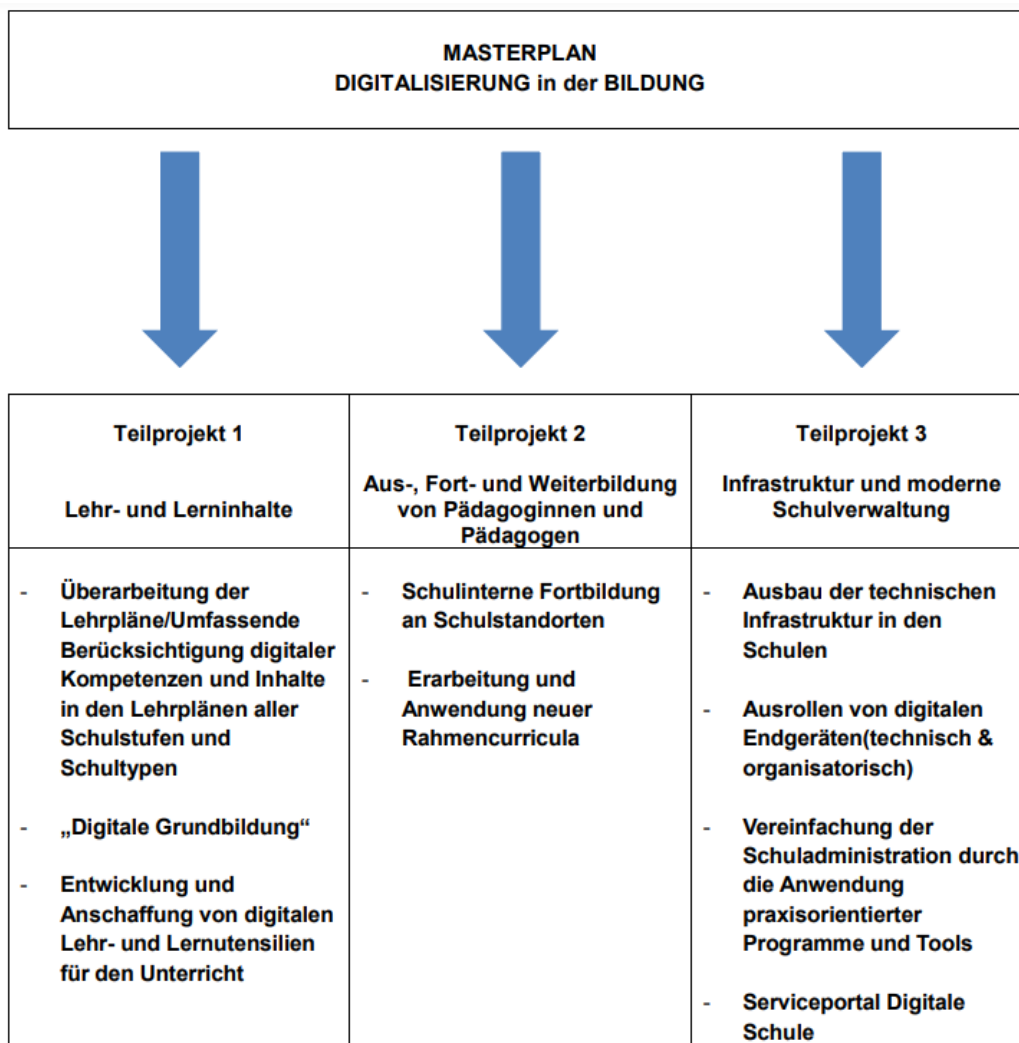
Der Autor selbst durfte in seiner Lehramtsausbildung an der Universität Wien viele Einblicke in neue Vermittlungsmöglichkeiten und Anwendungen der Digitalisierung sammeln. Beispielsweise wurden digitale Landkarten in ArcGis-Online, Geogebra Applets oder Lernvideos zu mathematischen Inhalten erstellt. Ebenso war der Autor schon selbst Teilnehmer an schulinternen Fortbildungen, beispielsweise zur Software „Microsoft OneNote“ oder zur Lern-App „Studyly“.

3. *Infrastruktur und moderne Schulverwaltung*

Eine Vereinheitlichung der Verfügbarkeit von mobilen Endgeräten und der infrastrukturellen Ausstattung soll an allen Schulen gewährleistet sein. Außerdem soll der Einsatz von digitalen Instrumenten und medialen Tools flächendeckend an Schulen erreicht werden. Zeitgemäße Anwendungen, wie beispielsweise das Serviceportal „Digitale Schule“, sollen die Schulverwaltung vereinfachen (vgl. BMBWF, 2018b).

Wie schon im Abschnitt 3.1.1. dargestellt, werden viele dieser Angebote an der Schule des Autors bereits genutzt.

Die drei Teilprojekte des Masterplans für die Digitalisierung im Bildungswesen werden in Abbildung 1 noch einmal überblicksmäßig dargestellt.



*Abb. 1: Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen
Quelle: BMBWF, 2018b*

3.2. Pädagogik-Paket

In einer immer komplexer werdenden Welt, welche sich mit rasendem Tempo verändert, werden Kinder und Jugendliche in der Schule auf ihr zukünftiges Leben vorbereitet. Im Zuge dessen steht seit Jahren der Erwerb von jenen Kompetenzen im Vordergrund, welche eine erfolgreiche Lebensgestaltung für junge Menschen gewährleisten. Genau diese Zielsetzung wird vom Pädagogik-Paket vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung seit dem Jahr 2022 verfolgt. Es sorgt für eine zeitgemäße Ausrüstung an Wissen, durch das die Schülerinnen und Schüler als eigenständig denkende und selbstständige Menschen Verantwortung für die Gesellschaft und für sich selbst übernehmen können. Dafür spielt der Aufbau von fachlichen sowie von überfachlichen Kompetenzen für Lernende eine wichtige Rolle. Ebenso werden soziale und personale Kompetenzen als zentrale Grundkompetenzen in der Gesellschaft angesehen. Des Weiteren werden durch das Pädagogik-Paket mehr Klarheit und Transparenz bei Eltern, Lernenden und Lehrkräften bezüglich der zu erreichenden Lernziele angestrebt. Insgesamt bündelt das Paket sieben wesentliche Maßnahmen, welche den kompetenzorientierten Unterricht in der Primarstufe sowie in der Sekundarstufe I und II stärken werden (vgl. BMBWF, 2022a). Nachstehend werden nun alle sieben Bestimmungen ausführlich erläutert:

1. Klare Schuleingangskriterien für alle

Bisher gab es österreichweit kein einheitliches Verfahren, um die schulischen Vorläuferfähigkeiten von Schuleinsteigerinnen und Schuleinsteigern bereits vor Schuleintritt zu erfassen. Dies änderte sich durch den Einsatz des Schuleingangsscreenings, welches ab sofort bundesweit zum Einsatz kommt. Mit Hilfe von förderorientierter Diagnostik werden jene Fähigkeiten erhoben, welche für den Schulbesuch erforderlich sein müssen. Die Reform wurde vor allem für die Kinder initiiert, um den Wechsel vom Kindergarten in die Schule so einfach wie möglich zu gestalten. Den Mehrwert dieses Systems erfahren aber auch die Eltern, die in dieser Zeit eine gute und fundierte Beratung für ihr Kind benötigen. Letztlich unterstützt das standardisierte Verfahren auch die Lehrerinnen und Lehrer, weil ihnen ein einheitlicher Rahmen zur Einschätzung des Entwicklungsstandes des Kindes gegeben wird. Nicht nur die Feststellung der Schulreife wird durch die gesetzliche Vorgabe erlangt, sondern es wird auch Rückmeldung über

potenzielle Fördermaßnahmen im Bereich sprachlicher, schriftlicher oder mathematischer Fertigkeiten gegeben. Das Schuleingangsscreening können Volksschulen seit Jänner 2020 freiwillig durchführen (vgl. BMBWF, 2022a: 9 - 10).

2. Zeitgemäße Lehrpläne in der Volksschule und der Sekundarstufe I

Lehrpläne sind der Ursprung für qualitätvollen Unterricht und daher Ausgangspunkt für die Schulentwicklung, Arbeitsinstrument für Lehrkräfte und Orientierungsmöglichkeit für Schülerinnen und Schüler sowie Eltern. Außerdem geben Lehrpläne Information über die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, die am Ende des Schuljahres vorhanden sein sollen. Sie ermöglichen also eine transparente und nachvollziehbare Kommunikation über den Unterricht und über die Leistungsbeurteilung zwischen allen am Schulgeschehen teilnehmenden Personen. Letztlich dienen Lehrpläne der Entwicklung von Unterrichtsmitteln wie beispielsweise Schulbücher und Lehrmaterialien und der Entstehung von neuen Fort- und Weiterbildungen für Lehrerinnen und Lehrer. Die Reform der Lehrpläne für Volks-, Mittelschulen und AHS-Unterstufen legt den Grundstein für einen Wandel vom lehrstofforientierten zum kompetenzorientierten Unterricht. Die neuen Lehrpläne beschreiben wesentliche Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler auf einer gewissen Schulstufe erworben haben sollten. Diese beziehen sich vorwiegend auf das Konzept der „reflexiven Grundbildung“. Das bedeutet, dass die Kompetenzen so beschrieben werden, dass sie in allen Fällen auf die Reflexionsfähigkeit der Lernenden abzielen. Seit dem Sommer 2019 wird an der Erstellung der neuen Lehrpläne gearbeitet und passende Arbeitsmittel sowie danach ausgerichtete Fortbildungen entwickelt. Seit dem Schuljahr 2023/24 wird in der ersten und fünften Schulstufe nach ihnen unterrichtet (vgl. BMBWF, 2022a: 15 - 17).

3. Kompetenzraster

Zur Präzisierung der in den neuen Lehrplänen festgelegten Kompetenzbeschreibung dient der Kompetenzraster, welcher die zu erreichenden Kompetenzen in verschiedene Anforderungsniveaus pro Schulstufe differenziert. Dazugehörige Lernaufgaben stützen diesen

Kompetenzraster und dienen für die weitere Entwicklung des Unterrichts. Sowohl der Kompetenzraster als auch die Lernaufgaben helfen der Lehrperson einerseits die Semester- bzw. Jahresplanung zu gestalten und andererseits kompetenzorientierten Unterricht zu planen. Des Weiteren kann die Lehrperson die Prozesse des Kompetenzerwerbs der Schülerinnen und Schüler transparent dokumentieren und einschätzen, in welchen Bereichen noch Fördermaßnahmen gesetzt werden müssen. Außerdem kann man sich durch den Kompetenzraster besser auf Gespräche zum Lernstand der Schülerin bzw. des Schülers vorbereiten. Der Einsatz des Rasters fördert somit Maßnahmen zur Individualisierung und Differenzierung im Unterricht. Pädagoginnen und Pädagogen der Sekundarstufe I können in den Unterrichtsfächern Englisch, Deutsch und Mathematik diese entwickelten Mindestanforderungen sowie die Kompetenzraster seit dem Schuljahr 2023/24 nutzen (vgl. BMBWF, 2022a: 19 - 20).

In Bezug auf das Unterrichtsfach Mathematik ist hierbei zu erwähnen, dass die Inhalte des Kompetenzrasters Inhalte des Lehrplans wiedergeben.

4. Die Novelle zur Leistungsbeurteilungsverordnung

Um das Schulsystem zeitgemäß zu gestalten, müssen pädagogische Instrumente, Arbeitsmaterialien und Leistungsfeststellungen aufeinander abgestimmt sein. Ordentlich ausgearbeitete Lehrpläne und eine moderne Fassung der Leistungsbeurteilung sind hierfür zentrale Elemente. Die novellierte Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO-N) gibt den rechtlichen Rahmen dafür vor. Diese baut zum einen auf die Lehrpläne auf und ermöglicht somit lernförderliche Rückmeldungen und zum anderen hält sie eine transparente Leistungsfeststellung sowie -beurteilung parat. Die novellierte LBVO soll vor allem Schülerinnen und Schüler beim Lernen unterstützen und ihnen auf transparentem Weg aufzeigen, welche Leistungen zur Beurteilung herangezogen werden und wie diese konkret zustande kommen. Für Lehrkräfte bietet die LBVO-N eine rechtliche Grundlage, die weiterhin einen gewissen Spielraum für die Anforderungen der Beurteilung in den Unterrichtsfächern zulässt (vgl. BMBWF, 2022a: 22 - 23).

Das Ziel der novellierten LBVO ist, die Leistungsbeurteilung nachvollziehbarer, konsistenter und klarer als bisher zu gestalten. Das primäre Anliegen liegt darin, aktuelle pädagogische Konzepte, vor allem das Konzept der Kompetenzorientierung, stärker zu verankern. Die veraltete LBVO soll also einerseits neu strukturiert und andererseits inhaltlich und sprachlich adaptiert werden. Folgende inhaltliche Anpassungen sind dabei vorgesehen:

1. Eine neue Definition der Beurteilungsstufen bzw. der Noten, die nach der Kompetenzorientierung ausgerichtet sind.
2. Eine neue Definition von zentralen Fachbegriffen, um ein einheitliches und eindeutiges Verständnis zu erzielen.
3. Eine beurteilungsfreie Leistungsrückmeldung, die neben der summativen Leistungsbeurteilung individuelle Lernprozesse durch konstruktives Feedback besser unterstützt.
4. Eine Formenvielfalt der Leistungsfeststellung, damit die verschiedenen Leistungspotenziale der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden.
5. Ausgleichsmaßnahmen für Lernende mit Entwicklungsstörungen und Lernende mit Förderbedarf.

Die novellierte LBVO gilt seit dem Schuljahr 2023/24 in allen Schularten (vgl. BMBWF, 2022a: 22 - 23).

5. Die individuelle Kompetenzmessung PLUS

Die individuelle Kompetenzmessung PLUS (iKM^{PLUS}) stellt ein objektives und standardisiertes Instrument für die Diagnose von zentralen Kompetenzen von Lernenden zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Sie fließt weder in die Benotung ein noch gilt sie als Aufnahmekriterium für höhere Schulen. Im Zuge dieser Messung wird österreichweit jährlich ein 45-minütiger Test zum aktuellen Lernstand in der dritten und vierten Schulstufe sowie in der siebten und achten Schulstufe durchgeführt. Dabei werden ausgewählte Kompetenzbereiche in den Gegenständen Deutsch, Mathematik und Englisch erfasst. Englisch wird ausschließlich in der siebten und achten Schulstufe erhoben. Die Ergebnisse der iKM^{PLUS} sind Momentaufnahmen von Kompetenzen, über welche die Schülerinnen und Schüler zum Zeitpunkt des Tests verfügen. Daher betrachtet man

die individuelle Kompetenzmessung als eine präventive Maßnahme, welche eine individuelle Förderung in den jeweiligen Bereichen begründet. Die schrittweise Einführung der iKM^{PLUS} erfolgte im Sommersemester 2021/22. Zusätzlich zu den Kompetenzerhebungen in fachlichen Gebieten gibt es seit dem Jahr 2023 ein Instrument für die Erhebung von überfachlichen Kompetenzen. Durch dieses werden Messungen in überfachlichen Bereichen wie beispielsweise soziale Kompetenzen, Lernmotivation und Lernmethodik vollzogen und dadurch eine ganzheitliche Förderung dieser Kompetenzen entwickelt. Für Lehrkräfte ist die iKM^{PLUS} ein nützliches Instrument, um Auskunft über jede einzelne Schülerin bzw. jeden einzelnen Schüler aus der Klasse zum Testzeitpunkt in den jeweiligen Kompetenzbereichen zu erhalten und Fördermaßnahmen zu setzen. Außerdem wird es der Schulleitung am Standort durch die Testung möglich, neue Schritte für die Schulentwicklung abzuleiten. Auch für die Schülerinnen und Schüler stellt die iKM^{PLUS} ein Hilfsmittel dar, um mit den Eltern und den Lehrpersonen über ihre momentanen Ergebnisse zu sprechen und über ihre Leistungen zu reflektieren. Seit dem Schuljahr 2023/24 ist die iKM^{PLUS} in allen Volks-, Mittelschulen und AHS-Unterstufen vollständig implementiert (vgl. BMBWF, 2022a: 25 - 28).

6. Das BBO-Tool „Deine Zukunft“

Um Jugendliche in ihrer Bildungs- und Berufsauswahl bestmöglich zu unterstützen, soll ihnen ab der siebten und achten Schulstufe durch die Bildungs- und Berufsorientierung (BBO) geholfen werden, ihren eigenen Bildungs- und Berufsweg in Selbstwahrnehmung und Eigenverantwortung zu finden. Entscheidend für diese Orientierung ist der Erwerb der sogenannten Laufbahngestaltungskompetenz, auch „Career Management Skills“ genannt. Unter diese Kompetenz fallen Reflexions- und Entscheidungsfähigkeiten, das Erkennen von Begabungen und Interessen, die Bereitschaft, eigene Ziele zu verfolgen, und Recherchefähigkeiten. Seit dem Schuljahr 2021/22 wird im verpflichteten Berufsorientierungsunterricht ein BBO-Tool in Form eines Online-Fragebogens eingesetzt, welcher die Laufbahngestaltungskompetenz, die schulischen Fächerinteressen und die Aspekte für den Schulerfolg erhebt. Durch die Erhebung können Lernende, Erziehungsberichtigte und Lehrpersonen die notwendigen Schritte für die Planung des Bildungs- bzw. des Berufsweges einleiten. Das BBO-Tool zielt jedoch nicht auf eine konkrete Empfehlung für eine Schul- bzw. Berufswahl ab und ersetzt auch nicht die einzelnen

Initiativen wie beispielweise den „Talentecheck“ in den Bundesländern. Es dient lediglich als Ergänzung für diesen Prozess. Seit dem Schuljahr 2021/22 wird das BBO-Tool an Schulen flächendeckend in der siebten und achten Schulstufe angeboten (vgl. BMBWF, 2022a: 31 - 32).

7. Bildungspflicht

Werden zentrale Fertigkeiten wie zum Beispiel Lesen oder Rechnen nach Absolvierung der Schulpflicht von einer Schülerin oder einem Schüler nicht vollständig erworben, so spricht man in diesem Zusammenhang von „Bildungsarmut“. Die Gründe und Ursachen für Bildungsarmut sind dabei vielfältig. Es ist jedoch unumstritten, dass sie zu wenig Freude, zu Selbstzweifel und zu Demotivation an der erlernten Tätigkeit bei einzelnen Personen führt und dies wiederum ein vorzeitiges Beenden einer Berufslaufbahn oder eines Arbeitsverhältnisses bedeuten kann (vgl. BMBWF, 2022a: 34).

„Seitens der beratenden ExpertInnen wird berichtet, dass Personen mit Pflichtschulabschluss besonders von Selbstzweifel bezüglich einer Aus- und Weiterbildung betroffen sind. Begründet wird dies mit negativen Schul- und Ausbildungserfahrungen. Umso wichtiger sei das Aufzeigen eines konkreten Nutzens, der die negativen Erfahrungen überwiegen könnte. Eine entsprechende Lernmotivation durch erste kleine positive Lernerfahrungen bzw. Lernerfolge zu steigern wird als wesentlich gesehen, um (wieder) eine Bereitschaft für das ‚Lernen zu lernen‘ zu entwickeln, zu aktivieren und die Motivation des Durchhaltens zu fördern.“ (Lachmayr et al., 2016: 51)

Durch die im Pädagogik-Paket verankerte Bildungspflicht möchte das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung präventive und langfristige Maßnahmen auf solch eine Entwicklung vornehmen. Der Unterschied zwischen Schul- und Bildungspflicht ist, dass diese nicht nach neun Schuljahren beendet ist. Die Bildungspflicht ist dann erfüllt, wenn eine Lernende oder ein Lernender alle grundlegenden Kompetenzen in den Bereichen Mathematik, Englisch und Deutsch für weitere Ausbildungen und Berufswege erworben hat. Durch ein Abschlusscreening am Ende der achten Schulstufe soll künftig die Erfüllung der Bildungspflicht festgestellt werden. Hat eine Schülerin bzw. ein Schüler diese noch nicht erfüllt, kann das letzte schulpflichtige Jahr für gezielte Förderungen genutzt werden. Durch die Bildungspflicht wird eine kostenlose Möglichkeit geboten, wichtige Fähigkeiten auch nach dem Ende der allgemeinen Schulpflicht im

institutionellen Rahmen zu erlangen. Das Angebot gilt jedoch längstens bis zur Vollendung des 18. Lebensjahres. Umgesetzt wurde die Bildungspflicht erstmals im Schuljahr 2023/24, welche zunächst als Pilotprojekt erfolgte (vgl. BMBWF, 2022a: 34 - 37).

