

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Veränderungen der Technologienutzungsgewohnheiten im
Mathematikunterricht der Sekundarstufe II
am Beispiel Höherer Lehranstalten für wirtschaftliche Berufe

verfasst von | submitted by

Lisa Pacchiani BEd

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

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 199 520 525 02

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

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

Betreut von | Supervisor:

Mag. Dr. Christian Dorner BSc

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich bei Mag. Dr. Christian Dorner, BSc für die Betreuung meiner Masterarbeit bedanken. Er gab mir die Möglichkeit, mich mit dem Themengebiet Technologie im Kontext des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe II näher zu befassen. Mit stets konstruktivem und wertschätzendem Feedback wurde ich bei der Erstellung meiner Arbeit unterstützt.

Besonderer Dank gilt außerdem meinen Eltern, die mir immer liebevoll zur Seite standen und mein Vorhaben befürworteten. Meiner Großtante, die sich bis zuletzt um mein Wohlergehen während der Studienzeit bemühte und sich für meine Tätigkeit interessierte. Und meiner Schwester, auf deren Unterstützung ich immer zählen konnte.

Meine Studienzeit wurde von guten Freundschaften geprägt, die mich auf meinem Weg begleiteten. Ein besonderer Dank geht dabei an meine Studienkolleg*innen, die mich an ihrem Wissen teilhaben ließen und mir die Zeit auf der Universität erleichtert haben. Gemeinsam konnten wir uns weiterentwickeln und unseren persönlichen Zielen Stück für Stück näherkommen.

Abschließend möchte ich mich auch bei jenen Schulen, Schulleitungen und Mathematiklehrkräften sowie deren Schüler*innen bedanken, die meine Forschungstätigkeit unterstützt und empirisch gestützt haben – danke!

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Kurzfassung.....	IV
1 Einleitung.....	1
2 Technologieeinsatz im Mathematikunterricht.....	2
2.1 Digitale Medien	2
2.2 Digitale Kompetenz als Aspekt der digitalen Grundbildung.....	3
2.3 Technologiebegriff.....	6
2.4 Arten von Technologie und Einsatzzwecke	6
2.5 Begriff Nutzungsgewohnheit.....	21
3 Tätigkeiten: Die acht Hauptaktivitäten	22
4 Motive für die Technologienutzung	27
5 Einflüsse auf die mathematische Leistung.....	30
5.1 Technologie.....	30
5.2 Lehrperson	30
5.3 Selbstwirksamkeitserwartung	31
6 Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe	34
6.1 Themen des Mathematikunterrichts	34
7 Forschungsdesign	36
7.1 Hypothesen	36
7.2 Stichprobe	37
7.3 Erhebungsinstrumente	38
7.4 Datenerhebung	51
7.5 Datenverarbeitung.....	52
8 Ergebnisse.....	53
8.1 Deskriptive Auswertung.....	53
9 Auswertung & Diskussion	65
9.1 Schulstufe und Technologienutzungshäufigkeit (H_1).....	65
9.2 Schulstufe und verwendete Technologie (H_2).....	68
9.3 Schulstufe und Tätigkeiten (H_3)	70
9.4 Schulstufe und Motive (H_4)	72

9.5	Schulstufe und Selbstwirksamkeitserwartung (H_5).....	74
9.6	Diskussion.....	75
10	Literaturverzeichnis.....	79
11	Abbildungsverzeichnis	84
12	Tabellenverzeichnis	85
13	Abkürzungsverzeichnis.....	86
14	Anhang	87
14.1	Bestätigung zur Datenerhebung.....	87
14.2	Einwilligung der Erziehungsberechtigten	89
14.3	Online-Fragebogen	90
14.4	Auswertung Rohdaten.....	95

Kurzfassung

Technologie wird zu einem immer wichtiger werden Faktor unserer Welt und darf dabei auch nicht Halt vor dem Bildungsbereich machen. Die hier vorliegende Arbeit geht der Frage nach, wofür Technologie im Mathematikunterricht an Höheren Lehranstalten für wirtschaftliche Berufe von den Schüler*innen genutzt wird und wie häufig diese zu technologischen Hilfsmitteln greifen. In einer Quasi-Längsschnittstudie wird beobachtet, ob sich das Verhalten im Laufe der fünf-jährigen Schullaufbahn verändert.