3.2.1. Lehrpläne NEU

Wie bereits erwähnt (Punkt 2. auf S. 19), sind Lehrpläne als wichtige Grundlage für den Unterricht anzusehen. Aus diesem Grund ist es wesentlich, dass sie den Anforderungen einer veränderten Welt gerecht werden und auf diejenigen Kompetenzen abzielen, die für eine Welt von morgen zentral sind. Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung strebt daher seit dem Frühjahr 2019 an, neue Lehrpläne für die Primar- und Sekundarstufe I zu entwickeln und österreichische Schulen damit zukunftsweisend zu formen. Der Fokus der Lehrpläne liegt dabei gleichermaßen auf dem Erwerb von fachlichen und überfachlichen Kompetenzen. Einen höheren Stellenwert bekommen vor allem soziale und personale Kompetenzen sowie Nachhaltigkeit, Umweltbildung und digitale Kompetenzen. Bei der Gestaltung des Unterrichts durch die neuen Lehrpläne steht vor allem die Stärkung der Schülerinnen und Schüler sowohl im Umgang mit Informationen, Daten, Technologie und Medien als auch die Handhabung mit digitaler/virtueller und persönlicher Kommunikation im Vordergrund. Des Weiteren soll in heterogenen Lerngruppen interagiert und der Umgang mit Diversität gestärkt werden. Auch die Innovationsfähigkeit und die Kreativität sowie der Aufbau von Problemlösefähigkeiten stehen im Zentrum der neuen Lehrpläne. Letztendlich soll der Unterricht mit den neuen Lehrplänen zu Anregungen für kritisches und analytisches Denken sowie zu selbstständigem Arbeiten, zu höherer Motivation, zu Flexibilität und zu Resilienz führen (vgl. BMBWF, 2022b).

In den neuen Lehrplänen sind folgende zentrale Neuerungen enthalten:

- Der Fokus liegt auf der Entwicklung jener Kompetenzen, welche für eine erfolgreiche und selbstständige Lebensgestaltung erforderlich sind.
- Eine bessere Abstimmung bezüglich der Struktur und der Inhalte sorgt für einen begreiflicheren Aufbau überfachlicher Kompetenzen, für eine präzisere Vermittlung

übergreifender Themengebiete und für einen leichteren Übergang von der Primar- in die Sekundarstufe I.

- Die Zusammenarbeit von Lehrkräften wird über Fachgrenzen hinaus angeregt.
- Schülerinnen und Schüler, Eltern und Lehrpersonen erhalten Auskunft und Orientierung über die bis zum Ende des Schuljahres zu erlernenden Kompetenzen.
- Mehr Freiräume für einen zukunftsorientierten und zeitgemäßen Unterricht werden durch die Fokussierung auf das Wesentliche geboten (vgl. BMBWF, 2022a).

Der neue Lehrplan trat in den ersten Klassen der Volks-, Mittelschulen und der AHS-Unterstufe mit dem Schuljahr 2023/24 aufsteigend in Kraft. Für den Unterrichtsgegenstand Mathematik sind alle Lehrwerke für die fünfte Schulstufe, welche in der Schulbuchliste 2023/24 verzeichnet sind, auf diesen neuen Lehrplan hin ausgerichtet. In der Sekundarstufe I sind drei wesentliche Änderungen im Lehrplan vorgenommen worden:

1. Die inhaltlichen Kompetenzbereiche (damals Inhaltsbereiche) werden im neuen Kompetenzmodell mit vier Prozessen (damals Handlungsbereiche) verschränkt.
2. Zum fixen Bestandteil des Unterrichts in Mathematik wird ab der ersten Klasse der Technologieeinsatz.
3. Für die Unterstützung zur Vernetzung von mathematischen Inhalten gibt es in den Schulbüchern Kennzeichnungen und Abbildung für fächerübergreifende Themengebiete.

Die Lehrwerke für den Mathematikunterricht zum neuen Lehrplan sind beispielsweise im Verlag öbv „Das ist Mathematik“, „Lösungswege Sekundarstufe I“, „Mathematik verstehen Unterstufe“ und „Schritt für Schritt Mathematik“. Als Zusatzangebot zu allen Lehrwerken kann die interaktive Lern-App „Studyly“ kostengünstig erworben werden, welche im Kapitel 5 genauer vorgestellt wird (vgl. öbv, 2023a).

3.2.2. Neuer Lehrplan der AHS-Unterstufe in Mathematik

Die neuen Unterstufen-Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsfächer (= Fachlehrpläne) unterteilen sich in Österreich jeweils in die Abschnitte „Bildungs- und Lehraufgabe“, „Kompetenzmodell“, „zentrale fachliche Konzepte“, „didaktische Grundsätze“, „Kompetenzbereiche“ und „Anwendungsbereiche, Lehrstoff“ (vgl. BMBWF, 2023a: 1). In weiterer Folge wird nun der Lehrplan der AHS-Unterstufe in Mathematik nach zentralen Elementen für digitalen Unterricht analysiert und wesentliche Eckpunkte beschrieben.

Im ersten Abschnitt „Bildungs- und Lehraufgabe“ wird deutlich vorgeschrieben, dass digitale Technologien schon ab dem Beginn der Sekundarstufe I genutzt werden sollen. Insbesondere sollen diese als Unterstützung des Kompetenzerwerbs, zum entdeckenden Arbeiten und als Medium zum Rechnen, Kontrollieren und Darstellen dienen. Im zweiten Abschnitt „Kompetenzmodell“ und im dritten Abschnitt „Zentrale fachliche Konzepte“ wird der Einsatz von Technologie nicht explizit erwähnt (vgl. BMBWF, 2023a: 74 - 75).

Im vierten Abschnitt „Didaktische Grundsätze“ sind zwei zentrale Absätze zum Arbeiten mit digitaler Technologie angeführt. Im ersten Absatz wird erwähnt, dass die Balance zwischen der Ausbildung von grundlegenden kognitiven Fähigkeiten bzw. manuell-operativen Fertigkeiten und der Nutzung von digitaler Technologie im Mathematikunterricht herausfordernd ist und in gutem Einklang miteinander gebracht werden muss. Des Weiteren ist das große Potenzial des Berechnens, Darstellens und Untersuchens durch digitale Technologie in einem zeitgemäßen Schulunterricht genauso unverzichtbar wie grundlegende Fertigkeiten für einen verständigen Blick in mathematische Zusammenhänge und Strukturen. Beide Aspekte stellen daher wesentliche Eigenschaften für einen sinnstiftenden Mathematikunterricht dar. Außerdem gehören zu den anzustrebenden Fähigkeiten das flexible und sichere Kopfrechnen, durch welches man mittels Überschlagsrechnungen und entsprechenden Rundungen Ergebnisse abschätzen kann. Im zweiten Absatz wird noch einmal auf den Einsatz von digitaler Technologie ab dem Beginn der Sekundarstufe I hingewiesen. Diesbezüglich werden Tabellenkalkulationsprogramme, Taschenrechner, dynamische Geometrie-Software, Grafikrechner und interaktive Übungen als Unterstützung des Kompetenzerwerbs, für das produktive Üben, als Darstellungs- und

Veranschaulichungsmöglichkeit, für eine Überprüfung von Ergebnissen, für Entdeckungen von Gesetzmäßigkeiten und als Rechenhilfen konkret angeführt. Zuletzt wird in diesem Abschnitt erwähnt, dass der Technologieeinsatz im Mathematikunterricht besonderes Potenzial bei unterschiedlichen Unterrichtsformen wie Einzelarbeit, Gruppenarbeit, projektorientiertem Unterricht und entdeckendem Lernen habe (vgl. BMBWF, 2023a: 76).

Im fünften Abschnitt „Kompetenzbereiche“ werden die jeweiligen Kompetenzbeschreibungen nur kurz und knapp angeführt. Aus diesem Grund wird hierbei der Einsatz von Technologie nicht explizit erwähnt. Im sechsten Abschnitt „Anwendungsbereiche, Lehrstoff“ werden diese Beschreibungen anschließend durch Inhalte und Handlungen anhand des Lehrstoffs präzisiert. Gleich zu Beginn einer jeden Klasse steht geschrieben, dass am Ende der Präzisierung der Kompetenzbeschreibungen Vorschläge für technologischen Einsatz aller Kompetenzbereiche abgegeben werden. Diese werden nachstehend aufgelistet:

1. Klasse:

- *„Überprüfen von Rechenergebnissen bzw. Lösungen*
- *Experimentieren mit Rechenoperationen, Gleichungen und Formeln, zB Untersuchen, wie sich Veränderungen von Operanden auf Rechenergebnisse auswirken*
- *Vergleichen verschiedener Lösungsstrategien*
- *Darstellen grundlegender geometrischer Objekte*
- *Lösen von Konstruktionsaufgaben in der Ebene*
- *Erstellen und Interpretieren verschiedener Ansichten von Körpern, die aus Quadern bestehen*
- *Sammeln, Ordnen und Darstellen von Daten*
- *Untersuchen, wie sich Veränderungen von Daten auf den arithmetischen Mittelwert und den Median auswirken“ (BMBWF, 2023a: 81)*

2. Klasse:

- *„Überprüfen von Rechenergebnissen bzw. Lösungen*
- *Experimentieren mit Rechenoperationen, Termen, Gleichungen und Formeln*

- *Vergleichen verschiedener Lösungsstrategien*
- *Untersuchen von Teilbarkeitsaussagen und Experimentieren mit Primfaktorzerlegungen*
- *Verwenden von Formeln in einem Tabellenkalkulationsprogramm*
- *Darstellen von Figuren im Koordinatensystem; Messen von Längen, Winkeln und Flächeninhalten*
- *Konstruieren zueinander kongruenter Figuren durch Spiegelung, Drehung und Schiebung*
- *Entdecken und Veranschaulichen geometrischer Zusammenhänge (zB Satz von Thales)*
- *konstruktives Lösen von Vermessungsaufgaben*
- *Entdecken und Überprüfen von Eigenschaften besonderer Punkte im Dreieck; Konstruieren solcher Punkte*
- *Berechnen und Darstellen von Häufigkeiten und relativen Anteilen“ (BMBWF, 2023a: 84)*

3. Klasse:

- *„Überprüfen von Rechenergebnissen bzw. Lösungen*
- *Experimentieren mit Rechenoperationen, Termen, Gleichungen und Formeln*
- *Vergleichen verschiedener Lösungsstrategien*
- *näherungsweise Lösen von Umkehraufgaben, zB mit einem Tabellenkalkulationsprogramm*
- *Darstellen von Proportionalitäten in Tabellen und Diagrammen*
- *Darstellen und Untersuchen von Wachstums- und Abnahmeprozessen, zB mit einem Tabellenkalkulationsprogramm*
- *zentrisches Vergrößern bzw. Verkleinern von Figuren*
- *Erstellen allgemeiner und spezieller Ansichten von Körpern, die aus Prismen und Pyramiden bestehen*
- *Untersuchen, wie sich Längenänderungen auf Flächen- bzw. Rauminhalte auswirken*
- *Darstellen von Häufigkeitsverteilungen in Tabellen und durch verschiedene Diagramme*
- *Experimentieren mit Simulationen von Zufallsexperimenten“ (BMBWF, 2023a: 86)*

4. Klasse:

- *„Überprüfen von Rechenergebnissen bzw. Lösungen*
- *Experimentieren mit Rechenoperationen, Termen, Gleichungen und Formeln*
- *Vergleichen verschiedener Lösungsstrategien*
- *näherungsweise Lösen von Umkehraufgaben, zB mit einem Tabellenkalkulationsprogramm*
- *grafisches und rechnerisches Lösen linearer Gleichungssysteme*
- *Arbeiten mit interaktiven Visualisierungen bei der Begründung des pythagoräischen Lehrsatzes*
- *Untersuchen, wie sich Längenänderungen auf Umfänge, Flächen- bzw. Rauminhalte auswirken*
- *Erstellen bzw. Ergänzen von Kreuztabellen in einem Tabellenkalkulationsprogramm*
- *Experimentieren mit Simulationen von Zufallsexperimenten“ (BMBWF, 2023a: 88)*

Wie man sieht, ist der Einsatz von Technologie durch elektronische bzw. digitale Hilfsmitteln im neuen Lehrplan der AHS-Unterstufe in Mathematik verankert. Bei den didaktischen Grundsätzen werden konkrete Technologien wie Taschenrechner, Grafikrechner, Tabellenkalkulationsprogramme, Dynamische Geometrie-Software und interaktive Übungen für den Unterricht angegeben. Auf ein konkretes digitales Medium wie beispielweise den Computer, das Tablet oder das Smartphone wird allerdings nicht hingewiesen. Des Weiteren werden bei den Anwendungsbereichen bzw. bei der Präzisierung der Kompetenzbeschreibungen Vorschläge für einen konkreten Einsatz von digitaler Technologie angegeben. Diesbezüglich steht immer zu Beginn der jeweiligen Klasse, dass diese Vorschläge erst im Anschluss der Kompetenzbeschreibungen aufgelistet werden. Diese Vorgehensweise erweist sich als ungünstig, da man als Leserin oder Leser glauben könnte, dass diese Vorschläge nur für den Kompetenzbereich 4 „Daten und Zufall“ gelten würden. Besser wäre es entweder diese Vorschläge in jedem Kompetenzbereich im Anschluss abzugeben oder einen eigenen Abschnitt für den Einsatz digitaler Technologie anzuführen, damit die Übersicht für die Leserin oder für den Leser bewahrt wird. Zuletzt wird im neuen Lehrplan zwar der Einsatz von digitaler Technologie vorgeschrieben, jedoch wird immer noch viel Spielraum für eine Verwendung solcher Hilfsmittel

für die Lehrperson im Unterricht gelassen. Die Vorschläge zeigen der Lehrkraft allerdings, in welchen mathematischen Bereichen der Technologieeinsatz sinnvoll genutzt werden kann. Aus diesem Grund wurde in Bezug auf die Integration digitaler Medien und technischer Tools im Lehrplan eine wesentliche Erneuerung und ein wichtiger Fortschritt erzielt.

4. Digitale Medien und Werkzeuge für den Mathematikunterricht

Der Begriff „Medium“ lässt sich vom lateinischen Wort „medium“ ableiten und meint „Mitte“ oder „Mittelpunkt“. Ein Medium im Mathematikunterricht dient daher einerseits, mathematische Verfahren, Begriffe und Sätze zu vermitteln, und andererseits, das Lehren und Lernen allgemein zu unterstützen. Des Weiteren soll es den Verstehensprozess sowie das Entdecken von mathematischen Zusammenhängen bei Schülerinnen und Schülern fördern. Der Medienbegriff kann sehr weit gefasst werden, indem unter ihm schon Mimik, Gestik, Sprache, Computer oder Papier verstanden werden. Im Hinblick auf das Lehren und Lernen steht dem aber auch eine engere Ansicht von Medien gegenüber. Unter diese fallen technische Unterrichtsmedien wie beispielsweise Geodreiecke, Lineale, Beamer, Computer, Zirkeln oder interaktive Whiteboards. Diese technischen Medien werden wiederum in digitale und traditionelle Medien unterteilt (vgl. Schmidt-Thieme & Weigand, 2015: 461). *„Digitale Medien sind dann solche Medien, die Informationen mit Hilfe elektronischer Geräte digital speichern oder übertragen und in bildhafter oder symbolischer Darstellung wiedergeben.“* (Pallack, 2018: 28)

Zu den digitalen Medien gehören grundsätzlich Computer, digitale Bücher, Taschenrechner, Computerprogramme und Präsentationsmedien wie Beamer oder interaktive Tafeln. Im Gegensatz zu traditionellen Medien, wie Schulbücher oder Arbeitsblätter, ermöglichen digitale Medien das schnelle Erzeugen, Verändern und Dynamisieren von Darstellungen. Außerdem können unterschiedliche Darstellungsformen beinahe gleichzeitig erzeugt und miteinander verknüpft werden, woraufhin Wechselwirkungen zwischen ihnen dynamisch erlebt und verfolgt werden können. Dies führt wiederum zu einer Veränderung der typischen Arbeitsweise im Mathematikunterricht wie beispielsweise beim Umgang mit Tabellen, Graphen, Symbolen oder Lineal und Zirkel. Das mathematische Arbeiten verlagert sich also vom eigenständigen Rechnen, Konstruieren von Figuren und Termumformung hin zum Angeben von Zieloperationen, Darstellen von Ausgangssituationen und Interpretieren von Ergebnissen (vgl. Schmidt-Thieme & Weigand, 2015: 469 - 470). Im Zuge von digitalen Medien im Mathematikunterricht wird nun auf ein digitales Werkzeug eingegangen, welches in den vergangenen Jahren immer größere Relevanz im Schulfach Mathematik erhalten hat.

4.1. Apps

Die Abkürzung „App“ steht für die englische Bezeichnung „Application Software“ und meint ein Computerprogramm bzw. eine Anwendungssoftware mit unterschiedlichen, ausführbaren Funktionen. Ein solches Programm besitzt jedoch keine systemtechnische Funktionalität, was bedeutet, dass ein (Betriebs-)System auch ohne dieses Programm ordnungsgemäß arbeiten kann. Aufgrund dessen werden Apps als „Zusatzprogramme“ angesehen. Oft wird der App-Begriff von den meisten Nutzerinnen und Nutzern als mobile Applikation, welche nur auf Tablets und Smartphones ausgeführt werden kann, eingeschränkt. Allerdings ist dies nur bedingt richtig, weil auch eine Vielzahl an Apps für den Computer existieren. Apps richten sich zumeist an eine bestimmte Zielgruppe. Durch Apps werden Endgeräte an die jeweiligen Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer angepasst. Für mobile Geräte, wie beispielweise Tablets, Smartphones oder Smartwatches, existieren inzwischen über eine Million Apps, welche in App-Stores gratis oder kostenpflichtig auf die angegebenen Geräte heruntergeladen werden können. Dabei erstreckt sich das App-Angebot von digitalen Werkzeugen bis hin zu Business-Ratgebern oder unterhaltsamen Spielen (vgl. Moßmann, 2021). Als mathematisches Beispiel soll die App „MatheArena Classic“¹ (Abbildung 2) kurz vorgestellt werden. Durch spielerisches Lernen können Schülerinnen und Schüler sowie Studierende ihre mathematischen Lernfortschritte vorantreiben. In insgesamt 20 verschiedenen mathematischen Themengebieten werden Jugendliche mit Feedback, Minigames und einem Belohnungssystem motiviert, sich mit den jeweiligen Inhalten auseinanderzusetzen (vgl. Straub, 2021). In den Abbildungen 3 und 4 werden die verschiedenen mathematischen Themengebiete, eine Beispielaufgabe zu Gleichungen und das Belohnungssystem dargestellt.