Mittels Fragebogenstudie werden die Lernenden zu ihren Gewohnheiten befragt und dabei wird in den meisten Bereichen ein positiver Trend in der Nutzungshäufigkeit von Technologie bei mathematischen Aufgabenstellungen beobachtet. Besonders beim Einsatz von Computer Algebra Systemen kann ein signifikanter Anstieg über den Lauf der Jahre entdeckt werden. Ähnlich ist dies bei der Verwendung von Technologie zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren in der Ebene zu sehen. Darüber hinaus werden auch die mathematischen Aktivitäten untersucht, bei denen Technologie eingesetzt wird. Dabei wird vor allem das Berechnen, Bewerten, und Begründen positiv hervorgehoben.

Als Motive für die Nutzung von Technologie lassen sich das Vermeiden von Rechenfehlern und Zeitersparnis postulieren. Zudem steigt auch die Selbstwirksamkeitserwartung mit zunehmenden Schulbesuchsjahren an und die Zuversicht im Umgang mit den mathematischen Aufgaben erhöht sich durch den Einsatz von technologischen Hilfsmitteln.

Abstract

Technology is becoming an increasing factor in this world, and it must not stop short of the educational sector. This thesis explores how students at HLW are using technology in mathematics classes and how frequently they turn to technological tools. A quasi-longitudinal study is conducted to observe whether students' behaviours change over their five-year academic journey.

Through a survey-based study, students were questioned about their habits, revealing a positive trend in the frequency of technology they use in mathematical tasks across most areas. A significant increase in the use of Computer Algebra Systems was observed over the years. Similarly, there is notable growth in the use of technology for drawing function graphs and geometric figures. The study also examines the activities where technology is employed, with calculation, evaluation, and justification being particularly emphasized.

The primary motives for using technology are identified as avoiding calculation errors and saving time. Moreover, the students' self-efficacy expectations rise over the years, and their confidence in handling mathematical tasks increases with the use of technological tools.

1 Einleitung

In einer Welt, die von Umbruch und Veränderung geprägt ist und in der Technologie nicht mehr wegzudenken ist, wurde diese in den letzten Jahren auch zu einem fixen Bestandteil des Schullebens. Lehrkräfte und Schüler*innen bedienen sich technischen und digitalen Hilfsmitteln in unterschiedlichen Unterrichtsfächern – so auch im Mathematikunterricht. Konnte in den 70er Jahren (Wynands, 1984) der wissenschaftliche Taschenrechner als technologische Unterstützung im Lernprozess Einzug halten, sind heute grafikfähige Taschenrechner oder Software wie GeoGebra nichtmehr aus dem Lernalltag wegzudenken.

Wie sich die Einführung des Taschenrechners (Wynands, 1984) und in weiterer Folge, die immer häufiger werdende Verwendung von technologischen Hilfsmitteln und digitalen Werkzeugen im Unterricht gestaltete, wurde bereits eingehend in verschiedensten Studien erforscht, die auf den folgenden Seiten kurz skizziert werden. Ob und welchen Mehrwert der Einsatz von Technologie mit sich bringt (Barzel, 2012) oder wie Lehrkräfte mit der Verwendung von technologischen Hilfsmitteln zurecht kommen (Ozgün-Koca, 2010) lässt sich in der Forschung bereits finden.

Doch wofür verwenden die Lernenden, die im Mathematikunterricht eingesetzten Technologie(n)? Wie häufig wird Technologie genutzt und verändert sich diese Nutzungsgewohnheit während der Schullaufbahn? Für welche mathematischen Tätigkeiten wird Technologie vermehrt herangezogen und in welchen Bereichen greifen die Schüler*innen nicht auf technologische Unterstützung zurück?

Diesen Fragen soll die hier vorliegende Arbeit mittels Fragebogenstudie nachgehen. Da eine umfangreiche Befragung aller Schüler*innen den Rahmen sprengen würde, wurde der Fokus auf den Schultyp HLW gelegt und vier niederösterreichische Schulen exemplarisch herausgegriffen, die an der Erhebung teilnehmen.

2 Technologieeinsatz im Mathematikunterricht

2.1 Digitale Medien

Medien gelten als Transporteure von Informationen und helfen im Unterricht dabei, Inhalte des Lehrens und Lernens weiterzugeben. Sie zählen zu den Vermittlern beim Entdecken von (mathematischen) Begriffen und Zusammenhängen. Neben Sprache, Mimik oder Gestik werden im Mathematikunterricht auch technische Medien, beispielsweise Geodreieck, Lineal, Beamer oder Computer verwendet (Bruder, et. al., 2015; Hirscher, 2010).