*Abb. 2: MatheArena Classic – Logo
Quelle: app.mathearena.com*

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=at.math.arena&hl=de>

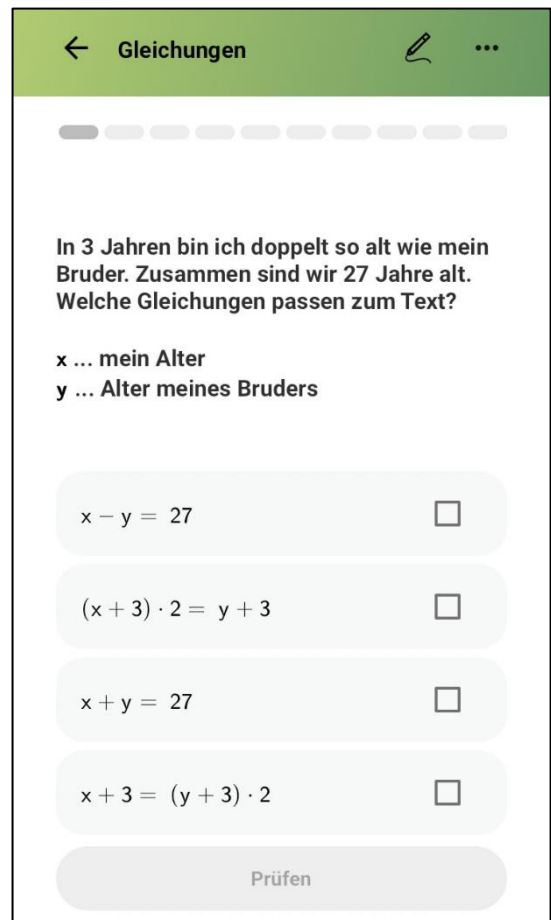
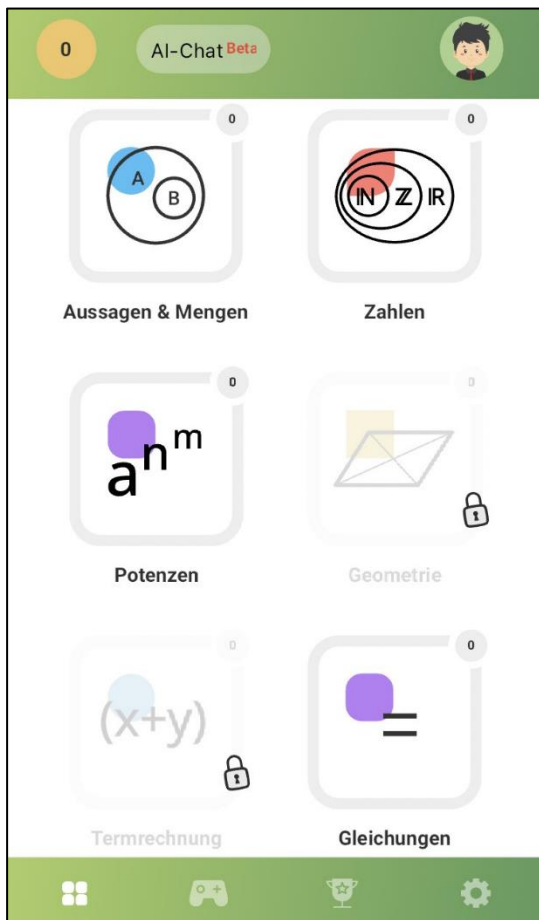


Abb. 3: MatheArena Classic – mathematische Themengebiete und Beispielaufgabe zu Gleichungen
Quelle: app.mathearena.com

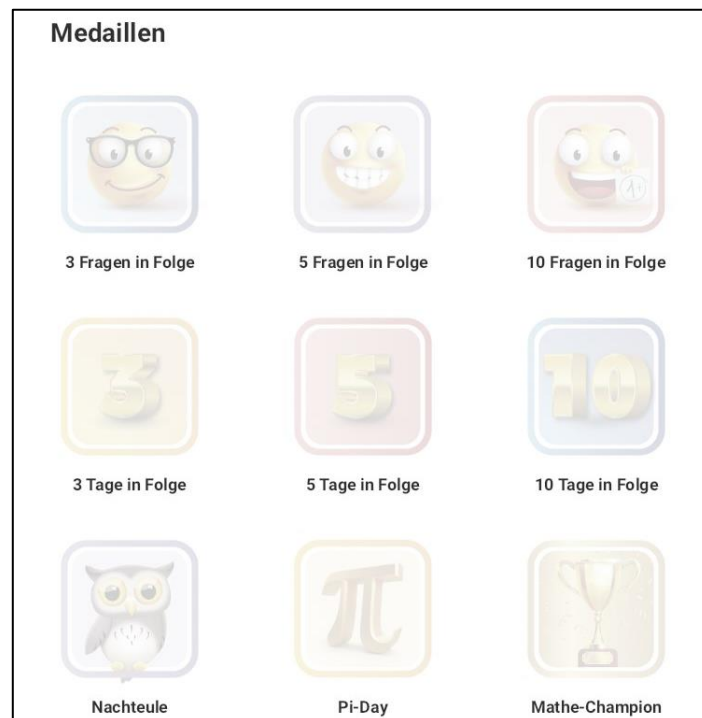


Abb. 4: MatheArena Classic – Belohnungssystem
Quelle: app.mathearena.com

4.2. Gründe für den Einsatz von Apps im Mathematikunterricht

Apps auf Smartphones und Tablets haben sich im Alltag vieler Menschen als wertvolles Hilfsmittel erwiesen. Warum sollte man diese also nicht auch in der Schule gezielt im Unterricht einsetzen? In diesem Abschnitt sollen zunächst Gründe und Vorteile von Apps im Allgemeinen und danach speziell für den Mathematikunterricht aufgezeigt und beschrieben werden.

Zunächst können Apps als mächtige Lern- und Motivationshilfen genutzt werden (vgl. Scheidl, 2015: 66). *„Schließlich erlaubt Digitale Bildung eine Variabilisierung des Lerntempos. Diese ermöglicht es ebenfalls, die Motivation hochzuhalten.“* (Fürst, 2020: 310) *„Wenn die Lehrkräfte digitale Medien und Arbeitsgeräte einsetzen, dann geschieht das häufig aus dem Wunsch heraus, den Unterricht spannender und abwechslungsreicher zu gestalten, und so die Motivation der Schüler zu steigern.“* (Massmann & Hofstetter, 2020: 209) Des Weiteren bieten Apps im Vergleich zu veralteten und isolierten Computersälen einen räumlich und zeitlich flexiblen sowie individualisierten Zugang zur gegenwärtigen und modernen Welt der Informations- und Kommunikationstechnologie. Apps stehen in ihrer Form sowohl in Klassenräumen als auch außerhalb der Unterrichtszeit ständig und im vollen Umfang zur Verfügung. Somit ist ein mobiler und ubiquitärer Einsatz von Apps möglich. Aus diesem Grund ermöglichen sie auch neue methodische Lernszenarien wie beispielsweise die Methode „flipped classroom“ (vgl. Scheidl, 2015: 66). *„The flipped classroom is a new pedagogical method, which employs asynchronous video lectures and practice problems as homework, and active, group-based problem solving activities in the classroom.“* (Bishop & Verleger, 2013: 2)

Apps weisen in ihrer Alltags-, Aktivierungs-, Aktualitäts- und Schüler- bzw. Schülerinnenorientierung einen hohen didaktischen Mehrwert auf. Im Unterricht beginnen die Lernenden sich kritisch und aktiv mit wichtigen Medien ihres alltäglichen Lebens auseinanderzusetzen. Dieser Lernprozess fängt nicht nur beim Kennenlernen an, sondern setzt sich über das Verstehen, Analysieren, Anwenden und Bewerten des jeweiligen Produkts fort. Apps bereiten also sowohl auf die Kompetenzorientierung der Schülerinnen und Schüler für die zentrale Reifeprüfung als auch – und dies wird als noch viel wichtiger erachtet – auf einen

reflektierten Umgang mit alltäglichen und modernen Medienprodukten vor (vgl. Scheidl, 2015: 66 - 67).

Gründe für einen sinnvollen Einsatz von Tablets und Apps lassen sich auch speziell für den Mathematikunterricht wiedergeben. Die inhaltlichen Rahmenbedingungen dafür spiegelt der aktuelle Lehrplan des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung wider, welcher in Abschnitt 3.2.2. vorgestellt wurde. Die beiden Themen Dreieckskonstruktionen und die Konstruktion spezieller Punkte im Dreieck stellen beispielsweise Inhalte in der Mathematik dar, welche prädestiniert für den Einsatz von dynamischer Geometriesoftware sind. Hierbei kann den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten werden, selbst aktiv zu werden und dadurch geometrische Einsichten zu gewinnen. Mit der bekannten Mathematiksoftware „GeoGebra“ können die genannten Themen durch Schieberegler einfach und Schritt für Schritt in Erfahrung gebracht werden. Die Vorteile dieses Tools sind vor allem, dass jede Schülerin und jeder Schüler einerseits die Erarbeitungsschritte im individuellen Tempo durchführen und andererseits einzelne Funktionen immer wieder abrufen kann. Im Gegensatz zu den Konstruktionen auf Papier können die einzelnen Konstruktionsschritte zu einem späteren Zeitpunkt immer wieder nachvollzogen oder auch an einem veränderten Dreieck (Zugmodus) studiert werden (vgl. Schranz, o. J.: 2). Beispielhaft sieht man in Abbildung 5 ein Dreieck mit eingezeichnetem Schwerpunkt und in Abbildung 6 dasselbe Dreieck, welches durch Ziehen am Eckpunkt B verschoben wurde. Der Schwerpunkt des Dreiecks veränderte sich durch den Zugprozess ebenfalls, wie man in Abbildung 6 deutlich erkennen kann.

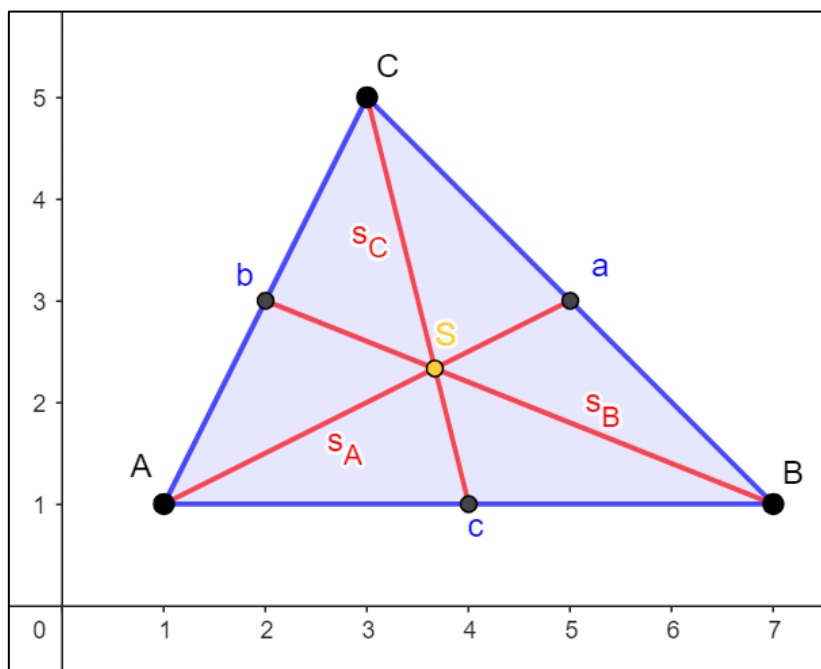


Abb. 5: Konstruktion eines Dreiecks und des Schwerpunkts in GeoGebra
 Quelle: eigene Darstellung in GeoGebra

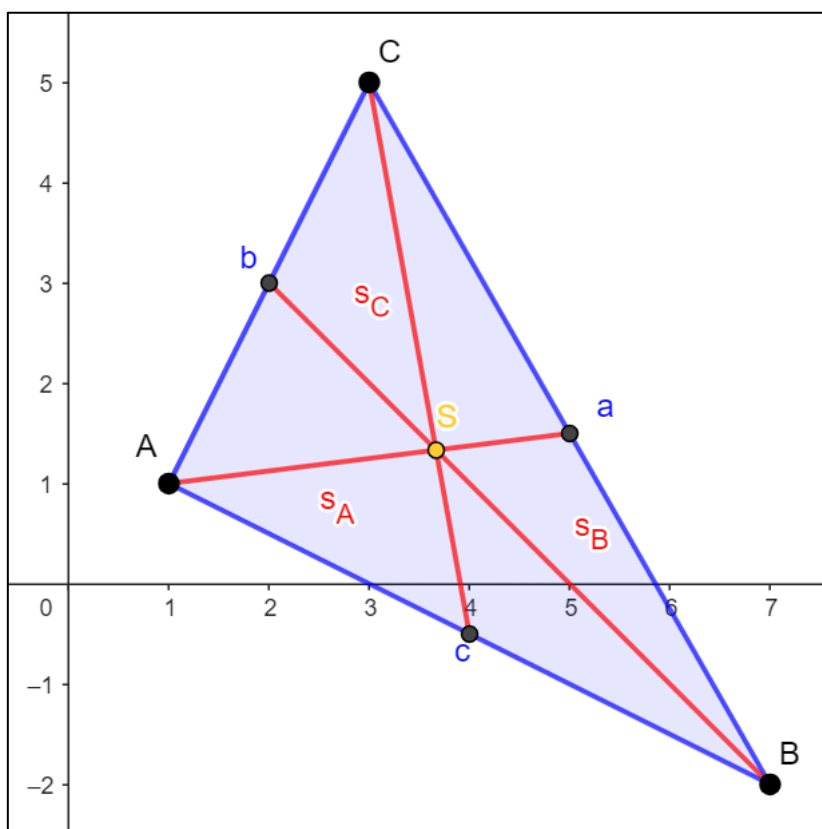
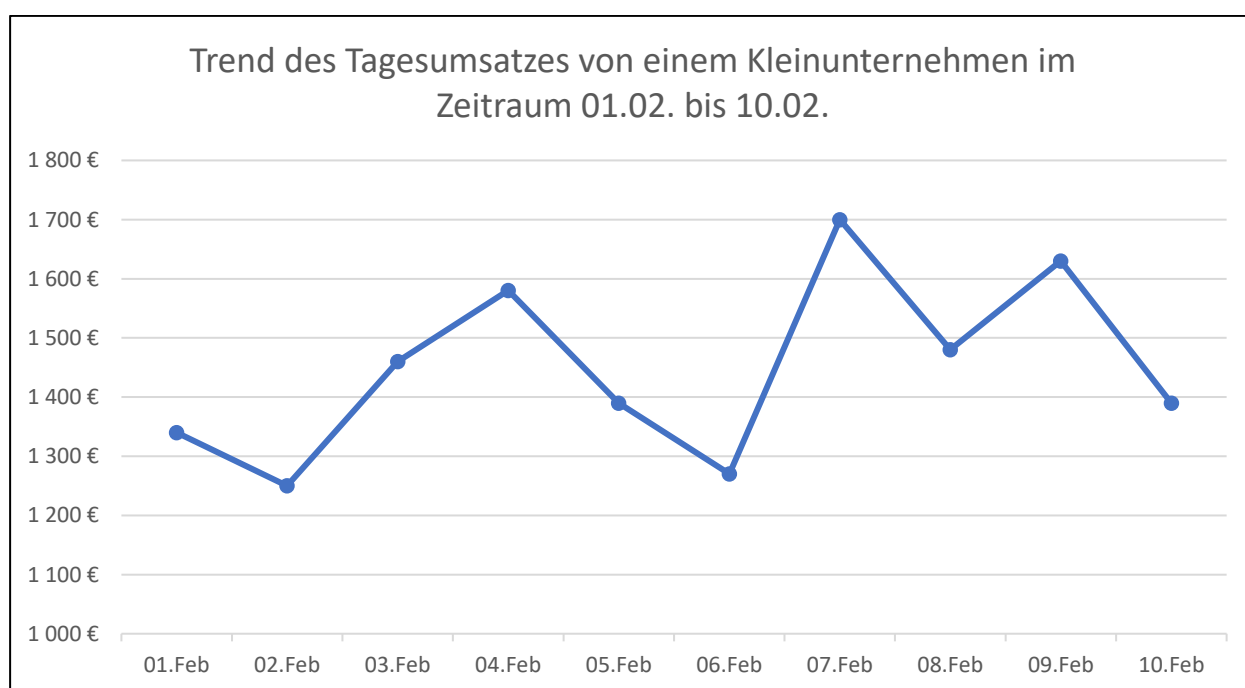


Abb. 6: Verändertes Dreieck & veränderte Position des Schwerpunkts durch den Zugmodus
 Quelle: eigene Darstellung in GeoGebra

Des Weiteren bietet der Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms bei Themengebieten der Statistik viele Erkenntnismöglichkeiten bei Schülerinnen und Schülern. Mittels Kalkulations-Apps können statistische Kennzahlen wie das arithmetische Mittel, der Median, das Maximum oder das Minimum einer Datenreihe schnell und präzise berechnet werden. Aufgrund des Technologieeinsatzes werden operative Rechenarbeiten ausgelagert, weshalb mehr Zeit für Interpretationen und für die Eigenschaften der statistischen Kennzahlen bleibt. Außerdem bieten Kalkulationsprogramme immer eine Vielzahl an graphischen Darstellungsmöglichkeiten wie Säulen- oder Kreisdiagramme für Daten an. Dabei ist es für Schülerinnen und Schüler wichtig zu erkennen, welche Darstellungsarten im gegebenen Fall sinnvoll sind und welche nicht (vgl. Schranz, o. J.: 4). Beispielsweise sollten Lernende für einen Verlauf oder einen Trend über einen gewissen Zeitraum ein Liniendiagramm und kein Kreisdiagramm zur Veranschaulichung der Daten heranziehen. In Abbildung 7 ist exemplarisch der Trend des Tagesumsatzes von einem Kleinunternehmen im Zeitraum 01.02. bis 10.02. durch ein Liniendiagramm dargestellt.



*Abb. 7: Trend des Tagesumsatzes eines Kleinunternehmens im Zeitraum 01.02. bis 10.02.
Quelle: eigene Darstellung in Excel*

Ein weiterer Vorteil von Tablets und Apps ist die Multifunktionalität der Geräte und Software. Während früher mehrere Materialien im Mathematikunterricht benötigt wurden, sind heutzutage bereits viele von ihnen am Tablet integriert, wie beispielsweise der Taschenrechner, das Schulheft, das Schulbuch, der Zirkel oder das Geodreieck. Vor allem bei Aufgaben, welche ein tieferes Verständnis benötigen, sollten keine operativen Tätigkeiten, wie zum Beispiel das Multiplizieren, im Vordergrund stehen. Aufgrund der Integration des Taschenrechners am Tablet können kognitive Leistungen beim Verständnis von Aufgabenstellungen besser abgerufen werden. Solche kognitiven Fähigkeiten können wiederum durch eine Vielzahl an weiteren Apps, welche das logische Denken, die geometrische Vorstellungskraft oder das Kopfrechnen fördern, trainiert werden (vgl. Schranz, 2015: 9).

4.3. Probleme und Schwierigkeiten beim Einsatz von Apps im Mathematikunterricht

Wo es Vorteile bzw. Gründe gibt, die für einen Einsatz von Apps im Schulunterricht sprechen, gibt es selbstverständlich auch Nachteile bzw. Schwierigkeiten und Probleme, welche Apps auf Smartphones und Tablets mit sich bringen.

Vorweg ist es wichtig, dass jede Schülerin und jeder Schüler einer Klasse dasselbe digitale Endgerät mit einheitlichem Betriebssystem besitzt, da sich selbst gleiche Apps auf verschiedenen Betriebssystemen unterschiedlich bedienen lassen können. Diese technische Heterogenität würde Lehrkräfte im Unterricht vor massive Herausforderungen beim Überblick über die Vielfalt an Apps stellen. Des Weiteren sollten Apps mit Textverarbeitungs-, Tabellen-, Präsentationsfunktionen oder Bild- und Videoverarbeitungen nur auf Geräten mit einer großen Bildschirmdarstellung verwendet werden, da sonst Texte und Darstellungen sehr klein und trotz einer hohen Auflösung schlecht lesbar erscheinen können. Ein Problem, welches mitunter für die Einschränkung der Arbeit mit Apps verantwortlich ist, ist die Tatsache, dass es teilweise immer noch an permanenten Internetzugängen vor allem in privaten Haushalten fehlt (vgl. Scheidl, 2015: 67). „Im Jahr 2023 waren 95 Prozent aller Haushalte in Österreich mit einem Internetanschluss ausgestattet.“ (Statista Research Department, 2023)

Ein weiteres Risiko bei der häufigen Nutzung von Apps durch Schülerinnen und Schüler stellt die Schaffung von Abhängigkeiten dar, sowohl solche technischer Art wie Internet- und Stromverbindungen als auch solche menschlicher Natur wie Missbrauch, Suchtverhalten und verminderte Selbstständigkeit. Immer wieder hören Lehrerinnen und Lehrer von missbräuchlichen Verwendungen durch Apps, wodurch Cyber-Mobbing, Phishing oder Überwachung möglich werden (vgl. Scheidl, 2015: 67). Beispielweise war es vor einigen Jahren bei Jugendlichen angesagt, über die App „Tellonym“ anonyme Nachrichten an Freunde und Bekannte zu schicken. Wie auch bei vielen anderen sozialen Medien traten auch bei dieser App oft Formen von Cyber-Mobbing auf (vgl. Miller, 2019). Diesen Gefahren können ausschließlich durch die kritische und reflektierte Auseinandersetzung mit Medien im Unterricht begegnet werden (vgl. Scheidl, 2015: 67).

Das Hauptargument gegen den Einsatz von elektronischen Geräten und Apps im schulischen Kontext liegt allerdings in ihrem Stör- und Ablenkungspotenzial. Oft können Schülerinnen und Schüler den vielfältigen Versuchungen der Technik und vor allem des Internets schwer widerstehen und driften zu beliebten Online-Angeboten während der Unterrichtszeit ab (vgl. Scheidl, 2015: 68). Neben den Tätigkeiten des Unterrichts für die jeweiligen Unterrichtsfächer verbringen Schülerinnen und Schüler viel Zeit auf sozialen Medien (Facebook, Instagram, TikTok), Internetrecherchen oder Spielewebseiten. Solche Ablenkungen entstehen häufig in Phasen des Unterrichts, in denen die Lehrkraft an technischen Defekten arbeiten muss. Es konnten immerhin Strategien entwickelt werden, um diese Ablenkungen zu verringern. Möglichkeiten hierfür wären beispielsweise das Ein- und Ausschalten des Internetzugangs oder der Einsatz einer Software mit Kontrollfunktion (Schaumberg, 2015: 43). Dennoch können Schulen zwar bei schuleigenen Geräten den Internetzugang einschränken oder sogar sperren, jedoch ist dies bei privaten Geräten weitaus schwieriger. Erfahrene Lehrpersonen zweifeln an der Wirkung, bei allen Lernenden hierbei auf Vernunft und Eigenverantwortung zu plädieren, woraufhin sich einige Lehrkräfte wieder vom Einsatz von Apps im Unterricht abwenden (vgl. Scheidl, 2015: 68).

Apps sowie andere digitale Medien können speziell im Mathematikunterricht ebenfalls Probleme bereiten. Große Befürchtungen bei Lehrerinnen und Lehrern stellen das Verlernen des handschriftlichen Schreibens und Rechnens, Ablenkungen im Unterrichtsgeschehen und

oberflächliches Verarbeiten von Unterrichtsinhalten dar (vgl. Ebner, 2015: 10). Als Beispiel soll hier der grafikfähige Taschenrechner, welcher heutzutage in jeder mathematischen Applikation fixer Bestandteil ist, erwähnt werden. Das Problem dabei ist, dass der Aspekt des mathematischen Entdeckens, welchen der grafikfähige Taschenrechner fördern sollte, immer weiter in den Hintergrund verschwindet. Stattdessen steht das Ablesen von Lösungen aus grafischen Darstellungen im Vordergrund. Lernende nutzen diese Anwendung also nicht, um mathematische Zusammenhänge zu entdecken, sondern lesen nur Werte aus den angezeigten Grafiken heraus und erleichtern sich somit zum Beispiel das Ausrechnen von Extremwerten in der Kurvendiskussion. Diese Entwicklung kann bei Schülerinnen und Schülern später zu fehlendem Verständnis der Inhalte und zu Problemen beim Lösen von ähnlichen Aufgaben führen (vgl. Ebner, 2015: 9).

4.4. Conclusio

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich keine eindeutige Empfehlung für den Einsatz von Apps im Mathematikunterricht herauskristallisiert. Dennoch hat sich diese Art an digitaler Technologie in den letzten Jahren durchgesetzt und bietet ein hohes Maß an Potenzial für den mathematischen Unterricht. Aufgrund der dynamischen Visualisierung und der größeren Bildschirme durch Tablets lassen sich vor allem viele geometrische Aufgabenstellungen für Schülerinnen und Schüler besser darstellen. Trotz des Aspekts des zu hohen Ablenkungspotenzials von Apps können diese den Mathematikunterricht abwechslungsreicher gestalten und zu höherer Motivation bei Lernenden führen.

4.5. Lern-Apps

Unter einer Lern-App versteht man konkret ein digitales Hilfsmittel, welches das interessen geleitete und selbstverantwortliche Lernen, beispielsweise im Zuge des Unterrichts im schulischen Kontext, unterstützt. Dies geschieht, indem Lernende, unabhängig von Ort und Zeit, Lerninhalte strukturieren, erarbeiten, wiederholen, vertiefen, üben und anwenden können. Damit eine Lern-App jedoch für eine Zertifizierung (Abschnitt 4.6.) zugelassen werden kann, müssen vorab die folgenden sechs Kriterien erfüllt sein:

1. Die Aufgabe der Lern-App ist es, dass Lerninhalte geübt, erarbeitet, wiederholt, vertieft, angewendet werden können sowie interessen geleitetes Lernen gefördert werden kann.
2. Die Lern-App ist sowohl für das Android- als auch für das iOS-Betriebssystem im jeweiligen Store bzw. als webbasierte und plattformunabhängige App verfügbar.
3. In der Lern-App sind keine Werbungen enthalten.
4. Bei der Lern-App handelt es sich um keine App mit organisatorischem Charakter (Kalender, Notizen, Wetter), um kein Nachschlagewerk (Wörterbuch, Lexikon, Formelsammlung) und um keine App, die eine Lernumgebung gestaltet.
5. Die Lern-App ist ohne ein zusätzliches Gerät oder ein zusätzliches Lehrwerk vollständig einsatzfähig.
6. Die Lern-App lässt sich mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) vereinbaren.

Zusätzlich zu den sechs Kriterien müssen die Lern-Apps sowohl im Play Store (Google) als auch im App Store (Apple) mit den gleichen Funktionen und Inhalten verfügbar sein. Ebenso müssen die webbasierten Applikationen der Lern-Apps auf den üblichen Browsern (Google Chrome, Safari, Mozilla Firefox und Internet Explorer) in der Desktopversion sowie in der mobilen Version unterstützt werden. Zuletzt werden für das Zertifizierungsverfahren auch nur jene Lern-Apps zugelassen, welche für die Sekundarstufe I, also von der fünften bis zur achten Schulstufe, konzipiert sind (vgl. OeAD, o. J.).

4.6. Zertifizierung von Lern-Apps

Die Zertifizierung von Lern-Apps realisiert den fünften Punkt des 8-Punkte-Plans für Digitalisierung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (Abschnitt 3.1.1.). Diese Zertifizierung stellt eine Sicherung der Qualität der Lern-App dar. Die Ausgangspunkte für die Einführung des Zertifizierungsprogrammes sind einerseits der 8-Punkte-Plan des Bundesministeriums und andererseits die „Schule als lernende Organisation“, eine Innovationsstiftung für Bildung (ISB). Gemeinsam mit dem Bundesministerium hat die ISB die österreichische Agentur für Bildung und Internationalisierung (OeAD) beauftragt, ein Zertifizierungsverfahren zu entwickeln, zu testen und durchzuführen. Die Durchführung des Verfahrens übernimmt die Referenzstelle für Qualität in der Allgemein- und Berufsbildung (RQB) der OeAD. Diese suchen Lehrende als Evaluatorinnen und Evaluatoren aus, schulen diese ein und stehen diesen auch jederzeit für eine Beratung zur Verfügung. Das zusammengestellte Lern-App-Team der OeAD wird außerdem noch von einer Gruppe an Expertinnen und Experten sowie von Praktikerinnen und Praktiker der Bereiche Lernen mit digitalen Bildungsmedien, Schule und Medienpädagogik unterstützt. Ein ständiger Austausch von und laufende Rückmeldungen zu Fragen der einzelnen Mitglieder führen zu einer steten Weiterentwicklung des Zertifizierungsverfahrens (vgl. OeAD, o. J.).

Zusammenfassend sind noch einmal alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Zertifizierungsprogramms aufgelistet:

- Österreichische Agentur für Bildung und Internationalisierung (OeAD)
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF)
- Innovationsstiftung für Bildung (ISB)
- Lehrende als Evaluatorinnen und Evaluatoren
- Expertinnen und Experten
- Praktikerinnen und Praktiker aus den Bereichen Schule, Medienpädagogik und Lernen mit digitalen Bildungsmedien (vgl. OeAD, o. J.)

Die Dauer des Verfahrens zur Zertifizierung von Lern-Apps erstreckt sich über mehrere Monate und beinhaltet drei wesentliche Schritte:

Zunächst reicht die App-Entwicklerin bzw. der App-Entwickler die Lern-App mit Hilfe eines Online-Formulars für das Zertifizierungsverfahren ein. Bei dieser Einreichung muss die Entwicklerin bzw. der Entwickler die sechs erwähnten Kriterien (Abschnitt 4.5.) überprüfen und deren Einhaltung bestätigen. Ist das der Fall, so wird im Anschluss ein App-Stammdatenblatt von der einreichenden Person vollständig ausgefüllt. Nach formaler Überprüfung des Datenblatts wird das Zulassungsverfahren für die Lern-App durch das zuständige Lern-App-Team eingeleitet (vgl. OeAD, o. J.).

Im nächsten Schritt werden für die Lern-Apps, welche zum Verfahren zugelassen wurden, je drei Evaluatorinnen bzw. Evaluatoren bestimmt und zugewiesen. Diese Personen wenden diese Lern-App im Zuge des schulischen Unterrichts gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern in einer Zeitspanne von zwei bis zwölf Wochen an und bewerten im Anschluss die App mit Hilfe eines Kriterienrasters. Handelt es sich um eine kostenpflichtige Lern-App, so ist diese für den gewählten Zeitraum von der Herstellerin bzw. vom Hersteller kostenlos zur Verfügung zu stellen. Der Kriterienraster ist in insgesamt vier Kategorien gegliedert, nämlich in „Lernorientierung“, „pädagogisch-didaktische Kriterien“, „Rolle der Lehrperson“ und „Funktionalität und mediale Gestaltung“. Diese liefern eine Kombination aus sowohl qualitativen als auch quantitativen Evaluationsergebnissen. Des Weiteren wird auch kurzes Feedback von den Schülerinnen und Schülern bezüglich des Einsatzes der Lern-App eingeholt, welches die Gesamtbewertung ebenfalls beeinflusst (vgl. OeAD, o. J.).

Nach einem positiven Ergebnis der Evaluation wird im letzten Schritt ein Zertifikat für die Lern-App ausgestellt. Liegt ein negatives Gesamtergebnis vor, so wird kein Zertifikat ausgestellt. Die App-Entwicklerin bzw. der App-Entwickler erhält aber in beiden Fällen einen Evaluationsbericht mit den zugehörigen Ergebnissen. Das Zertifikat spiegelt die erforderlichen Qualitätskriterien wider und bestätigt die erfolgreiche Evaluation der Lern-App durch die Lehrpersonen. Das Lern-App-Zertifikat ist ab dem Ausstellungsraum in einem Zeitraum von zwei Jahren gültig (vgl. OeAD, o. J.). Unmittelbar verbunden mit der Ausstellung des Zertifikats ist auch die Berechtigung, das

Gütesiegel für Lern-Apps vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung zu führen. Diese Lern-Apps, welche mit dem Gütesiegel ausgezeichnet sind, können ab diesem Zeitpunkt als Unterrichtsmittel von Schulen angeschafft und verwendet werden. Die Lern-App „Studyly“, welche für die empirische Untersuchung der Masterarbeit herangezogen wurde, ist in Österreich eine von zwei zertifizierten Lern-Apps für den Mathematikunterricht (vgl. BMBWF, 2023b).

5. Empirische Untersuchung

Im Zuge der vorliegenden Masterarbeit wurde im Unterrichtsfach Mathematik eine empirische Vergleichsstudie zwischen vier ersten Klassen der Sekundarstufe I (fünfte Schulstufe) durchgeführt. Die Untersuchung fand in einer allgemeinbildenden höheren Schule (AHS) im Bundesland Niederösterreich statt. In diesem Kapitel sollen nun die Stichprobe, das Studiendesign und die Auswertung der erhobenen Daten genau beschrieben und erläutert werden.

5.1. Vorbereitung

Am Beginn der Planung des Projekts erfolgte zunächst ein mündliches Gespräch mit der Direktorin der Schule, welche über das Forschungsvorhaben informiert werden sollte. Nachdem das Vorhaben und die inhaltlichen Fragen geklärt waren, wurde ein Brief an die Direktion der Schule verfasst, in welchem um Zustimmung zum Forschungsprojekt angesucht wurde. Auch der Brief an die Erziehungsberechtigten der Schülerinnen und Schüler, in welchem das Forschungsprojekt erklärt und um deren Einverständnis gebeten wird, wurde der Schulleitung vorgelegt. Mit der Unterschrift bestätigte die Direktion den Antrag am 10.03.2023 und somit wurde die Durchführung des Vorhabens freigegeben. Da insgesamt vier erste Klassen an der Vergleichsstudie teilnahmen, wurden auch die jeweiligen Kolleginnen und Kollegen, die zwei der vier Klassen in Mathematik unterrichteten, über das Projekt informiert.

Am 15.03.2023 wurde der Antrag mit allen dafür benötigten Materialien an die Bildungsdirektion Niederösterreich gestellt. Die Genehmigung der Durchführung der empirischen Untersuchung erfolgte am 05.04.2023.

Im Zeitraum vom 12.04.2023 bis zum 14.04.2023 wurden die Elternbriefe an die Schülerinnen und Schüler in allen vier ersten Klassen ausgegeben. Auf diesen befanden sich die wichtigsten Informationen zum Forschungsprojekt sowie ein abzutrennender Abschnitt, auf welchem die Erziehungsberechtigten die Wahl hatten, ob ihre Tochter bzw. ihr Sohn an der Studie teilnehmen

darf oder nicht. Bei der Ausgabe wurde außerdem um eine rasche Retournierung an die jeweiligen Lehrpersonen gebeten. Die letzten Abschnitte wurden am 21.04.2023 eingesammelt. Die Zustimmung der Schulleitung und das Schreiben an die Erziehungsberechtigten der Schülerinnen und Schüler befinden sich im Anhang.

5.2. Beschreibung der Stichprobe

Die Untersuchung wurde in insgesamt vier ersten Klassen (fünfte Schulstufe) durchgeführt. Zwei von diesen ersten Klassen (Klasse A und Klasse D) wurden dabei vom Autor selbst unterrichtet. Die anderen beiden Klassen (Klasse B und Klasse C) lehrten zwei andere Kolleginnen und Kollegen des Unterrichtsfachs Mathematik an derselben Schule. In der ausgewählten Schule gibt es ab der fünften Schulstufe unterschiedliche Schwerpunkte. Während Klasse A einen kreativen Schwerpunkt verfolgt, steht in Klasse B der sportliche Aspekt im Mittelpunkt. Klasse C stellt eine Mischung aus den beiden vorangeführten Schulzweigen dar. Klasse D wird als gewöhnliche Klasse geführt und ist somit die einzige Klasse ohne inhaltlichen Schwerpunkt.

Alle Erziehungsberechtigten der Schülerinnen und Schüler gaben ihre Einverständniserklärung für das Forschungsprojekt ab. Die Anzahl der Probandinnen und Probanden betrug demnach im Beobachtungszeitraum der Untersuchung in Klasse A 25 Schülerinnen und Schüler (15 weiblich und 10 männlich), in Klasse B 22 Schülerinnen und Schüler (7 weiblich und 15 männlich), in Klasse C 20 Schülerinnen und Schüler (12 weiblich und 8 männlich) und in Klasse D 25 Schülerinnen und Schüler (12 weiblich und 13 männlich). Insgesamt nahmen an der Untersuchung also 92 Schülerinnen und Schüler teil.

5.3. Beschreibung des Studiendesigns

Die Untersuchung ist als Vergleichsstudie aufgebaut, welche das Ziel verfolgt, den Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler bei zwei mathematischen Themen festzustellen. Die beiden Themen sind für die Lernenden neu, weshalb sie keine Vorkenntnisse besitzen und auch kein Vorwissen für die Studie benötigen. Trotzdem stellt sich die Frage, ob die Lernenden

der vier ersten Klassen das gleiche Ausgangsniveau in Mathematik besitzen oder ob es Unterschiede in der Leistungsstärke in Mathematik gibt. Diesbezüglich wurde eine Analyse der Semesternoten in Mathematik von allen vier Klassen vorgenommen, indem der Durchschnitt der Mathematiknoten der Schulnachrichten vom 03.02.2023 berechnet wurde. In Klasse A betrug der Notendurchschnitt (arithmetisches Mittel) in Mathematik 1,64, in Klasse B 1,74, in Klasse C 1,55 und in Klasse D 1,67. Man erkennt, dass alle untersuchten Klassen einen ähnlichen Notendurchschnitt in Mathematik hatten und somit modulo der unterschiedlichen Lehrkräfte dasselbe mathematische Ausgangsniveau besitzen. Aus diesem Grund konnte die Vergleichsstudie in diesen vier ersten Klassen gut vollzogen werden.

Um den Vergleich durchzuführen, wurden zunächst alle vier Klassen über den Ablauf der Untersuchung aufgeklärt. Dabei wurde den Schülerinnen und Schülern im Vorhinein mitgeteilt, welche Klasse die Themen mit Hilfe von digitalen Medien behandeln wird, und in welcher Klasse traditionell Unterricht geführt wird. Im Anschluss startete der Beobachtungszeitraum von zwei Wochen, in welchem insgesamt acht Unterrichtseinheiten mit jeweils 50 Minuten zu den beiden mathematischen Themen gelehrt wurden. Während in Klasse A und in Klasse B ohne Technologieeinsatz unterrichtet wurde, wurden in Klasse C und in Klasse D die Themengebiete mit Hilfe einer Lern-App am Tablet erarbeitet. Nachdem die zwei Wochen vergangen waren, fand schließlich eine Erhebung in Form eines schriftlichen Tests statt. Dieser zielte darauf ab, das Wissen der Schülerinnen und Schüler zu messen und die vier Klassen in Bezug auf ihren Wissenszuwachs zu vergleichen. In den folgenden Abschnitten werden nun die Lern-App sowie die Erhebung näher vorgestellt.

5.3.1. Beschreibung der verwendeten Lern-App

Die Lern-App, welche vom Autor für die Untersuchung ausgewählt wurde, heißt „Studyly“². Diese Lern-App stellt ein interaktives Programm dar, mit dem sich Schülerinnen und Schüler mit Hilfe von zahlreichen Übungsaufgaben, Schritt-für-Schritt-Anleitungen und Erklärvideos mathematische Kompetenzen aneignen können. Die Anwendung erfolgt dabei personalisiert und

² <https://studyly.com/at>

die Lernenden können ihren mathematischen Lernfortschritt stets im Überblick behalten (vgl. BMBWF, 2023b). Die Mathematik-App passt sich an das Leistungsniveau der Lernenden bzw. des Lernenden an und fördert sie bzw. ihn dort, wo es notwendig ist. Dabei helfen ihr bzw. ihm nachvollziehbare Rechenwege sowie praktische Lösungshinweise, um ein Verständnis für den Lerninhalt aufzubauen und den Lernerfolg zu steigern. Ein großer Vorteil für Lehrkräfte ist die automatische Korrektur von Hausübungen, weshalb mehr Zeit für das Unterrichten und Erklären von mathematischen Inhalten bleibt. Außerdem liefert „Studyly“ stets einen Überblick über den Leistungsstand der jeweiligen Klasse, woraufhin die Lehrperson das Lernen der Schülerinnen und Schüler präziser unterstützen kann. Zusätzlich sind alle Schulbücher des österreichischen Bundesverlags (öbv) mit ausgearbeiteten Rechenwegen und Hinweisen in der App integriert (vgl. öbv, 2023b).