Medien lassen sich weiter in zwei Untergruppen, *traditionelle* und *digitale Medien*, unterteilen, die als Arbeits- aber auch als Anschauungsmittel verwendet werden können. Arbeitsmittel ermöglichen dem Nutzenden, Operationen mit mathematischen Objekten. Werkzeuge wie Zirkel, Lineal oder Software sind spezielle Arbeitsmittel, mit deren Anwendungsmöglichkeiten auf mathematische Objekte eingewirkt werden kann. Anschauungsmittel repräsentieren mathematische Inhalte, auf die die Benutzer nicht direkt einwirken können, wie beispielsweise das Schulbuch oder Körpermodelle (Barzel et al., 2008; Schmidt-Thieme & Weigand in Bruder, et. al., 2015).

Zu den gängigen digitalen Medien zählen im Mathematikunterricht neben dem Taschenrechner, auch der Computer, das Whiteboard oder Projektionsmöglichkeiten sowie Software und digitale Bücher. Sie unterscheiden sich von traditionellen Medien durch die Möglichkeit, schnell dynamische Darstellungen erzeugen zu können und diese interaktiv zu bearbeiten und zu verändern. Dabei lassen sich verschiedene Darstellungsformen miteinander verknüpfen oder vergleichen und dynamisch erkunden.

Dadurch lässt sich auch eine Veränderung der typisch-mathematischen Arbeitsweise feststellen, die sich vom eigenständigen Tun mit Stift und Papier, Geodreieck und Zirkel in den digitalen Raum verlagert. Hierbei wird vor allem der Umgang mit Symbolen, Graphen, Linealen und Tabellen essenziell. Die Tätigkeit geht vom Darstellen der Ausgangssituation in das Eingeben von Zieloperationen über. Dabei wird das Hauptaugenmerk weniger auf (kalkülhaft-rechnerische) Fertigkeiten gelegt, sondern auf die Interpretation der (digital generierten) Ergebnisse (Barzel, et. al., 2008).

2.2 Digitale Kompetenz als Aspekt der digitalen Grundbildung

Technisierung und Digitalisierung führen zur Erweiterung von Kompetenzen im Umgang mit Medien und Technologien. Auch für den Bildungsbereich wird das Arbeiten mit digitalen Anwendungen immer wichtiger, weshalb die Notwendigkeit der digitalen Grundbildung im österreichischen Schulsystem als Unterrichtsfach in der Sekundarstufe I Anklang fand. Auch die Europäische Union nahm sich dem an und fügte die digitale Kompetenz zu den Grundfertigkeiten, die beispielsweise Lesen oder Schreiben beinhalten, hinzu (Baumgartner, et. al., 2015).

Die digitale Kompetenz wird zudem als Bildungsziel definiert, um in der Gesellschaft partizipieren zu können. Dazu gehört neben der Vermittlung von Chancen und Möglichkeiten, die digitale Medien bieten, auch die Aufklärung von Gefahren- und Risikofaktoren (Gerick, et. al., 2015). Einen wichtigen Beitrag dazu soll das Unterrichtsfach *Digitale Grundbildung* liefern. Ziele stellen die Aus- und Weiterbildung von Medienkompetenz, Anwendungskompetenz und informatischer Kompetenz dar, die die Schüler*innen zu mündigen Mitgliedern des 21. Jhdt. machen sollen. Die digitale Grundbildung arbeitet eng verschränkt mit den anderen Unterrichtsfächern, wie beispielsweise dem Mathematikunterricht, zusammen und soll dabei eine gute Ausgangslage schaffen, um die Arbeit mit technischen Hilfsmitteln zu erleichtern. Einen besonders wichtigen Aspekt stellt in diesem Zusammenhang das forschende und spielerische Lernen dar. Dabei sollen die Schüler*innen der Sekundarstufe I folgende Kompetenzen erlangen (Lehrplan Digitale Grundbildung, BMBWF, 2022a):

- **Orientierung** – gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung sollen analysiert und reflektiert werden können. Dabei wird der Unterschied zwischen analog und digital erkundet und Funktionsweisen von Eingaben, Verarbeitung und Ausgaben digitaler Endgeräte betrachtet. Die Schüler*innen können mit verschiedener Hardware und Software umgehen und diese in ihren Grundfunktionen bedienen sowie ihr Nutzungsverhalten analysieren, reflektieren und hinterfragen (Lehrplan Digitale Grundbildung, BMBWF, 2022a).

- **Information** – verantwortungsvoller Umgang mit Daten, Informationen und deren Verarbeitungssystemen. Die Schüler*innen wissen, wie sie mit einem digitalen Endgerät Informationen kopieren, abspeichern und abrufen oder löschen können. Die Schüler*innen können Daten erfassen, filtern und damit arbeiten sowie Zusammenhänge interpretieren und ableiten (Lehrplan Digitale Grundbildung, BMBWF, 2022a).
- **Kommunikation** – mit informatischen und medialen Systemen kommunizieren und kooperieren können. Die Schüler*innen kennen verschiedene, digitale Kollaborations- und Kommunikationswerkzeuge und können diese sinnvoll nutzen. Die Schüler*innen können mit Kommunikationsmedien umgehen und ihre Einflüsse auf das Leben und die Gesellschaft erkennen und reflektieren. Zudem können die Lernenden die Funktionsweisen von cloudbasierten Systemen erklären, kritisch reflektieren und verantwortungsvoll im digitalen Raum unter Einhaltung des Urheberrechts kommunizieren (Lehrplan Digitale Grundbildung, BMBWF, 2022a).
- **Produktion** – digitale Inhalte eigenständig erstellen und veröffentlichen sowie Probleme und Muster erkennen. Die Schüler*innen können Handlungsanweisungen ausführen, Algorithmen erkennen und teilweise selbstständig formulieren. Darüber hinaus können sie darstellen, wie Daten gespeichert und verarbeitet werden, indem sie Repräsentanten verwenden. Verschiedene Darstellungsformen können auf ihre Wirkung überprüft werden und die Wahl der Darstellung kann auf ihre Vor- und Nachteile reflektiert werden. Die Schüler*innen können Programme erstellen, die sie anschließend ausführen und testen sowie auf Fehler kontrollieren. Sie können audiovisuelle Inhalte erzeugen und analysieren. Die Schüler*innen können mit Software-Applikationen arbeiten und zielführend Aufgabenstellungen lösen (Lehrplan Digitale Grundbildung, BMBWF, 2022a).
- **Handeln** – das Angebot und die damit verbundenen Handlungsmöglichkeiten können von den Schüler*innen verantwortungsbewusst genutzt und eingesetzt werden. Die Schüler*innen kennen Mediennutzungsformen und ihre Stellung in

der Gesellschaft und können Systeme zur Lösung von Problemstellungen verwenden. Zudem können sie modellieren, wie Systeme zusammenarbeiten und Daten austauschen. Sie kennen die Beteiligung von Technologie im Prozess der digitalen Kommunikation und im gesellschaftlichen Diskurs. Sie können technische Konfigurationen reflektieren und lenken und Vorkehrungen treffen, um im Kontext digitaler Vernetzung selbstbestimmt zu agieren (Lehrplan Digitale Grundbildung, BMBWF, 2022a).

Die oben genannten Kompetenzen erfüllen einen wichtigen Beitrag, um das Arbeiten mit digitalen Medien und Technologien zu erlernen, die unter anderem auch im Mathematikunterricht der Unter- und Oberstufe angewendet und eingesetzt werden können.

Als eine Grundvoraussetzung eines technologiegestützten Mathematikunterrichts definiert Egger die Fertigkeit zum Umgang mit digitalen Arbeitshilfen, die in der digitalen Grundbildung erlernt wird (Egger, 2018). Zudem muss ein Zugang zu den technischen Materialien gegeben sein, wobei auch die Wahl des Endgerätes und der Anwendung eine große Rolle spielen, da sich nicht jede Anwendung und jedes Endgerät gleich gut für die Bearbeitung von Problemstellungen einsetzen lässt. Vergleichen und Beurteilen ist ein zentraler Inhalt der digitalen Grundbildung. Damit kann gewährleistet werden, dass digitale Medien für den eigenen Lernprozess von den Schüler*innen zielführend eingesetzt und reflektiert werden können (Egger, 2018).

Kapfer setzte sich in ihrer Diplomarbeit mit den digitalen Kompetenzen des Unterrichtsfaches auseinander, die im Mathematikunterricht Anklang finden (Kapfer, 2018). Für den technologiegestützten Mathematikunterricht ist in erster Linie der Umgang mit Hard- und Software (Kompetenzbereich: Orientierung) wichtig, sowie das Zurechtfinden in Programmen und das Bedienen einfacher Steuerelemente. Zudem lernen die Schüler*innen, wie sie Handlungsanleitungen ausführen und Algorithmen anwenden können (KB: Produktion). Auch das Interpretieren und Ableiten von Zusammenhängen sowie das Erfassen, Sortieren und Darstellen von Daten (KB: Information) ist eine Kompetenz, auf die im Mathematikunterricht (beispielsweise im Bereich Statistik) aufgebaut werden kann. Die Schüler*innen lernen zudem, wie sie Anwendungen auf ihre

Bedienermöglichkeiten reflektieren und können dadurch in weiterer Folge entscheiden, welche Vor- und Nachteile einzelne Technologien für die Bearbeitung konkreter Aufgabenstellungen haben bzw. womit sich effizienter arbeiten lässt (Kapfer, 2018).