Leon Frischauf ist der Entwickler von „Studyly“ und studierte bereits mit 14 Jahren neben der Schule Mathematik an der Universität Wien. Er gründete die Lern-App mit dem Ziel, Schülerinnen und Schülern die Angst vor mathematischen Inhalten zu nehmen (vgl. APA, 2022). Er selbst beschreibt die Lern-App wie folgt:

*„Das Besondere ist, dass sich die interaktiven Übungen individuell an die Lernfortschritte der Schüler*innen anpassen. So können sie in ihrem eigenen Tempo üben. In Kombination mit den Unterrichtsmedien und der Expertise der Lehrer*innen macht Studyly Mathematik lernen einfach und nimmt die oft vorhandene Angst vor dem Fach.“ (APA, 2022)*

Wie bereits im Abschnitt 4.6. erwähnt, ist „Studyly“ eine zertifizierte Lern-App für den Mathematikunterricht in Österreich, weshalb sie im Unterricht als Lernunterstützung für Schülerinnen und Schüler eingesetzt werden darf. Es ist kein zusätzliches Material für die Nutzung der Lern-App notwendig. Ebenso wurden inklusive Aspekte, wie beispielweise die Änderung auf eine größere Schrift, die Deaktivierung der Hintergrundmusik oder eine Textvorlesefunktion, in der App berücksichtigt. Die Speicherkapazität für die App auf mobilen Endgeräten ist minimal und beträgt insgesamt 30 Megabyte. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Nutzung der App offline nicht möglich ist, weshalb stets für eine aktive Internetverbindung gesorgt werden muss. Die Daten können außerdem jederzeit auf andere Geräte übertragen und abgerufen werden, da

diese automatisch synchronisiert werden. Nützlich ist auch, dass das mathematische Programm GeoGebra direkt mit „Studyly“ verknüpft ist und Hilfestellungen für Aufgaben bietet (vgl. BMBWF, 2023b). Letztlich muss erwähnt werden, dass es sich bei „Studyly“ um eine kostenpflichtige App handelt. Pro Monat kostet die App für gewöhnlich 24,90€, wobei es für Schülerinnen und Schüler Angebote und Vergünstigungen gibt. Für Lehrkräfte ist die Anwendung kostenlos (vgl. Hager, 2020). Um sich einen besseren Eindruck von der Lern-App zu verschaffen, werden im folgenden Absatz die wichtigsten Funktionen mit einigen Erklärungen und Abbildungen versehen.

In „Studyly“ können mehrere Klassen angelegt werden. Die Schülerinnen und Schüler können sich mittels eines Codes in ihre jeweilige Klasse einschreiben. Die Lehrperson hat nun die Möglichkeit, zwischen zwei Funktionen in der App auszuwählen, nämlich „Hausübung“ und „Quiz (Wiederholung)“. Während Hausübungen für außerschulisches Lernen vorgesehen ist, werden Quizze bzw. Wiederholungen im Unterricht verwendet. Die Aufgaben der Schülerinnen und Schüler für Hausübungen oder Quizze können individuell von der Lehrperson für jede Klasse oder für einzelne Lernende ausgewählt werden. In den Einstellungen können außerdem die Anzahl der Aufgaben, das Freischaltdatum, das Abgabedatum und verschiedene Lösungseinstellungen ausgewählt werden. Exemplarisch sieht man in den Abbildungen 8 und 9 die Auswahl der Aufgaben des Themengebiets „Der Flächeninhalt“ sowie die entsprechenden Einstellungen für die Aufgaben. Die Abbildungen 10 und 11 zeigen zwei Aufgaben der Lern-App sowie die jeweilige Bearbeitungsansicht der Schülerinnen und Schüler in „Studyly“.

Hausübung erstellen

← ZURÜCK ZUM DASHBOARD

9.4 Der Flächeninhalt

Suchen... (1.200, 1.198-1.212, 1.1, Zählen und Zahlen, etc.)

9.39



Robin möchte eine Tischplatte, die einen Meter lang und einen Meter breit ist, komplett mit Bierdeckeln auslegen.

Ein Bierdeckel ist ungefähr 10 cm lang und 10 cm breit.

Überlegt, wie viele Bierdeckel er benötigt, damit die gesamte Tischplatte bedeckt ist!

9.39: Flächenmaße



9.40

Ordne den Flächen ein Objekt zu, das ungefähr so groß ist!

1 dm²

Hier hin ziehen und ablegen

1 cm²

Hier hin ziehen und ablegen

9.40: Flächenmaße



9.41

Vervollständige!
0,0001 km²

In Hektar: ha

In Ar: a

9.41: Flächenmaße



Abb. 8: Auswahlménü der Aufgaben für Lehrpersonen in „Studyly“
Quelle: app.studyly.com

Einstellungen

Klasse 24/24

2A

Anzahl der Aufgaben

4

Abgabedatum

07.11.2023 23:59

Erweiterte Einstellungen

Freischaltdatum

06.11.2023 08:45

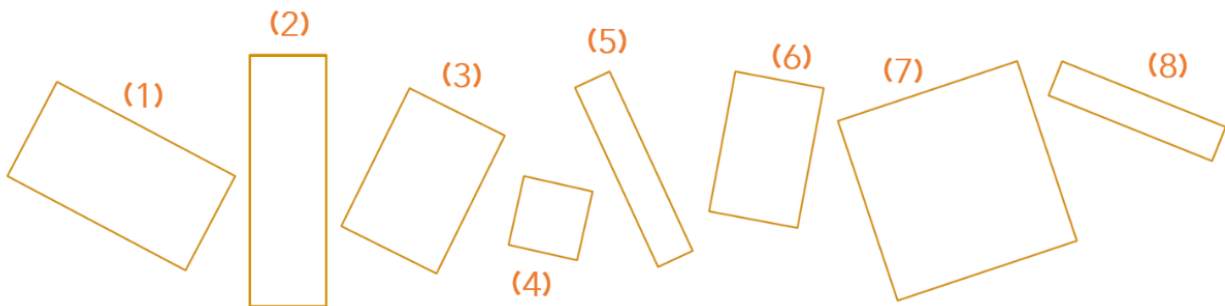
Lösungseinstellungen

Jeder SchülerIn erhält auf sich abgestimmte Aufg...

HAUSÜBUNG AUFGEBEN

Abb. 9: Einstellungen für Aufgaben in „Studyly“
Quelle: app.studyly.com

9.04: Das Quadrat



○ Unteraufgabe

Kreuze die richtige(n) Aussage(n) an!

(1) ist ein Rechteck.

(5) ist ein Rechteck.

(2) ist ein Quadrat.

(6) ist ein Quadrat.

(3) ist ein Rechteck.

(7) ist ein Quadrat.

(4) ist ein Rechteck.

(8) ist ein Rechteck.

Abb. 10: Beispiel einer Übungsaufgabe zum Thema „Quadrat“ in „Studyly“
Quelle: app.studyly.com

9.22: Der Umfang



Ein rechteckiges Tiergehege soll einen neuen Zaun bekommen.

Die Länge beträgt 58 m und die Breite 45 m.

○ Unteraufgabe



Wie lang muss der gesamte Zaun sein?

Der Zaun muss

m lang sein.

*Abb. 11: Beispiel einer Übungsaufgabe zum Thema „Umfang“ in „Studyly“
Quelle: app.studyly.com*

Nachdem die Aufgaben von den Schülerinnen und Schülern in „Studyly“ bearbeitet und gelöst wurden, gibt die Lern-App eine Zusammenfassung über die Leistungen der einzelnen Lernenden für die Lehrperson an. Dabei kann die Lehrkraft den Namen, den Status, die Stufe, die Dauer und die Prozentangabe der richtig gelösten Aufgabenstellungen ablesen. Außerdem sieht die Lehrerin bzw. der Lehrer durch die angeführten grünen oder roten Pfeile, ob sich die jeweilige Schülerin bzw. der jeweilige Schüler in dem ausgewählten Themenbereich verbessert oder verschlechtert hat. In Abbildung 12 ist beispielhaft die Zusammenfassung einer abgeschlossenen Hausübung einer ersten Klasse angeführt. Aufgrund der Wahrung der Anonymität werden die Namen der Lernenden dabei nicht gezeigt.





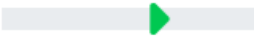
























Status	Stufe	 Dauer	 Prozent richtig
 Abgeschlossen 	60  62	12 Minuten	100 % richtig 
 Nicht begonnen	keine Daten	—	—
 Abgeschlossen 	51  47	22 Minuten	69 % richtig 
 Abgeschlossen 	57  59	16 Minuten	100 % richtig 
 Abgeschlossen 	49  52	16 Minuten	88 % richtig 
 Abgeschlossen 	41  42	14 Minuten	75 % richtig 
 Unvollständig (37%)	51  52	—	100 % richtig 
 Abgeschlossen 	44  42	11 Minuten	63 % richtig 

Abb. 12: Beispiel einer Zusammenfassung in „Studyly“
 Quelle: app.studyly.com

5.3.2. Beschreibung der Erhebung

Die Erhebungen in allen Klassen fanden im Mai 2023 in unterschiedlichen Unterrichtsstunden statt. Die Schülerinnen und Schüler erhielten einen schriftlichen Test, in welchem insgesamt fünf Aufgabenstellungen zu erarbeiten waren. Die Zeitdauer für den Test betrug zwölf Minuten. Die Lernenden wurden vor der Erhebung darauf hingewiesen, dass die Erhebung anonym ist, nicht beurteilt wird und auch nicht in die Jahresbenotung in Mathematik miteinfließt. Die Schülerinnen und Schüler durften bei der Erhebung nicht miteinander sprechen und keine inhaltlichen Fragen stellen. Außerdem wurde die Wichtigkeit des selbständigen Arbeitens erwähnt, da Schummeln im Rahmen dieser Erhebung die Daten verfälschen würde. Falls eine Lernende bzw. ein Lernender bei einer Aufgabenstellung nicht weiterwusste, dann konnte sie bzw. er diese auslassen.

Bei der Erhebung wurden Aufgabenstellungen in den beiden mathematischen Themenbereichen „Rechteck und Quadrat“ und „Gleichungen“ gestellt. Alle Inhalte wurden in den acht Unterrichtseinheiten im Untersuchungszeitraum erarbeitet und in den vier Klassen mit unterschiedlichen Unterrichtsmethoden gelehrt. Während die Aufgaben 1 bis 3 der Erhebung geometrische Fragestellungen enthielten, behandelten Aufgabe 4 und Aufgabe 5 das Thema „Gleichungen“. Die gesamte Erhebung mit den jeweiligen Aufgabenstellungen können im Anhang eingesehen werden.

5.4. Durchführung des Unterrichts im Beobachtungszeitraum

Bevor der Unterricht im traditionellen Stil bzw. mit digitalen Medien in den verschiedenen Klassen im Beobachtungszeitraum gehalten werden konnte, musste eine vollständige Unterrichtsplanung für die beiden mathematischen Themengebiete erstellt werden. Diese Planung wurde vom Autor selbst entworfen und auch an die Kolleginnen und Kollegen der Parallelklassen weitergegeben. Bei der Planung des Unterrichts in Klasse A und in Klasse B wurden im Sinne eines traditionellen Unterrichts die Theorie sowie die Anwendungsaufgaben aus dem Schulbuch „Das ist Mathematik 1“ herangezogen. Im Unterricht wurden die mathematischen Inhalte zunächst im Schulbuch gelesen, von der Lehrperson im Frontalunterricht erklärt und anhand von Schulbuchaufgaben an der Tafel exemplarisch

dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler schrieben dabei die Aufgaben an der Tafel in ihren Schulübungsheften selbstständig mit.

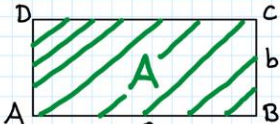
Für die Klasse C und für die Klasse D, welche mit Hilfe der Lern-App unterrichtet wurden, wurde die Planung abgeändert und im Sinne eines Unterrichts mit digitalen Medien angepasst. Die theoretischen Inhalte wurden nicht wie im traditionellen Unterricht an der Tafel gelehrt, sondern am Tablet geschrieben und erläutert. Dabei wurden die Inhalte mittels eines Beamers direkt an das Whiteboard hinter der Lehrperson projiziert. Auch die Lernenden schrieben die Inhalte an ihren eigenen Schulgeräten im Klassennotizbuch der App „Microsoft OneNote“ mit. Bei der Auswahl der exemplarischen Aufgaben der Themengebiete wurde die Lern-App „Studyly“ herangezogen. Eine Vorauswahl dieser Aufgaben wurde bereits von der Lehrperson getroffen und an die Lernenden übermittelt. Diese sollten die Schülerinnen und Schüler im Unterricht selbstständig bearbeiten und letztendlich in ihrer Mitschrift mittels Screenshots festhalten.

In den nachfolgenden Abbildungen 13, 14 und 15 sind Beispiele für eine Unterrichtsplanung der Lehrperson nach den jeweiligen Unterrichtsformen zu sehen.

82. SÜ, am 24.04.2023
Donnerstag, 23. März 2023 17:04

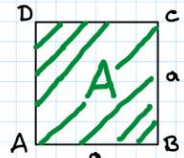
3.2 Berechnen des Flächeninhalts von Rechteck und Quadrat

Flächeninhalt des Rechtecks:



$A = a \cdot b$ (Flächeninhalt ist gleich Länge mal Breite)

Flächeninhalt des Quadrats:



$A = a \cdot a$ (Flächeninhalt ist gleich Seite mal Seite)

Abb. 13: Unterrichtsplanung – allgemeiner Einstieg in das Thema
Quelle: eigene Aufnahme

Traditioneller Unterricht:

Schulbuch Seite 230

Aufg. 960:

Geg.: Rechteck 1: $a = 9\text{cm}$, $b = 1\text{cm}$

Rechteck 4: $a = 6\text{cm}$, $b = 4\text{cm}$

Rechteck 5: $a = 5\text{cm}$, $b = 5\text{cm} = a$

Ges.: u , A

Rechteck 1: $u = 2 \cdot (a+b) = 2 \cdot (9+1) = \underline{\underline{20\text{cm}}}$

$$A = a \cdot b = 9 \cdot 1 = \underline{\underline{9\text{cm}^2}}$$

Rechteck 4: $u = 2 \cdot (a+b) = 2 \cdot (6+4) = \underline{\underline{20\text{cm}}}$

$$A = a \cdot b = 6 \cdot 4 = \underline{\underline{24\text{cm}^2}}$$

Rechteck 5: $u = 4 \cdot a = 4 \cdot 5 = \underline{\underline{20\text{cm}}}$

$$A = a \cdot a = 5 \cdot 5 = \underline{\underline{25\text{cm}^2}}$$

Es gibt Rechtecke mit gleichem Umfang, aber verschiedenen Flächeninhalten. Das Rechteck mit vier gleich langen Seiten (= Quadrat) hat den größten Flächeninhalt.

Unterricht mit Lern-App:

App „Studyly“

Aufg. 15:

Der Flächeninhalt

Berechne den Flächeninhalt des Rechtecks mit den angegebenen Seitenlängen!

✓ Unteraufgabe 1

$a = 34 \text{ mm}$, $b = 18 \text{ mm}$

$A =$ ✓ mm^2 Rechenweg ^

Richtig beantwortet

Rechenweg:

Die Formel für den Flächeninhalt A eines Rechtecks mit den Seiten a und b lautet:

$$A = a \cdot b$$

Setzen wir Maßangaben $a = 34 \text{ mm}$, $b = 18 \text{ mm}$ aus der Angabe in die Formel ein:

$$A = 34 \cdot 18$$
$$A = 612 \text{ mm}^2$$

Aufg. 16:

Der Flächeninhalt

Berechne den Flächeninhalt des Quadrats mit der angegebenen Seitenlänge!

✓ Unteraufgabe 1

$a = 25 \text{ cm}$

$A =$ ✓ cm^2 Rechenweg ^

Richtig beantwortet

Rechenweg:

Die Formel für den Flächeninhalt A eines Quadrats mit der Seite a lautet:

$$A = a \cdot a$$

Setzen wir die Maßangabe $a = 25 \text{ cm}$ aus der Angabe in die Formel ein:

$$A = 25 \cdot 25$$
$$A = 625 \text{ cm}^2$$

Abb. 15: Unterrichtsplanung – Unterricht mit der Lern-App „Studyly“
Quelle: eigene Aufnahme

Nachfolgend wird ein typischer Stundenablauf von der Klasse 1D beschrieben, welche mit Hilfe von digitalen Medien und der Lern-App „Studyly“ im Beobachtungszeitraum vom Autor selbst unterrichtet wurde.

Zu Beginn der Unterrichtsstunde wurden organisatorische Fragen sowie Fragen über die zuletzt aufgegebene Hausübung geklärt. Anschließend wiederholte die Lehrperson gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern stets die Inhalte der letzten beiden Mathematikeinheiten, wobei hierbei alle Hilfsmittel, unter anderem das iPad, geschlossen blieben. Nach der Wiederholung durften die Lernenden dann ihre digitalen Geräte zur Hand nehmen und ihr Klassennotizbuch in Mathematik öffnen. Ein vorgefertigtes Dokument mit einer nummerierten und mit Datum versehenen Schulübung wurde bereits vor Beginn der Unterrichtsstunde von der Lehrperson in jedes Klassennotizbuch der Lernenden verteilt. Zunächst wurde der allgemeine Einstieg in das neue Thema von der Lehrperson erklärt und in seinem Klassennotizbuch festgehalten. Die Schülerinnen und Schüler schrieben die Inhalte ab und stellten zwischendurch Fragen, beispielweise „Wo genau ist der Flächeninhalt in einem Rechteck?“. Nachdem die Theorie abgeschrieben und alle Fragen der Lernenden geklärt waren, wechselten die Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrperson in die Lern-App „Studyly“. In dieser waren bereits Aufgaben zum Thema der Stunde vorbereitet. Während die ersten Aufgaben noch im Plenum besprochen wurden, durften die Lernenden die restlichen Aufgaben allein bearbeiten. Die Lehrperson stand der Klasse in dieser Zeit als Unterstützung zur Verfügung. Wurde eine Aufgabe falsch gelöst, so mussten sich die Schülerinnen und Schüler die Lösungen der Aufgabe selbstständig durchlesen und ihren Fehler eigenständig nachvollziehen. Wenn die Aufgabe erledigt war, musste von dieser ein Screenshot gemacht und in das Klassennotizbuch eingefügt werden. Der Vorteil dabei ist, dass die Aufgabe stets mit richtigen Lösungen im Notizbuch festgehalten wird. Durch die Aufgaben in „Studyly“ wird auch der Prozess des selbstständigen Lernens bei Schülerinnen und Schülern gezielt gefördert.

Gegen Ende der Unterrichtseinheit wurden die iPads dann wieder geschlossen und sicher in den Schultaschen der Lernenden verpackt. Abschließende Worte der Lehrperson zum Thema beendeten die Unterrichtsstunde.

Während des Beobachtungszeitraums behaupteten viele Schülerinnen und Schüler, dass sie aufgrund der Arbeit am iPad viel konzentrierter und motivierter bei den mathematischen Inhalten seien. Außerdem hatten die Lernenden durch die haptischen Funktionen am Gerät mehr Spaß beim Lernen und verspürten bei richtig gelöster Aufgabe oft Freude und Stolz. Trotz all dieser positiven Eindrücke gab es im Unterricht Situationen, in denen es Probleme mit den digitalen Geräten gab, welche den Unterricht verzögerten. Beispielweise kam es vor, dass bei einigen Schülerinnen und Schülern die elektronischen Stifte nicht ordnungsgemäß funktionierten, sich der Akku des iPads im Unterricht entleerte oder die Software nicht fehlerfrei lief. Bei all diesen Komplikationen versuchte die Lehrperson zunächst kurze Hilfestellungen zu geben und Fragen zu technischen Belangen zu beantworten. Konnte das Problem aber nicht innerhalb einer Minute gelöst werden, musste die Lernende bzw. der Lernende im Heft weiterschreiben und anschließend ein Foto der Schulübung ins Klassennotizbuch am iPad einfügen.