2.3 Technologiebegriff

Mit dem Begriff *Technologie* bezeichnet man im Kontext des Mathematikunterrichts jene digitalen Hilfsmittel, die im Unterricht für das Bearbeiten mathematischer Aufgabenstellungen verwendet werden. Die hier vorliegende Arbeit verwendet den Technologiebegriff in Bezug auf die Geräte und Anwendungen, die im Mathematikunterricht Verwendung finden (Schmidt-Thieme & Weigand in Bruder, et. al., 2015).

So wird neben dem allgemeinen Technologiebegriff, unter den auch „gewöhnliche“ (wissenschaftliche) Taschenrechner fallen, der Begriff *Höhere Technologie* verwendet (Ruppert, et. al., 2013). Höhere Technologie bezeichnet Anwendungen, wie dynamische Geometrie Software, Computer Algebra Systeme oder Tabellenkalkulationsprogrammen unabhängig von dem Gerät, auf dem sie abgerufen und verwendet werden (Computer, Taschenrechner, Tablet...) (Schmidt-Thieme & Weigand in Bruder, et. al., 2015).

2.4 Arten von Technologie und Einsatzzwecke

Für den Einsatz von Technologie wurden in den vergangenen Jahrzehnten viele verschiedene Medien entwickelt. Diese sollen nun im Folgenden kurz vorgestellt werden. Sie lassen sich anhand ihrer Funktionen und Einsatzzwecke unterteilen. Dabei wird einerseits der Aufbau der einzelnen Technologien in den Blick genommen und andererseits auf die Ziele, die durch den Einsatz von Technologie in Unterricht erreicht werden sollen, eingegangen (Bruder, et. al., 2015).

2.4.1 Taschenrechner

Die Einführung des wissenschaftlichen Taschenrechners (TR) in den Mathematikunterricht der Oberstufe begann Ende der 1970er Jahre. Durch die Nutzung des TR sollen die Schüler*innen angeregt werden, sich experimentell und entdeckend einer Problemlösung anzunähern sowie eine konkrete numerische Ausgangsbasis für die Begriffsbildung zu schaffen. Weiter werden die Lernenden von Tätigkeiten entlastet, die

für die Lösung der vorliegenden Aufgabe nicht von zentraler Bedeutung sind, sondern rein rechnerischen und kalkülhaften Charakter haben. Im Gegenzug dazu wird das algorithmische Denken geschult und die Übungsphasen auf das mathematische Problem konzentriert (Bruder, et. al., 2015).

Der Einsatz von TR ist aber bis heute umstritten. Ein zu früh einsetzender Gebrauch im Mathematikunterricht wird dafür verantwortlich gemacht, dass Schüler*innen mangelhaftes mathematisches Grundwissen und Grundkönnen aufweisen. Bereits zu Beginn der Einführung des TR wurden Studien durchgeführt, die einen Zusammenhang von Rechenfertigkeiten und der Verwendung von TR untersuchen sollten. Wynands (1984) untersuchte beispielsweise Schüler*innen zwischen 13 und 15 Jahren und den Bereich der Grundrechnungsarten mit Überschlagsrechnungen und gewöhnlichen Bruchrechnungen. Dabei stellte er keinen negativen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des TR-Einsatzes und den Rechenfertigkeiten der Proband*innen fest. Jene Schüler*innen, die dazu neigten, öfters zum TR zu greifen, erzielten bei den Rechenaufgaben keine schlechteren Ergebnisse als jene, die den TR weniger oft verwendeten (Wynands, 1984).

Auch die Metastudie von Hattie (2013) beschäftigte sich u. a. mit der Nutzung von TR im Unterricht. Mathematische Kompetenzen lassen sich vor allem bei jenen Schüler*innen durch den Gebrauch eines TR fördern, wenn ihnen Hilfe bei der Bedienung des Geräts geboten wird. Dadurch lässt sich die kognitive Belastung, die durch den Rechenvorgang entsteht, mittels TR minimieren und die Lernenden können sich mehr auf das Problemlösen konzentrieren. Bei der Metaanalyse kristallisiert sich ein geringer, aber positiver Effekt bei der Nutzung von TR heraus. Dabei unterstützt die Verwendung von TR vor allem das schnellere Wiederholen der Unterrichtsstoffe beim Üben und das Kontrollieren von Ergebnissen. Durch die Nutzung der TR können sich die Lernenden auf mathematische Konzepte abseits des reinen kalkülhaften Rechnens konzentrieren.

Zudem stellt der TR ein wichtiges Objekt für einen effektiven Lernprozess dar, wenn er gezielt eingesetzt wird. Am höchsten ist der positive Effekt bei lernschwächeren Schüler*innen, da für sie die kognitive Belastung reduziert wird (Ellington, 2000).

2.4.1.1 Graphikfähige Taschenrechner

Die ersten graphikfähigen Taschenrechner (GTR) kamen Mitte der 80er Jahre in Umlauf. Durch sie können wechselseitige Beziehungen zwischen numerischen, symbolischen und graphischen Darstellungen entwickelt werden (Ruthven, 1990). GTR bieten die Möglichkeit, Kurven und Funktionsgraphen relativ rasch zu veranschaulichen. Zudem verfügen sie auch über die Funktion, numerische Verfahren durchzuführen und dabei Näherungslösungen von Gleichungen sowie Ableitungswerte von Funktionen an bestimmten Stellen zu berechnen (Bruder, et. al., 2015). Der GTR verfügt über eine Bandbreite an Werkzeugen für mathematische Tätigkeiten und lässt sich als Rechenwerkzeug einsetzen, bei dem der Benutzende die numerischen Ergebnisse bewerten muss. Als Transformationswerkzeug wird das Hauptaugenmerk von der Rechentätigkeit auf die Interpretation gelegt. Zudem können Messwerte/Daten gesammelt und eingetragen werden. Als Visualisierungswerkzeug kann der GTR zum Veranschaulichen von Funktionsgraphen eingesetzt werden und als Kontrollwerkzeug lassen sich Ergebnisse und Hypothesen überprüfen (Bruder, et. al., 2015; Doerr, et. al., 2000).

2.4.1.2 Taschencomputer

Als Taschencomputer (TC) werden jene TR bezeichnet, die über ein integriertes Computer Algebra System verfügen. Ein Beispiel dafür ist der TI 74. Er verfügt über eine umfangreiche Tastatur und einen Nummernblock, kann in die Tasche gesteckt werden und mit Programmmodulen erweitert werden. Zudem gibt es Speichermodule, wodurch komplexere Berechnungen (z. B. Tarifberechnung) durchgeführt werden konnten. Durch die Nutzung von TC wird befürchtet, dass das kalkülhafte Rechnen als Fertigkeit in den Hintergrund tritt, wenn nicht sogar verschwindet. Die bis zur Einführung von TR und TC vorherrschenden Tätigkeiten im Unterricht müssen an die Veränderung der Unterrichtsstruktur angepasst werden (Bruder, et. al., 2015).

TC stellten ein Zwischenglied zwischen den GTR und den heute üblicherweise verwendeten Softwares auf Tablets oder Laptops dar. Sie wurden zu Beginn des 21. Jhdt. im Mathematikunterricht eingesetzt, konnten sich aber nicht langfristig und flächendeckend durchsetzen. Grund dafür könnte die Konstruktion der Geräte sein, da sie oft umständlich in der Handhabung sind und ihr Preis sehr hoch ist. In der von Weigand (2006) durchgeführten Studie zu TC im Mathematikunterricht stellte sich heraus, dass

die Schüler*innen im Allgemeinen den Unterricht mit dem TC interessanter und abwechslungsreicher fanden. Die Lernenden geben jedoch nicht an, im Unterricht mehr gelernt zu haben und aktiver mitzuarbeiten, als wenn der Unterricht, ohne dass TC genutzt werden, durchgeführt wird. Auch der Unterricht im Allgemeinen bereitet den Schüler*innen nicht mehr Freude, wenn er durch den TC unterstützt wird. Die Schüler*innen benutzten den TC vorwiegend, um Graphen zu zeichnen und Rechenaufgaben zu kontrollieren, fanden jedoch vor allem den Aufbau und die Bedienung des Geräts nicht intuitiv gestaltet.