5.5. Durchführung der Erhebung

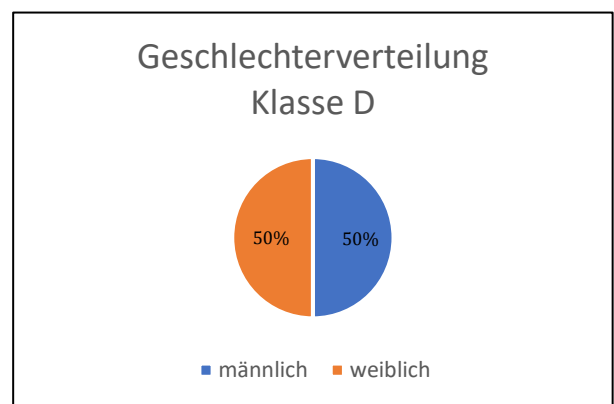
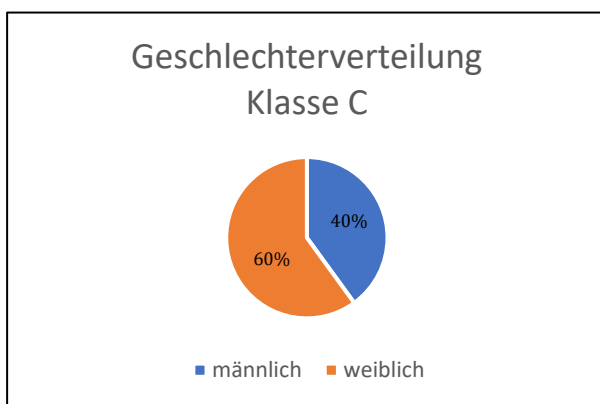
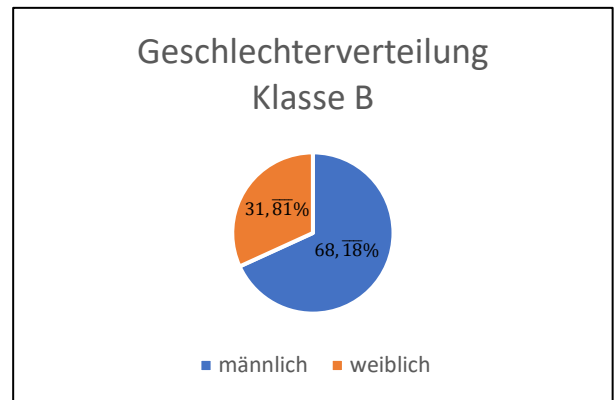
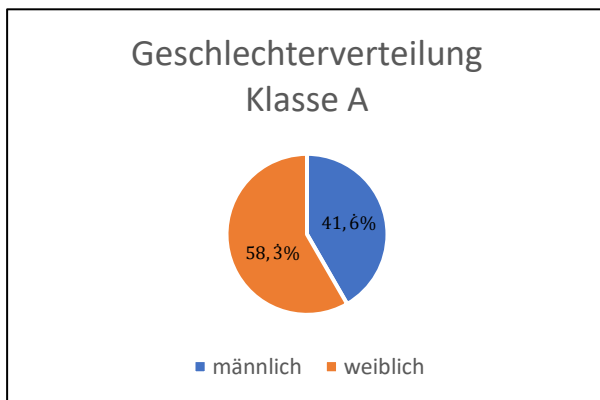
Nach Ablauf des Beobachtungszeitraums von acht Unterrichtsstunden fanden nacheinander die Erhebungen in den vier Klassen statt. In Klasse A und in Klasse D wurde der schriftliche Test am 05.05.2023 durchgeführt. Nach einer kurzen Einführung in den Test und nach einer Klärung von organisatorischen Fragen durch die Lehrperson, starteten die Schülerinnen und Schüler mit der Erhebung. Während der Arbeitszeit wurden keine Fragen gestellt, weshalb Ruhe im Klassenzimmer einkehrte. Die Beginn- sowie die Endzeit für den schriftlichen Test wurde von der Lehrkraft an die Tafel geschrieben, sodass sich alle Lernenden die Zeit für alle Aufgaben selbst einteilen konnten. Die Lehrperson kündigte die letzte Minute für die Erarbeitung des Tests an und sammelte danach die Erhebungen ein. Alle Schülerinnen und Schüler kamen mit der Zeit gut zurecht und konnten die Aufgaben gewissenhaft erledigen.

In Klasse C wurde der schriftliche Test am 16.05.2023 und in Klasse B wurde dieser am 26.05.2023 durchgeführt. Grund für die spätere Durchführung der Erhebungen waren Projektwochen, Exkursionen, Feiertage und schulautonom freie Tage. Die Erhebungen verliefen auch in Klasse B

und in Klasse C reibungslos und ruhig ab. In Klasse C hatten drei Schülerinnen und Schüler kein eigenes Geodreieck dabei, weshalb diese während der Erhebung von anderen Mitschülerinnen und Mitschülern ausgeborgt und verwendet wurden. Nach den jeweiligen Erhebungen bedankte sich die Lehrkraft noch einmal bei allen teilnehmenden Schülerinnen und Schülern und ordnete die Tests nach den jeweiligen Klassen.

Die Anzahl der an der Erhebung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler in Klasse A betrug insgesamt 24. Eine Schülerin konnte aufgrund einer Krankheit am Test nicht teilnehmen. Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Klasse B und in Klasse C entsprachen derselben Anzahl wie im Beobachtungszeitraum, nämlich in Klasse B 22 Schülerinnen und Schüler und in Klasse C 20 Schülerinnen und Schüler. In Klasse D absolvierten insgesamt 24 Lernende den schriftlichen Test. Ein Schüler aus dieser Klasse konnte aufgrund des Ukraine Konflikts und aufgrund mangelnder Deutschkenntnisse an der Erhebung nicht teilnehmen. Die Gesamtanzahl der an der Erhebung teilnehmenden Personen betrug demnach 90 Schülerinnen und Schüler ($n = 90$), in denen sich 26, $\dot{6}\%$ in Klasse A, 24, $\dot{4}\%$ in Klasse B, 22, $\dot{2}\%$ in Klasse C und 26, $\dot{6}\%$ in Klasse D befanden.

Die Geschlechterverteilung der an der Erhebung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler waren in Klasse A 14 Mädchen und zehn Burschen, in Klasse B sieben Mädchen und 15 Burschen, in Klasse C zwölf Mädchen und acht Burschen und in Klasse D zwölf Mädchen und zwölf Burschen. Von den Befragten in Klasse A ($n = 24$) waren daher 58, $\dot{3}\%$ weiblich und 41, $\dot{6}\%$ männlich. In Klasse B ($n = 22$) nahmen 31, $\overline{81}\%$ Teilnehmerinnen und 68, $\overline{18}\%$ Teilnehmer und in Klasse C ($n = 20$) 60% Teilnehmerinnen und 40% Teilnehmer teil. Von den befragten Schülerinnen und Schülern in Klasse D ($n = 24$) waren letztendlich 50% weiblich und 50% männlich. Die Geschlechterverteilung in den jeweiligen Klassen ist in Abbildung 16 dargestellt.



*Abb. 16: Geschlechterverteilung der vier Klassen
Quelle: eigene Darstellung in Excel*

Das Alter aller Probandinnen und Probanden der Untersuchung lag entweder bei zehn oder bei elf Jahren. Das durchschnittliche Alter lag zum Zeitpunkt der Erhebung in Klasse A bei rund 11 Jahren ($M \approx 10,71$; $SD \approx 0,45$), ebenso wie in Klasse B ($M \approx 10,91$; $SD \approx 0,29$), in Klasse C ($M \approx 10,80$; $SD \approx 0,45$) und in Klasse D ($M \approx 10,63$; $SD \approx 0,48$).

5.6. Auswertung der erhobenen Daten

Nachdem alle Erhebungen durchgeführt wurden, startete die Auswertung der schriftlichen Tests. Die Korrektur wurde vom Autor selbst vollzogen und mit Punkten bewertet, wobei die fünf Aufgaben im schriftlichen Test unterschiedlich gewichtet waren. Für Aufgabe 1 (Konstruktion eines Rechtecks und Abmessen der Diagonale) gab es insgesamt zwei Punkte. Aufgabe 2 (Ankreuzaufgabe von vier Aussagen über die Eigenschaften von Rechtecken und Quadraten) wurden insgesamt vier Punkte zugeordnet. Für Aufgabe 3 (Berechnungen des Umfangs und des Flächeninhalts eines Quadrats) gab es insgesamt zwei Punkte. Bei Aufgabe 4 (Lösen von drei unterschiedlichen Gleichungen) konnten bis zu drei Punkte erreicht werden. Schließlich wurden der Aufgabe 5 (Textaufgabe zum Aufstellen von Gleichungen) insgesamt zwei Punkte zugeordnet. Die maximal zu erreichende Punkteanzahl betrug daher insgesamt 13 Punkte. In der unten angeführten Tabelle 2 ist eine Übersicht über die maximal zu erreichende Punkteanzahl pro Aufgabe und die Gesamtpunkteanzahl angegeben. In allen vier Klassen wurde für die schriftliche Erhebung dasselbe Bewertungsschema angewandt und nach den gleichen Kriterien beurteilt. Jede Aufgabe wurde separat betrachtet und je nach Richtigkeit mit einer entsprechenden Punkteanzahl bewertet. Im Anschluss wurde die Gesamtpunkteanzahl jeder einzelnen Erhebung ermittelt, indem die erreichten Punkte aus allen fünf Aufgabenstellungen aufsummiert wurden. Um die Ergebnisse der Erhebungen vergleichbar zu machen und den Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der beiden neu erlernten Themen und der angewendeten Unterrichtsmethoden zu erheben, wurden zunächst verschiedene Kennzahlen der deskriptiven Statistik mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel (Version 2305) berechnet und verglichen.

Aufgabe	1	2	3	4	5	Gesamt
maximal zu erreichende Punkte pro Aufgabe	2	4	2	3	2	13

*Tab. 2: Punkteverteilung der Aufgaben in der Erhebung
Quelle: eigene Darstellung*

5.6.1. Deskriptive Statistik

In den Tabellen 3 und 4 sind die erreichten Punkte der Lernenden pro Aufgabenstellungen sowie die Gesamtpunkteanzahl der Schülerinnen und Schüler detailliert dargestellt.

Auswertung der Klasse A						Auswertung der Klasse B							
Aufgabe:	1	2	3	4	5		Aufgabe:	1	2	3	4	5	
Gesamtpunkte:						10	Gesamtpunkte:						7
Punkte:	2	3	2	3	0	10	Punkte:	1	4	1	0	1	7
	2	4	2	2	2	12		1	4	2	3	1	11
	1	2	2	3	1	9		0	3	0	1	1	5
	2	3	2	3	1	11		2	4	2	3	1	12
	2	4	2	3	1	12		2	3	1	3	2	11
	2	4	2	2	2	12		2	3	1	2	2	10
	2	4	1	3	1	11		2	3	1	3	1	10
	1	3	0	1	1	6		1	3	2	3	1	10
	2	4	1	3	2	12		1	3	2	2	2	10
	2	4	2	3	2	13		1	3	2	3	0	9
	2	4	1	3	2	12		1	3	1	2	2	9
	2	4	1	3	2	12		2	4	2	2	2	12
	1	4	2	2	2	11		2	3	0	3	2	10
	2	4	2	3	2	13		0	3	1	3	2	9
	1	4	2	3	1	11		1	3	1	3	2	10
	1	3	1	3	0	8		1	3	1	3	2	10
	1	3	1	3	1	9		2	4	2	2	2	12
	2	4	1	2	1	10		2	4	1	3	0	10
	1	4	2	3	1	11		2	2	2	3	0	9
	1	4	1	2	1	9		1	2	1	2	1	7
	1	3	2	3	1	10		2	3	1	1	1	8
	1	4	1	3	2	11		2	4	2	3	1	12
	1	3	1	3	1	9							
	2	4	2	3	2	13							

Tab. 3: Erhobene Daten der Klasse A und der Klasse B
Quelle: eigene Darstellung

Auswertung der Klasse C						Auswertung der Klasse D							
Aufgabe:	1	2	3	4	5		Aufgabe:	1	2	3	4	5	
						Gesamtpunkte:							Gesamtpunkte:
Punkte:	1	4	1	3	2	11	Punkte:	1	4	2	3	2	12
	0	2	2	2	2	8		1	4	1	3	2	11
	2	3	1	3	1	10		1	4	2	2	2	11
	2	3	1	2	2	10		1	4	0	3	2	10
	1	4	1	3	2	11		1	4	2	3	2	12
	1	4	2	3	2	12		2	4	1	2	2	11
	2	4	2	3	2	13		1	4	1	2	2	10
	1	4	2	3	2	12		1	4	2	3	0	10
	2	4	1	3	2	12		2	4	1	3	1	11
	2	3	1	3	1	10		0	4	1	2	2	9
	1	4	1	2	0	8		1	4	2	3	1	11
	1	3	1	2	1	8		2	2	2	3	0	9
	2	4	1	3	2	12		0	2	0	2	2	6
	1	3	1	2	1	8		2	4	1	3	1	11
	2	3	2	3	2	12		2	4	0	1	2	9
	2	4	1	2	2	11		2	4	1	3	2	12
	2	4	2	3	2	13		1	3	1	2	0	7
	2	3	2	3	2	12		2	2	2	2	1	9
	1	4	2	3	0	10		1	4	0	2	0	7
	1	3	1	0	1	6		2	4	2	3	1	12
								2	4	2	3	2	13
								2	4	2	3	2	13
								2	4	2	3	2	13
								2	4	2	2	1	11

Tab. 4: Erhobene Daten der Klasse C und der Klasse D
Quelle: eigene Darstellung

Zu Beginn der Auswertung zur deskriptiven Statistik wurden die Punkte der vier einzelnen Klassen separat analysiert und die durchschnittlichen Gesamtpunkte der Erhebungen ermittelt. Hierbei ergab sich in Klasse A ein Wert von 10,71, in Klasse B ein Wert von 9,68, in Klasse C ein Wert von 10,45 und in Klasse D ein Wert von 10,42 (Tabelle 5). Während man bei den Klassen C und D, welche mit Hilfe der Lern-App unterrichtet wurden, eine geringe Abweichung der durchschnittlichen Gesamtpunkte sieht, erkennt man bei den Klassen A und B, welche traditionell gelehrt wurden, bereits einen deutlicheren Unterschied in den durchschnittlichen Gesamtpunkten der Erhebungen.

	Durchschnittliche Gesamtpunkte der Erhebungen
Klasse A - traditioneller Unterricht	10,71
Klasse B - traditioneller Unterricht	9,68
Klasse C - digitaler Unterricht	10,45
Klasse D - digitaler Unterricht	10,42

Tab. 5: Durchschnittliche Gesamtpunkte der Erhebungen in den vier Klassen

Quelle: eigene Darstellung

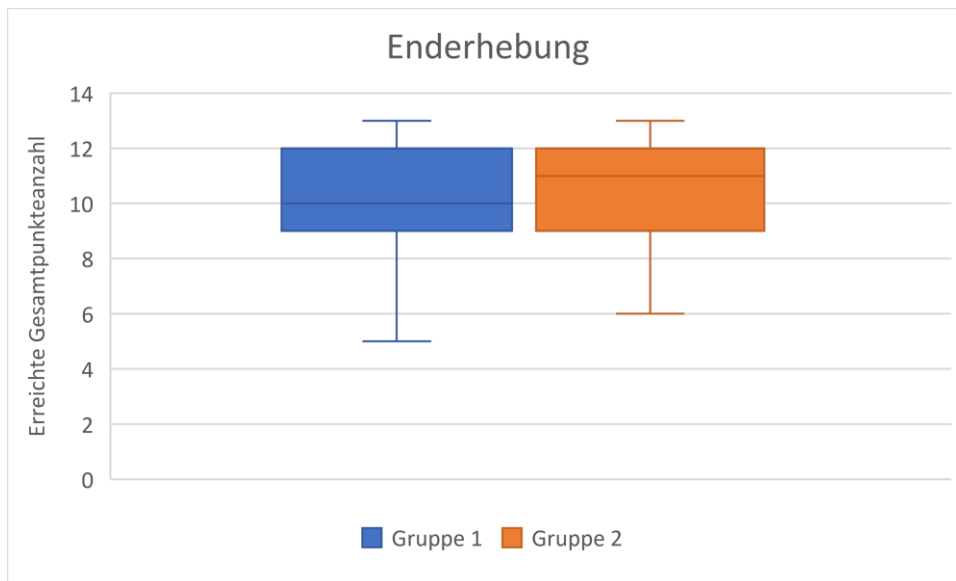
Nach Bewertungsende der schriftlichen Tests wurden die vier Klassen im weiteren Verlauf der Analyse in zwei Stichprobengruppen eingeteilt. Gruppe 1 setzt sich aus Klasse A und aus Klasse B zusammen ($n = 46$), welche die mathematischen Themengebiete mit Hilfe traditioneller Unterrichtsmethoden erlernten. Gruppe 2 setzt sich aus Klasse C und aus Klasse D zusammen ($n = 44$), welche die Unterrichtsinhalte anhand der vorgestellten Lern-App vermittelt bekamen. Beide Gruppen sind unabhängig voneinander, da keine Person aus einer Gruppe einer Person aus der anderen Gruppe zugeordnet werden kann.

Zuerst wurde das Minimum der Gesamtpunkteanzahl pro Gruppe erhoben. In Gruppe 1 betrug dieses 5 Punkte und in Gruppe 2 betrug dieses 6 Punkte. Bei der Berechnung des Medians ergab sich in Gruppe 1 der Wert von 10 Punkten und in Gruppe 2 der Wert von 11 Punkten. Für das Maximum der Gesamtpunkteanzahl konnten in beiden Gruppen 13 Punkte ermittelt werden. Die Spannweite (= Abstand von Minimum und Maximum) betrug in Gruppe 1 deshalb 8 Punkte und in Gruppe 2 insgesamt 7 Punkte.

Des Weiteren wurde das arithmetische Mittel (= Mittelwert) der Gesamtpunkteanzahl für beide Gruppen ermittelt. Dieses berechnet sich, indem zuerst alle Datenwerte aufsummiert und das Ergebnis anschließend durch die Gesamtanzahl n der gemessenen Werte dividiert wird (vgl. Janczyk & Pfister, 2013: 5). Gruppe 1 erreichte hierbei eine durchschnittliche Gesamtpunkteanzahl von 10,22 Punkten. Der Mittelwert von Gruppe 2 betrug bei der Gesamtpunkteanzahl 10,43 Punkte. Letztlich wurden auch die Standardabweichungen der beiden Gruppen ermittelt. Während diese in Gruppe 1 rund 1,79 betrug, wurde in Gruppe 2 ein Wert von rund 1,89 berechnet. Die einzelnen Kennzahlen der deskriptiven Statistik sind in der Tabelle 6 zusammengefasst und mittels zweier Boxplots (Abbildung 17) grafisch dargestellt.

	Gruppe 1	Gruppe 2
arithmetisches Mittel	10,22	10,43
Standardabweichung	1,79	1,89
Minimum	5,00	6,00
1. Quartil	9,00	9,00
Median	10,00	11,00
3. Quartil	12,00	12,00
Maximum	13,00	13,00
Spannweite	8,00	7,00

*Tab. 6: Deskriptive Statistik der Erhebung in Gruppe 1 und Gruppe 2
Quelle: eigene Darstellung*



*Abb. 17: Vergleich der erreichten Gesamtpunkteanzahlen von Gruppe 1 und Gruppe 2
Quelle: eigene Darstellung in Excel*

Die durchschnittlichen Gesamtpunkteanzahlen in beiden Gruppen zeigen nun, dass die Schülerinnen und Schüler aus Gruppe 2 im Mittel etwas besser bei der Erhebung abgeschnitten hatten als jene aus Gruppe 1. Mit einer Differenz von 0,21 Punkten hat Gruppe 1 einen niedrigeren Gesamtpunktedurchschnitt als Gruppe 2. Außerdem zeigen die Daten der erreichten Gesamtpunkteanzahlen, dass sich die Spannweiten beider Gruppen um lediglich einen Punkt unterscheiden. Die Interquartilsabstände sind zwar in beiden Gruppen gleich, aber die Spannweite ist bei Gruppe 1 größer.

Des Weiteren wurden für die deskriptive Statistik zwei wichtige Variabilitätsmaße betrachtet, nämlich die Varianz und die Standardabweichung. Durch diese beiden Maße werden Eigenschaften der Daten gezeigt, welche durch das arithmetische Mittel nicht erfasst werden können und deshalb für die vollständige Beschreibung der Datensätze notwendig sind. Unter der Varianz versteht man die mittlere quadratische Abweichung der gemessenen Werte von ihrem jeweiligen Mittelwert. Die Standardabweichung ist infolgedessen die gezogene Wurzel aus der Varianz (vgl. Janczyk & Pfister, 2013: 6 - 7). Die Standardabweichung der Messwerte ist mit einem Wert von 1,89 (Varianz $s^2 \approx 3,57$) in Gruppe 2 höher als in Gruppe 1, welche einen Wert von 1,79 (Varianz $s^2 \approx 3,20$) verzeichnet. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse in Gruppe 2 stärker um den Mittelwert streuen als jene von Gruppe 1.

5.6.2. Inferenzstatistik

Damit der Wissenszuwachs der beiden Stichprobengruppen auf statistisch signifikante Unterschiede überprüft werden kann, wurden im Rahmen der Untersuchung unterschiedliche Mittelwertvergleiche durchgeführt. Zunächst wurde ein t-Test für die beiden unabhängigen Stichprobengruppen herangezogen. Die Auswertung der Daten erfolgte mit der Software „SPSS Statistics“ (Version 29). Bevor der t-Test allerdings durchgeführt werden konnte, mussten zuerst die Voraussetzungen eines solchen Tests überprüft werden:

- Stetige Daten
- Daten der Stichprobe wurden zufällig aus der Population entnommen
- Stichproben sind unabhängig
- Verteilungen sind annähernd normal
- Bestehen der Varianzhomogenität

Die ersten drei Kriterien wurden schon vor der Durchführung der Erhebung festgestellt und konnten daher als erfüllt angesehen werden. Für die Überprüfung der Gesamtpunkte der Schülerinnen und Schüler bei der Erhebung auf Normalverteilung wurde der Shapiro-Wilk-Test durchgeführt und die entsprechenden Signifikanzen der Daten berechnet. Dieser wies in Stichprobengruppe 1 einen p-Wert von 0,01 und in Stichprobengruppe 2 einen p-Wert von 0,005 auf. Bei einem Signifikanzniveau von 0,05 würde dies bedeuten, dass man bei den vorhandenen Daten beider Stichprobengruppen von keiner Normalverteilung ausgehen kann. Allerdings wird die Verletzung der Normalverteilungsannahme ab einem Stichprobenumfang von $n \geq 30$ aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes als unkritisch betrachtet, weshalb der t-Test trotzdem durchgeführt werden kann (vgl. Janczyk & Pfister, 2013: 53).

Für die letzte Voraussetzung wurde die Varianzhomogenität der Gesamtpunkte beider Stichprobengruppen mit Hilfe des Levene-Tests überprüft. Die Varianz in Gruppe 1 betrug rund 3,20 und in Gruppe 2 rund 3,57. Das Ergebnis des Tests zeigte, dass Varianzhomogenität bei den Daten gegeben ist, da der p-Wert von 0,535 höher als das Signifikanzniveau von 0,05 ist. Somit sind alle Voraussetzungen für einen t-Test erfüllt und er kann für die beiden Stichprobengruppen durchgeführt werden.

Bei der Durchführung des t-Tests wurde ein Zweistichprobentest herangezogen und zweiseitig getestet. Das Resultat des t-Tests für unabhängige Stichproben lieferte einen p-Wert von 0,586. Dies bedeutet, dass bei einem Signifikanzniveau von 0,05 kein signifikanter Unterschied zwischen dem Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler in Stichprobengruppe 1 und in Stichprobengruppe 2 nachweisbar war. Ebenso wird dies durch die t-Statistik, welche mit -0,547 kleiner als der kritische t-Wert ist, ersichtlich (Tabelle 7). Zusammenfassend bedeutet dies also, dass die Probandinnen und Probanden, welche die mathematischen Inhalte im Unterricht mit Hilfe der Lern-App erarbeitet haben, keinen signifikant besseren Wissenszuwachs erreichten als jene Schülerinnen und Schüler, welche die Lerninhalte durch traditionelle Unterrichtsmethoden vermittelt bekamen.

Testparameter	Ergebnisse
p-Wert (zweiseitig)	0,586
t-Statistik	-0,547
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	1,988

*Tab. 7: Testparameter (t-Test der Gesamtpunkteanzahlen der beiden Stichprobengruppen)
Quelle: eigene Darstellung*

Des Weiteren wurde im Rahmen der Untersuchung der Wissenszuwachs von Klasse A und Klasse D auf signifikante Unterschiede überprüft, da diese beiden Klassen vom Autor selbst unterrichtet wurden. Für den Mittelwertvergleich konnte wieder ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt werden, weil die erwähnten Voraussetzungen für einen solchen Test in beiden Klassen erfüllt waren. Da die Anzahl der Probandinnen und Probanden pro Klasse kleiner als 30 war ($n = 24 < 30$), mussten die Daten zunächst auf Normalität geprüft werden. Der Shapiro-Wilk-Test wies in Klasse A einen p-Wert von 0,053 und in Klasse D einen p-Wert von 0,059 auf, weshalb man bei einem Signifikanzniveau von 0,05 davon ausgehen kann, dass die Daten annähernd normalverteilt sind. Außerdem wurde die Varianzhomogenität in Klasse A und in Klasse D wieder durch die Anwendung des Levene-Tests überprüft. Die Varianz in Klasse A betrug rund 3,00 und in Klasse D rund 3,64. Der Levene-Test zeigte, dass Varianzhomogenität bei den Daten in den jeweiligen Klassen gegeben ist, da die Signifikanz von 0,633 dem Signifikanzniveau von 0,05 übersteigt.

Das Ergebnis des t-Tests bei unabhängigen Stichproben lieferte letztendlich einen p-Wert von 0,582. Dies wiederum bedeutet, dass bei einem Signifikanzniveau von 0,05 kein signifikanter Unterschied zwischen dem Wissenszuwachs in Klasse A und in Klasse D nachweisbar war. Dies wird ebenfalls durch die t-Statistik verdeutlicht, die mit 0,544 kleiner als der kritische t-Wert ist (Tabelle 8). Es wurde also auch in den Klassen A und D gezeigt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gesamtpunkte in den Erhebungen gibt.

Testparameter	Ergebnisse
p-Wert (zweiseitig)	0,582
t-Statistik	0,544
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,011

*Tab. 8: Testparameter (t-Test der Gesamtpunkteanzahlen von Klasse A und Klasse D)
Quelle: eigene Darstellung*

Schließlich wurden die Punkte der Lernenden bei den sechs Aufgabenstellungen der Erhebung separat analysiert und der Wissenszuwachs von Stichprobengruppe 1 und Stichprobengruppe 2 auf signifikante Unterschiede überprüft. Für die jeweiligen Daten waren alle Voraussetzungen für einen t-Test erfüllt, sodass dieser für alle sechs Aufgabenstellungen durchgeführt werden konnte. Die Ergebnisse der fünf durchgeführten t-Tests zeigten, dass es bei allen Aufgabenstellungen keine signifikanten Unterschiede bei den Mittelwerten gab (Tabelle 9), da die p-Werte bei allen Aufgaben das Signifikanzniveau von 0,05 übersteigen. Erneut zeigt sich, dass sich auch bei den jeweiligen Aufgabenstellungen der Erhebung keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Wissenserwerb durch die Lern-App und traditionellem Unterricht ergeben.

Aufgabe	Mittelwert (Gruppe 1)	Mittelwert (Gruppe 2)	p-Wert (zweiseitig)
1	1,48	1,43	0,717
2	3,43	3,61	0,187
3	1,41	1,36	0,712
4	2,57	2,55	0,893
5	1,33	1,48	0,308

*Tab. 9: p-Werte (t-Test der Punkte der einzelnen Aufgaben)
Quelle: eigene Darstellung*

6. Diskussion

Im Folgenden sollen nun mögliche Erklärungsansätze für die Ergebnisse der empirischen Untersuchung dargelegt und ausführlich diskutiert werden.

Zunächst muss noch einmal erwähnt werden, dass es sich bei allen vier untersuchten Klassen um unterschiedliche Schwerpunktklassen handelte. In Klasse A stehen seit Beginn des Schuljahres 2022/23 die Kreativität und diverse Projektarbeiten im Vordergrund. Dieser Zweig wird oft von Kindern gewählt, welche ein hohes Maß an Neugierde und Interesse an forschendem Lernen besitzen. Meistens sind die Schülerinnen und Schüler schon im frühen Alter eigenständiger und verfolgen das Unterrichtsgeschehen konzentrierter als andere Heranwachsende. Klasse B verfolgt einen sportlichen Schwerpunkt, weshalb sie täglich eine Unterrichtsstunde Bewegung und Sport erhalten sowie dazugehörige Projekte im Laufe des Schuljahres behandeln. Kinder, welche eine größere Bereitschaft zur körperlichen Aktivität haben, sind meistens in dieser Klasse vorzufinden. Zudem sind diese Schülerinnen und Schüler in Fächern wie Mathematik meist unruhiger, da sie stets den Drang haben, sich zu bewegen. Diese Tatsache kann in dieser Klasse zu verringerter Konzentration bei mathematischen Lerninhalten führen. Die unterschiedlichen Ergebnisse bei der Erhebung in Klasse A und Klasse B, welche beide traditionell unterrichtet wurden, können sich also auf die unterschiedlichen Schwerpunkte zurückführen lassen (Tabelle 5). Dennoch gibt dieser Aspekt noch keine aufschlussreiche Erklärung der (fehlenden) Unterschiede des Wissenszuwachs durch den Einsatz der Lern-App in Klasse C und Klasse D wieder.

Ein weiterer möglicher Erklärungsansatz stellt die Vielfalt an Mathematiklehrkräften, welche im Beobachtungszeitraum die mathematischen Inhalte mit den Klassen erarbeitet haben, dar. Klasse C, welche mit der Lern-App gelehrt wurde, erarbeitete die Inhalte mit einer anderen Mathematiklehrkraft als Klasse D, welche vom Autor selbst mit der Lern-App unterrichtet wurde. Zwar ließ der Autor der zweiten Lehrkraft die vollständige Unterrichtsplanung zukommen, jedoch erhielt dieser trotzdem wenig Einblick in das Unterrichtsgeschehen in der Klasse C. Dies gilt auch für die Klasse B, in welcher eine dritte Lehrperson traditionellen Unterricht gab. Da nur die beiden

Klassen A und D vom Autor unterrichtet wurden, verglich man daher zusätzlich die Ergebnisse der Erhebung von ausschließlich dieser beiden Klassen miteinander (Tabelle 5). Hierbei wurde ebenfalls festgestellt, dass es keine signifikanten Unterschiede beim Wissenszuwachs zwischen traditionellem Unterricht und Unterricht mit der Lern-App gibt. Aus diesem Grund liefert auch dieser Aspekt keine vollständige Erklärung für die vorliegenden Ergebnisse der Studie.

Der Hauptgrund für die nicht festgestellten Unterschiede lässt sich nicht auf die einzelnen Schwerpunkte der Klassen oder auf die unterschiedlichen Lehrkräfte, sondern auf die Aufgabenstellungen in der Erhebung zurückführen. Diese wurden vom Autor zu wenig selektiv gewählt, sodass der Einsatz von Technologie im Unterricht keine wesentlichen Vorteile bei der Erarbeitung der Aufgaben in der Erhebung brachte. Sie waren sehr an das Schulbuch und an den traditionellen Stil einer Schularbeit angelehnt. Aus diesem Grund erzielten Schülerinnen und Schüler, welche mit der Lern-App „Studyly“ die mathematischen Inhalte erlernten, keine besseren Ergebnisse als Lernende, die im traditionellen Stil gelehrt wurden. Ersichtlich wird dies, wenn man Aufgaben aus dem Schulbuch und aus der Lern-App mit den Aufgaben in der Erhebung vergleicht. Zu Aufgabe 1 in der Erhebung (siehe Anhang) werden nun in Abbildung 18 die Aufgaben, welche im Zuge des traditionellen Unterrichts aus dem Schulbuch geübt wurden, mit den Aufgaben, welche mit der Lern-App „Studyly“ erarbeitet wurden (Abbildung 19), miteinander verglichen.

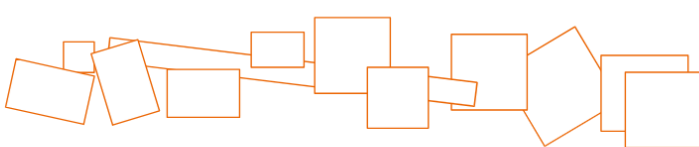
927	Konstruiere ein Quadrat ABCD mit der Seitenlänge 3 cm, beschrifte es und setze dann die Zeichen „ “ und „⊥“ richtig ein!
	a) AB <input type="checkbox"/> AD b) AC <input type="checkbox"/> BD c) BC <input type="checkbox"/> CD d) AD <input type="checkbox"/> BC
928	Kennzeichne alle Quadrate! Achtung, manche verstecken sich!
	
929	Konstruiere ein Rechteck mit den gegebenen Seitenlängen! Zeichne die beiden Diagonalen ein und miss ihre Länge!
	a) a = 84 mm, b = 35 mm b) a = 105 mm, b = 41 mm c) a = 56 mm, b = 90 mm
930	Konstruiere ein Quadrat mit der gegebenen Seitenlänge! Zeichne die Diagonalen ein und gib ihre Länge in Millimeter an!
	a) a = 4 cm b) a = 7 cm c) a = 35 mm d) a = 47 mm e) a = 55 mm f) a = 63 mm

Abb. 18: Übungsaufgaben aus dem Schulbuch „Das ist Mathematik 1“
Quelle: Humenberger et al., 2017: 221

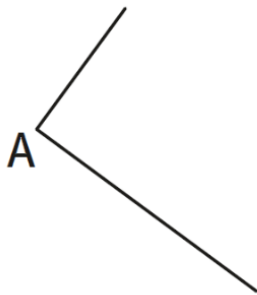
Rechteck und Quadrat konstruieren



Vervollständige die Figur (mit passender Beschriftung) zu einem ...

○ Unteraufgabe 1

... Rechteck!



Vergleiche dein Ergebnis anschließend mit den folgenden Antwortmöglichkeiten. Welche Figur ist die richtige?

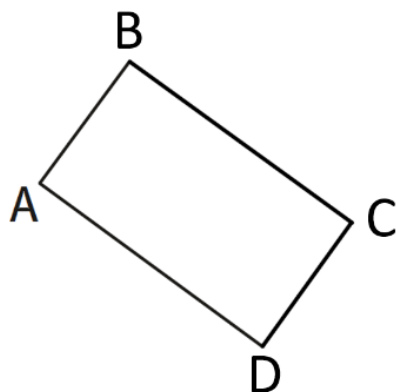
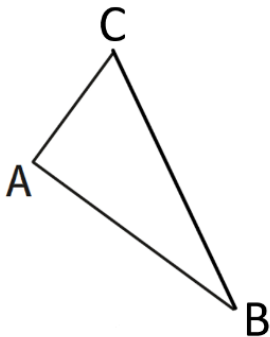
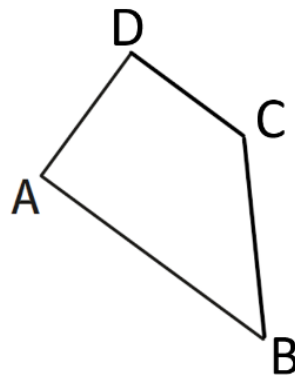
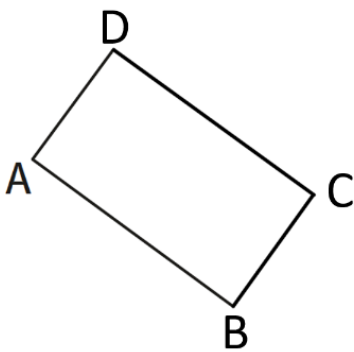


Abb. 19: Übungsaufgabe aus der Lern-App „Studyly“
Quelle: app.studyly.com

In Abbildung 18 sind Aufgaben aus dem Schulbuch „Das ist Mathematik 1“, welche im Zuge des traditionellen Unterrichts in Klasse A und Klasse B im Beobachtungszeitraum erarbeitet wurden, angegeben. Vergleicht man diese mit Aufgabe 1 in der Erhebung im Anhang, so erkennt man, dass diese Aufgabe sehr ähnlich formuliert ist wie jene im Schulbuch. Betrachtet man hingegen Abbildung 19, in welcher die dazugehörige Übungsaufgabe in „Studyly“ zu sehen ist, dann erkennt man sowohl im Format als auch in der Formulierung der Aufgabenstellung deutliche Unterschiede. Dieser Vergleich soll exemplarisch für alle weiteren Aufgaben in der Erhebung dienen. Es ist also festzuhalten, dass die Aufgaben der Erhebung den Aufgaben im Schulbuch ähnlicher sind als den Aufgaben in „Studyly“. Aufgrund dessen brachte der Einsatz der Lern-App keine deutlichen Vorteile für die Schülerinnen und Schüler, welche mit dieser im Beobachtungszeitraum unterrichtet wurden. So lassen sich auch die Ergebnisse der empirischen Untersuchung erklären, warum sich nämlich keine signifikanten Unterschiede bei den Ergebnissen in der Erhebung gezeigt haben.

Erwähnen möchte der Autor aber trotzdem, dass es in einer Aufgabe der Erhebung zu einem Unterschied im mathematischen Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler kam. Betrachtet man die p-Werte in Tabelle 9 noch einmal genauer, so kann man feststellen, dass dieser für Aufgabe 2 dem Signifikanzniveau von 0,05 am nächsten kommt. Bei dieser Aufgabe konnten die Schülerinnen und Schüler, welche mit der Lern-App unterrichtet wurden, ein besseres durchschnittliches Ergebnis erzielen als Lernende, die traditionell gelehrt wurden. Dies lässt sich sowohl auf das Format als auch auf die Inhalte der Aufgabe zurückführen, welche durch die Lern-App besser herausgearbeitet wurden. Anhand von Aufgabe 2 könnte man also behaupten, dass die Technologie bei dieser Aufgabenstellung einen Vorteil verschafft und zu einem besseren Wissenszuwachs bei Schülerinnen und Schülern führt.

7. Fazit

Auf Basis der Ergebnisse dieser Arbeit kann nicht bestätigt werden, dass der Einsatz von digitaler Technologie, insbesondere durch Lern-Apps, zu einem höheren Wissenszuwachs bei Schülerinnen und Schülern im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsmethoden im Mathematikunterricht führt. Die Ergebnisse zeigen exemplarisch aber auch, dass es beim Einsatz von digitalen Medien im Mathematikunterricht zu keinem schlechteren Wissenszuwachs bei Lernenden kommt als in traditioneller Unterrichtsweise. Die angeführten Vorteile von Apps im Mathematikunterricht lassen sich zum Teil bestätigen, da die Konzentration sowie die Motivation bei Schülerinnen und Schülern, welche mit digitaler Technologie unterrichtet wurden, höher ist als bei anderen Lernenden. Des Weiteren wurde im beobachteten Zeitraum der Untersuchung vom Autor keine Störungen oder Ablenkungen durch Apps bei Schülerinnen und Schülern festgestellt. Dies wiederum bestätigt nicht die Annahme, dass Apps ein zu hohes Störungs- und Ablenkungspotenzial im Schulunterricht hätten.

Auf ein ähnliches Ergebnis kam die Untersuchung einer Masterarbeit der Universität Wien von Magdalena Edlinger. Sie berichtet ebenso, dass kein höherer Lernzuwachs bei Schülerinnen und Schülern durch den Einsatz von digitalen Medien im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsmethoden einhergeht (vgl. Edlinger, 2023: 78). Ihre Untersuchung baute jedoch auf einem anderen Studiendesign auf, in welchem sie zunächst eine Ist-Stand-Erhebung für die Erfassung des Vorwissens der Lernenden und nach dem Beobachtungszeitraum eine End-Erhebung für die Erfassung des Lernzuwachses durchführte. Außerdem untersuchte sie eine andere Schulstufe, andere mathematische Themengebiete und zog eine kleinere Stichprobe an Probandinnen und Probanden als in der vorliegenden Arbeit. Diese Unterschiede muss man beim Vergleich der erlangten Ergebnisse der beiden Masterarbeiten unbedingt berücksichtigen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Lernen mit Hilfe digitaler Technologie durchaus seine Berechtigung hat und dieses im Schulunterricht weiterhin gezielt verfolgt werden sollte. Auch wenn die Ergebnisse der Arbeit keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Lernmethoden feststellen konnte, sollten Lehrpersonen weiterhin an einer Digitalisierung ihres Unterrichts arbeiten. Zudem sind im neuen Lehrplan der Unterstufe viele Vorschläge angegeben,

in welchen mathematischen Themengebieten digitale Technologie sinnvoll eingesetzt werden kann und auch angewendet werden sollte. Zuletzt verfolgt der Einsatz von digitalen Medien nicht nur das Ziel, Lernerfolge oder eine höhere Motivation im Schulunterricht zu erzielen, sondern er beabsichtigt auch den Aufbau digitaler Kompetenzen, welche junge Heranwachsende im späteren gesellschaftlichen Leben unbedingt benötigen. Diese Kompetenzen sollen daher nicht nur in den Unterrichtsfächern wie „Informatik“ oder „Digitale Grundbildung“, sondern auch in allen anderen Unterrichtsfächern, unter anderem im Mathematikunterricht, erlangt werden.