2.4.2 Dynamische Geometrie Software

Die erste Dynamische Geometrie Software (DGS) wurde 1988 veröffentlicht. Neben dem Vorreiter *CABRI-Géométrie*, werden heute vorwiegend *SketchUp*, *Cinderella*, *Dynageo* oder *GeoGebra* im Unterricht verwendet. Die Programme basieren auf Zirkel- und Lineal-Geometrie und werden durch Werkzeuge und Befehle, wie Dreieckskonstruktionen oder häufig benötigten, vorgefertigte Grundkonstruktionen (Parallele, Winkelhalbierende, ...) erweitert. Zudem werden Messfunktionen bereitgestellt, um Streckenlängen oder Winkelgrößen zu definieren. DGS unterscheiden sich von den analogen Zeichenwerkzeugen wie Dreieck und Bleistift durch die Möglichkeit, das Konstruierte (einfach) zu verändern oder Ortslinien von Punkten zu variieren. Darüber hinaus kann auf bestehende Konstruktionen zurückgegriffen werden, wobei sie sich einfach auf neue Aufgabenstellungen anpassen lassen. Durch diese dynamischen Möglichkeiten können Vermutungen bei der Findung von Beweisen oder anderen Problemlösungen einfach überprüft, ausprobiert und veranschaulicht werden. Der interaktive Charakter der Software, der die Verknüpfung der geometrischen Darstellungsebene mit einer symbolischen oder numerischen Darstellung ermöglicht, lässt es zu, unterschiedliche Beziehungen und Aspekte zwischen den Gebieten Algebra und Geometrie zu erforschen (Schmidt-Thieme & Weigand in Bruder, et. al., 2015).

Lernenden können mit diesem Konstruktionstool geometrische Figuren konstruieren und diese beliebig verändern. Mit dem Programm können Vermutungen schneller überprüft werden und viele, mögliche Fälle betrachtet werden, wodurch das Objekt selbst erfahrbarer wird und die Schüler*innen eigene, wichtige Vorstellungen bilden.

Durch das Arbeiten mit DGS wird der experimentelle Charakter des Mathematikunterrichts gefördert, wobei Zusammenhänge und Invarianzen gefunden und entdeckt werden können, ohne diese mathematisch bewiesen zu haben/für den Lernprozess beweisen zu müssen (Schmidt-Thieme & Weigand in Bruder, et. al., 2015).

Bei der Nutzung von DGS im Unterricht konnte jedoch das *Easy-Paradoxon* (Elschenbroich, 2005) festgestellt werden: Die Lernenden haben durch die Veranschaulichung das Gefühl, dass sie das Thema verstanden haben, wobei sie lediglich die Nachvollziehbarkeit des Gesehenen verstanden haben (Rieß, 2018).

2.4.2.1 Dynamische Raumgeometrie-Software

Im Unterschied zu DGS, welche die Darstellung von zweidimensionaler Geometrie unterstützen und analog zu Stift und Papier konstruiert sind, ermöglichen Dynamische Raumgeometrie-Software (DRGS) das Konstruieren von mathematischen Objekten im dreidimensionalen Raum auf einem zweidimensionalen Bildschirm. Bei analogen Konstruktionen ist es beispielsweise nicht möglich, Geraden mit Ebenen zu schneiden. Mit einem DRGS lässt sich das jedoch einfach durchführen.

Früher wurde die dreidimensionale Geometrie vorwiegend als Rechengometrie verstanden, da die Möglichkeiten der Anschauung begrenzt waren und das dynamische Arbeiten mit diesen Objekten nicht möglich war. Dadurch mussten nicht-veranschaulichbare Körper ohne Bezug und Vorstellung ausgerechnet werden, was den Verstehensprozess im dreidimensionalen Geometrieunterricht erschwerte. Durch DRGS lassen sich 3D-Konstruktionen interaktiv erforschen, wodurch das experimentelle Lernen und die Vorstellungsbildung gefördert werden. Die Raumgeometrie soll so an neuer Bedeutung im Geometrieunterricht gewinnen. Für den Einsatz von DRGS muss allerdings neben ausreichend technischen Fertigkeiten auch die Fähigkeit zur räumlichen Vorstellung gegeben sein (Bruder, et. al., 2015).

Viele Schüler*innen sind in ihrem Alltag bereits mit Programmen im 3D-Modus in Berührung gekommen, beispielsweise in Form von 3D-Computerspielen. Dadurch haben sich bereits Grundvorstellungen gebildet, wie Objekte virtuell bewegt und verändert werden können (Ruppert, et. al., 2013).

2.4.3 Computer Algebra Systeme

Mit Computer Algebra Systemen (CAS) lassen sich Berechnungen und Umformungen auf Knopfdruck durchführen. Terme können ungeformt oder vereinfacht werden und Gleichungen lassen sich symbolisch oder numerisch lösen. Darüber hinaus können auch graphische Darstellungen erzeugt werden und Ableitungs- sowie Integralfunktionen berechnet werden (Bruder, et. al., 2015). Mit CAS können neben numerischen, approximativen Rechnungen auch exakt, algebraische und symbolische Berechnungen durchgeführt werden und die symbolische Manipulation algebraischer Ausdrücke wird ermöglicht. CAS können einerseits am Computer beispielsweise mit GeoGebra ausgeführt werden, oder mit TR wie dem TI-Nspire oder dem Casio Classpad (Barzel, 2012).