8. Ausblick

In Bezug auf das Lehren und Lernen werden (technologische) Medien auch zukünftig eine zentrale Rolle im Mathematikunterricht spielen. Aufgrund der fortschreitenden Entwicklung von digitaler Technologie sind traditionelle Medien wie beispielsweise das Schulbuch oder die Tafel in Beziehung zu digitalen Medien neu zu bewerten. Inzwischen ist allerdings auch bekannt, dass bei digitalen Medien nur dann ein inhaltlicher Mehrwert zu erwarten ist, wenn die Unterrichtsprojekte auf Basis konzeptioneller und theoretischer Überlegungen erfolgen. Die alleinige Anwendung digitaler oder traditioneller Medien ohne zugrundeliegendes Konzept wird in der Regel zu keinen positiven Auswirkungen bezüglich des Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler im Unterricht führen (vgl. Schmidt-Thieme & Weigand, 2015: 486).

Auch der Autor erkennt das große Potenzial digitaler Medien in seinem Unterricht. Er wird diese weiterhin in seinem Mathematikunterricht verwenden und bei den im Lehrplan vorgeschlagenen Unterrichtsthemen sinnvoll miteinbeziehen. Er hat außerdem die Erfahrung gemacht, dass Schülerinnen und Schüler aufgrund der Arbeit mit Technologie mehr Freude an der Mathematik haben und dass die Lerninhalte nachhaltiger aufgenommen werden als durch traditionelle Unterrichtsmethoden. Zuletzt ist er der Ansicht, dass, wenn den Schülerinnen und Schülern digitale Endgeräte für den Unterricht vom österreichischen Bundesministerium zur Verfügung gestellt werden, diese auch in jedem Unterrichtsfach genutzt werden sollten. An der Schule des Autors in Niederösterreich wird erst seit wenigen Jahren der Einsatz des iPads realisiert. Dieser muss sich noch mehr entwickeln, um den Ansichten des Autors vollkommen zu entsprechen. Er ist jedoch zuversichtlich, dass sich der Einsatz dieser digitalen Geräte in jedem Unterrichtsfach in den nächsten Jahren noch stärker etablieren wird.

9. Quellen- und Literaturverzeichnis

APA (AUSTRIA PRESSE AGENTUR EG) (2022): öbv und Studyly: Zeitgemäßes Schulbuch und innovative App als Erfolgsrezept im Mathe-Unterricht. Online unter:

https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20220404_OT50044/oebv-und-studyly-zeitgemaesses-schulbuch-und-innovative-app-als-erfolgsrezept-im-mathe-unterricht#

(03.09.2023)

ALBERS C., MAGENHEIM J., MEISTER D. M. (2011): Schule in der digitalen Welt. Medienpädagogische Ansätze und Schulforschungsperspektiven. – Wiesbaden.

BASTIAN J., AUFENANGER S. (2017): Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien. – Wiesbaden.

BISHOP J., VERLEGER M. (2013): The Flipped Classroom: A Survey of the Research. – Atlanta. Online unter: <https://peer.asee.org/the-flipped-classroom-a-survey-of-the-research> (02.11.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (o. J.): Zentrale Reformen und Projekte. Online unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp.html> (16.08.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2018a): Digitale Schule. Online unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi.html> (16.08.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2018b): Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen. Online unter:

<https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/mp.html> (16.08.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2020a): 8-Punkte-Plan. Online unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/8punkte.html> (16.08.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2020b): Das Portal Digitale Schule. Online unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/pods.html> (16.08.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2022a): Das Pädagogik-Paket. Zeitgemäß. Transparent. Fair. Online unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/pp.html> (16.08.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2022b): Lehrpläne NEU. Online unter: <https://www.paedagogikpaket.at/massnahmen/lehrplaene-neu.html> (01.11.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2023a): Lehrplan der allgemeinbildenden höheren Schule. Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_1/Anlagen_0012_E1BFCE67E8B_4ACF_AEFD_3EC871222138.html (01.11.2023)

BMBWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (2023b): Gütesiegel Lern-Apps. Online unter: <https://www.guetesiegel-lernapps.at/> (23.04.2023)

BÜCHTER A., GLADE M., HEROLD-BLASIUS R., KLINGER M., SCHACHT F., SCHERER P. (2019): Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht. Konzepte und Beispiele aus Forschung und Praxis. – Wiesbaden.

Du Bois H. (2005): Der Computer in Schule und Unterricht. Eine Befragung baden-württembergischer Lehrer. – Tübingen. Online unter: https://bibliographie.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/47530/pdf/Disskomplett_v8_060407Endfassung_v2N4.pdf (30.10.2023)

EBNER S. (2022): Digitale Medien im Mathematikunterricht in der Sekundarstufe 1 – Einsatz interaktiver digitaler Materialien am Beispiel des Bruchrechnens in der 5. Schulstufe. – Masterarbeit: Pädagogische Hochschule Oberösterreich. Online unter: <https://epub.jku.at/obvulihs/download/pdf/8065701?originalFilename=true> (03.11.2023)

EDLINGER M. (2023): 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. – Masterarbeit: Universität Wien. Online unter: <https://services.phaidra.univie.ac.at/api/object/o:1631044/get> (04.11.2023)

FÄRMANN H. (2020): Digitale Schule. Der 8-Punkte-Plan für den digitalen Unterricht. Online unter:

https://digitaleslernen.oead.at/fileadmin/Dokumente/digitaleslernen.oead.at/Dokumente_fuer_News/201015-4_Folder_Digitale_Schule_DINlang_A4_BF.pdf (30.10.2023)

FÜRST R. A. (2020): Zukunftsagenda und 10 Thesen zur Digitalen Bildung in Deutschland. In: FÜRST R. A. (Hrsg.): Digitale Bildung und Künstliche Intelligenz in Deutschland. Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftsagenda. – Wiesbaden (S. 301 – 347).

HAGER J. (2020): Mathe online lernen und besser werden. - In: Kurier. Online unter:

<https://kurier.at/freizeit/leben-liebe-sex/mathe-online-lernen-und-besser-werden/400784207> (07.07.2023)

HILLMAYR D., REINHOLD F., ZIERNWALD L., REISS K. (2017): Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit. – Münster. Online unter:

https://www.pedocs.de/volltexte/2018/15482/pdf/Hillmeyr_2017_Digitale_Medien_im_mathe_matisch_naturwissenschaftlichen_Unterricht.pdf (03.11.2023)

HUMENBERGER H. (Hrsg.), HASIBEDER J., HIMMELSBACH M., SCHÜLLER-REICHL J., LITSCHAUER D., GROß H., AUE V. (2017): Das ist Mathematik 1. – Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch.

JANCZYK M., PFISTER R. (2013): Inferenzstatistik verstehen. Von A wie Signifikanztest bis Z wie Konfidenzintervalle. – Berlin.

LACHMAYR N., LITSCHEL V., MAYERL M. (2016): Erwachsenenbildung in Niederösterreich: Bessere Erreichbarkeit weiterbildungsferner Personen. Online unter:

https://noe.arbeiterkammer.at/service/zeitschriftenundstudien/bildung/Weiterbildungsferne_Studie_2016_Langfassung.pdf (01.11.2023)

LADEL S., KNOPF J., WEINBERGER A. (2018): Digitalisierung und Bildung. – Wiesbaden.

MASSMANN C., HOFSTETTER A. (2020): AI-pocalypse now? Herausforderungen Künstlicher Intelligenz für Bildungssystem, Unternehmen und die Workforce der Zukunft. In: FÜRST R. A. (Hrsg.): Digitale Bildung und Künstliche Intelligenz in Deutschland. Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftsagenda. – Wiesbaden (S. 167 – 220).

MATHEARENA (2023): MatheArena - Die Features im Detail. Online unter: <https://www.mathearena.com/app-classic/> (04.11.2023)

MILLER T. (2019): Fördert die App Mobbing unter Jugendlichen? In: Stuttgarter Zeitung. Online unter: <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.anonyme-nachrichten-per-tellonym-foerdert-die-app-mobbing-unter-jugendlichen.74d0047f-7e04-47ce-a0ff-80042dfa6af9.html> (02.11.2023)

MORMANN R. (2021): Was ist eine App? Definition & Bedeutung. Online unter: https://praxistipps.chip.de/was-ist-eine-app-definition-bedeutung_41316 (20.04.2023)

OAK (ONLINE AKADEMIE) (2022): Bildung – Was ist das eigentlich? – Köln. Online unter: <https://www.bildungsexperten.net/wissen/was-ist-bildung/> (02.09.2023)

OEAD (ÖSTERREICHISCHE AGENTUR FÜR BILDUNG UND INTERNATIONALISIERUNG) (o. J.): Lern-Apps. Online unter: <https://lernapps.oead.at/> (20.04.2023)

öbv (ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH) (2023a): Der neue Lehrplan. – Wien. Online unter: <https://www.oebv.at/neuer-lehrplan-mathe-hoch-2> (12.08.2023)

öbv (ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH) (2023b): Studyly – die interaktive Mathe-App. – Wien. Online unter: <https://www.oebv.at/digitale-produkte/studyly> (07.07.2023)

PALLACK A. (2018): Digitale Medien im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I + II. – Berlin.

SCHAUMBERG H. (2015): Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule. Medienpädagogische und -didaktische Perspektiven. – Gütersloh. Online unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Chancen_Risiken_digitale_Medien_2015.pdf (03.11.2023)

SCHIEDL W. (2015): Smartphones und Apps im GW-Unterricht. Ein Test, viele Erfahrungen. – In: GW-Unterricht 137, 61–68.

SCHMIDT-THIEME B., WEIGAND H.-G. (2015): Medien. In: BRUDER R., HEFENDESHL-HEBEKER L., SCHMIDT-THIEME B., WEIGAND H. (Hrsg.): Handbuch der Mathematikdidaktik. – Berlin (S. 461 – 490).

SCHRANZ P. (o. J.): Tableteinsatz im Mathematikunterricht – ein Erfahrungsbericht. Online unter: <https://docplayer.org/11315600-Ein-erfahrungsbericht.html> (03.09.2023)

STATISTA RESEARCH DEPARTMENT (2023): Anteil der Haushalte in Österreich mit Internetzugang von 2002 bis 2023. Online unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153262/umfrage/haushalte-mit-internetzugang-in-oesterreich/> (02.11.2023)

STRAUB J. (2021): Top 10 Mathe-Apps für Grundschüler. Online unter: <https://insights.gostudent.org/top-10-mathe-apps-fuer-grundschueler> (02.09.2023)

STUDYLY (2023): Studyly – die interaktive Mathematik-App. – Wien. Online unter: <https://studyly.com/at> (04.11.2023)

10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen (BMBWF, 2018b)	17
Abb. 2: MatheArena Classic – Logo (app.mathearena.com)	32
Abb. 3: MatheArena Classic – mathematische Themengebiete und Beispielaufgabe zu Gleichungen (app.mathearena.com)	33
Abb. 4: MatheArena Classic – Belohnungssystem (app.mathearena.com).....	33
Abb. 5: Konstruktion eines Dreiecks und des Schwerpunkts in GeoGebra	36
Abb. 6: Verändertes Dreieck & veränderte Position des Schwerpunkts durch den Zugmodus ..	36
Abb. 7: Trend des Tagesumsatzes eines Kleinunternehmens im Zeitraum 01.02. bis 10.02.	37
Abb. 8: Auswahlmenü der Aufgaben für Lehrpersonen in „Studyly“ (app.studyly.com)	50
Abb. 9: Einstellungen für Aufgaben in „Studyly“ (app.studyly.com)	50
Abb. 10: Beispiel einer Übungsaufgabe zum Thema „Quadrat“ in „Studyly“ (app.studyly.com) .	51
Abb. 11: Beispiel einer Übungsaufgabe zum Thema „Umfang“ in „Studyly“ (app.studyly.com) .	52
Abb. 12: Beispiel einer Zusammenfassung in „Studyly“ (app.studyly.com)	53
Abb. 13: Unterrichtsplanung – allgemeiner Einstieg in das Thema	55
Abb. 14: Unterrichtsplanung – traditioneller Unterricht	56
Abb. 15: Unterrichtsplanung – Unterricht mit der Lern-App „Studyly“	57
Abb. 16: Geschlechterverteilung der vier Klassen	61
Abb. 17: Vergleich der erreichten Gesamtpunkteanzahlen von Gruppe 1 und Gruppe 2	67
Abb. 18: Übungsaufgaben aus dem Schulbuch „Das ist Mathematik 1“ (Humenberger et al., 2017: 221).....	72
Abb. 19: Übungsaufgabe aus der Lern-App „Studyly“ (app.studyly.com)	73

11. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Prozentuale Ausstattung mit Computern an Gymnasien, Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg im Zeitraum 1983 bis 1989 (du Bois, 2005: 46)	5
Tab. 2: Punkteverteilung der Aufgaben in der Erhebung	62
Tab. 3: Erhobene Daten der Klasse A und der Klasse B	63
Tab. 4: Erhobene Daten der Klasse C und der Klasse D	64
Tab. 5: Durchschnittliche Gesamtpunkte der Erhebungen in den vier Klassen.....	65
Tab. 6: Deskriptive Statistik der Erhebung in Gruppe 1 und Gruppe 2	66
Tab. 7: Testparameter (t-Test der Gesamtpunkteanzahlen der beiden Stichprobengruppen)....	69
Tab. 8: Testparameter (t-Test der Gesamtpunkteanzahlen von Klasse A und Klasse D).....	70
Tab. 9: p-Werte (t-Test der Punkte der einzelnen Aufgaben)	70

12. Anhang

12.1. Zustimmung der Schulleitung

Sehr geehrte Frau Direktorin!

Im Zuge meiner Masterarbeit an der Universität Wien plane ich, Stephan Schmid, die Durchführung einer empirischen Forschung in insgesamt vier ersten Klassen (fünfte Schulstufe) an Ihrer Schule und ersuche mit diesem Schreiben um Ihre Zustimmung für mein Vorhaben. Meine Masterarbeit befasst sich mit dem Einsatz von Apps im Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I sowie mit deren Auswirkungen auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler.

Forschungszeitraum: zwei Wochen (acht Unterrichtseinheiten)

Teilnehmende Klassen: 1A, 1B, 1C, 1D

Projektbeschreibung und Testverfahren: Im angeführten Forschungszeitraum sollen alle teilnehmenden Klassen in den gleichen mathematischen Themengebieten von ihren jeweiligen Mathematiklehrkräften unterrichtet werden. Während die Themen in zwei Klassen mit Hilfe digitaler Medien erarbeitet werden, sollen die Themen in den anderen beiden Klassen durch traditionelle Unterrichtsmethoden unterrichtet werden. Am Ende des Untersuchungszeitraums soll eine Erhebung mittels eines schriftlichen Tests durchgeführt werden. Die Erhebung verläuft anonym und die erhobenen Daten und Informationen gelangen ausschließlich an mich. Die Daten werden somit in anonymisierter Weise für meine Masterarbeit verwendet, weshalb ein wissenschaftlicher und vertraulicher Umgang mit diesen gewährleistet ist. Außerdem ist anzumerken, dass diese Erhebung keinerlei Auswirkungen auf die Leistungsbeurteilung der Schülerinnen und Schüler hat. Schließlich wird vor Beginn meiner Forschung eine Einverständniserklärung an die Eltern ausgegeben und mein Vorhaben nur mit deren Einwilligung umgesetzt.

Ich bitte nun höflichst um Ihre Erlaubnis, mein Forschungsprojekt realisieren zu dürfen. Durch Ihre Unterschrift stimmen Sie meinem Forschungsvorhaben zu und bestätigen dieses.

Mit freundlichen Grüßen

Stephan Schmid, BEd

Datum: _____ Unterschrift der Direktorin: _____

12.2. Einverständniserklärung an die Erziehungsberechtigten

Sehr geehrte Eltern der Klassen 1A, 1B, 1C und 1D!

Mein Name ist Stephan Schmid und ich unterrichte seit September 2022 an der Schule Ihres Kindes. Derzeit studiere ich Lehramt Mathematik sowie Geographie und wirtschaftliche Bildung an der Universität Wien und bin aktuell dabei, meine Masterarbeit zu verfassen. Im Rahmen meiner Masterarbeit möchte ich eine empirische Untersuchung in der Klasse Ihrer Tochter bzw. Ihres Sohnes durchführen. Das Thema meiner Arbeit ist die Beforschung von unterschiedlichen Unterrichtsmedien im Mathematikunterricht sowie deren Auswirkungen auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler. Die wissenschaftliche Untersuchung wird in einem Zeitrahmen von acht Unterrichtseinheiten stattfinden, wobei am Ende eine Erhebung mittels eines schriftlichen Tests durchgeführt wird. Wichtig anzumerken ist, dass diese Erhebung von den Schülerinnen und Schülern vollkommen anonym auszufüllen sein wird und die erhaltenen Daten und Informationen ausschließlich für meine Masterarbeit verwendet werden. Diesbezüglich sind also ein wissenschaftlicher und vertraulicher Umgang mit diesen Daten von mir gewährleistet. Außerdem möchte ich klarstellen, dass diese Erhebung keine Auswirkungen auf die Leistungsbeurteilung Ihres Kindes haben wird.

Ich bitte Sie nun höflichst, mich bei meiner Masterarbeit zu unterstützen, den angeführten Abschnitt auszufüllen und an mich zu retournieren. Je mehr Schülerinnen und Schüler bei meiner Untersuchung teilnehmen, desto aufschlussreicher werden meine Ergebnisse sein. Sollten Sie Fragen haben, dann können Sie mich sehr gerne per E-Mail kontaktieren.

Herzlichen Dank für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

Stephan Schmid, BEd

Hiermit bestätige ich, dass meine Tochter/mein Sohn _____

an der Erhebung zur Beforschung von unterschiedlichen Unterrichtsmedien im

Mathematikunterricht teilnehmen darf.

JA

NEIN

Datum: _____ Unterschrift des/der Erziehungsberechtigten: _____

12.3. Erhebung

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

In der folgenden Untersuchung findest du insgesamt **fünf Aufgabenstellungen**. Lies dir bitte alle Aufgaben sorgfältig durch und versuche, so viele wie möglich von ihnen zu beantworten. Falls du bei einer Aufgabe nicht weiterweißt, so kannst du sie auslassen.

Wichtig zu erwähnen ist, dass diese Erhebung **anonym** ist, **nicht** benotet wird und auch **nicht** in deine Leistungsbeurteilung in Mathematik miteinfließt!

Vielen Dank für deine Teilnahme an meiner empirischen Untersuchung!

Aufgabe 1:

Konstruiere ein Rechteck mit den Seitenlängen $a = 52 \text{ mm}$ und $b = 31 \text{ mm}$.

Zeichne anschließend die **beiden Diagonalen** des Rechtecks ein und **miss die Länge einer Diagonale ab!** (2 Punkte)

Konstruktion:

Länge der Diagonale: _____ mm

Aufgabe 2:

Kreuze an, welche Aussage **richtig** und welche Aussage **falsch** ist! (4 Punkte)

	richtig	falsch
Die Seitenlängen eines Quadrats sind unterschiedlich lang und stehen aufeinander normal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Diagonalen eines Rechtecks halbieren einander und sind gleich lang.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gegenüberliegende Seiten eines Rechtecks sind gleich lang und parallel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Diagonalen eines Quadrats schneiden einander in einem rechten Winkel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aufgabe 3:

Berechne den **Umfang** und den **Flächeninhalt** eines Quadrats mit **Seitenlänge** $a = 28 \text{ mm}$.

Gib **beide Rechnungen** an! (2 Punkte)

Umfang: _____ mm

Flächeninhalt: _____ mm^2

Aufgabe 4:

Löse folgende **Gleichungen**! (3 Punkte)

$$27 = x - 25 \quad x = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$4 \cdot y = 48 \quad y = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$50 + z + 13 = 85 \quad z = \underline{\hspace{2cm}}$$

Aufgabe 5:

Auf einem Spielplatz befinden sich x Mädchen und y Burschen. Es sind 8 Burschen weniger auf dem Spielplatz als Mädchen. Stelle hierfür eine **Gleichung** auf! (2 Punkte)

Gleichung: _____

Gib **eine mögliche Anzahl** von Burschen und Mädchen an, damit diese Gleichung erfüllt ist!

$$x = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$y = \underline{\hspace{2cm}}$$