CAS entlastet die Schüler*innen bei wiederkehrenden, kalkülhaften Berechnungen zunehmend, wodurch sich diese intensiver auf das Modellieren von Problemlösestrategien und Interpretieren von Ergebnissen konzentrieren können (Bruder, et. al., 2015; Heugl, et. al., 1996).

Auch eine graphische Darstellung ist in CAS eingegliedert, wodurch die Vernetzung von symbolisch-algebraischen Darstellungen zu einem wichtigen Faktor im Lernen wird. Dabei können Algebra und Analysis mit geometrischen Anschauungen vernetzt werden und das Lernen und die Vorstellungen werden begünstigt (Fey, et. al., 2003).

2.4.3.1 Mehrwert eines CAS

Mit der Verwendung von CAS im Mathematikunterricht und dem Mehrwert, der daraus gezogen werden kann, beschäftigte sich eine umfassende Metastudie von Barzel (2012). Durch die Nutzung von CAS lässt sich eine zentrale Akzentverschiebung vom Regellernen zu einer bewussten Auswahl an mathematischen Verfahren erkennen. Der Einsatz von CAS im Mathematikunterricht ist nie nur Selbstzweck, sondern die technischen Möglichkeiten sollen unterstützend eingesetzt werden.

Ein Aspekt, der sich beim Lernen und Arbeiten von Mathematik mit CAS auftut, ist die Förderung des konzeptuellen Wissens. Die Basis des konzeptuellen Wissens liegt in der inhaltlichen Vorstellung und dem Verstehen von Prozessen wie beispielsweise das

Argumentieren, Modellieren oder dem Ausführen von Rechenoperationen. Es bildet das Tor zu einem tiefergehenden Verständnis und zur Wissensvernetzung. Die Verbindung von syntaktischen Fertigkeiten und der theoretischen Reflexion ist es zu verdanken, dass die mathematischen Inhalte verstanden und verinnerlicht werden können. Die Schüler*innen schaffen es, durch das Modellieren mit CAS-Programmen, erfolgreicher algebraisch umzuformen (Barzel, 2012; Kieran, et. al., 2006; Zbiek, 2003).

Das Erlernen von regelgeleiteten Rechengvorgängen und symbolischen Umformungen ohne die Unterstützung von Technologie wird als eintönig und langweilig angesehen (Abdullah, 2007). Im Gegensatz dazu regt die Arbeit mit CAS den Erwerb von konzeptuellem Wissen an und schafft Raum, um sich nicht durch syntaktische Umformungen aus dem Konzentrationsfluss bringen zu lassen und das mathematische Problem effektiv und fokussiert zu lösen. Dabei geht es nicht mehr nur um die Rechnung an sich, sondern um das Verstehen, Nutzen und Interpretieren des Outputs (Kieran, et. al., 2006).

Das Arbeiten mit CAS verteilt den Fokus von der reinen Kalkülorientiertheit auf viele konzeptuelle Aspekte, die kognitiv um einiges anspruchsvoller sind als das bloße, manuelle Arbeiten mit einem Rechenalgorithmus. Zudem lassen sich trotz der Nutzung von CAS analoge Rechenfertigkeiten erwerben. Der Vorwurf, dass Rechenprogramme den Schüler*innen einen Großteil der Lösungsfindung abnehmen, lässt sich zurückweisen, denn für die Wechselbeziehung benötigt man syntaktische Fertigkeiten. Zwar wird das regelgeleitete Arbeiten immer mehr an das Programm abgegeben, CAS-Ergebnisse können aber auch handschriftlich nachvollzogen werden und dadurch kontrolliert werden (oder die handschriftlichen Rechengvorgänge werden durch das CAS auf ihre Richtigkeit überprüft). Dabei wird das Programm gemeinsam mit der analogen, mathematischen Arbeit genutzt und verknüpft und dient unterstützend. Neben dem Umgang mit dem Programm müssen die Schüler*innen auch über mathematisches Wissen verfügen und dieses anwenden können (Artigue, 2004).

Die Nutzung von Technologie regt die schriftliche Kommunikation und somit den Gebrauch der mathematischen Sprache an. Durch das Eintippen der Symbole in ein Programm, bei dem gewissen Konventionen gefolgt werden muss, wird die verschriftlichte

mathematische Kommunikation trainiert, erweitert und auch reflektiert. Es wird angeregt, darüber nachzudenken, wie eine Problemstellung in eine geeignete symbolische Formelsprache übersetzt werden kann, damit am Ende die gewünschte Lösung angezeigt wird. Das symbolische Ergebnis muss anschließend verstanden, interpretiert und in geeignete Worte verpackt werden. Durch diese Übersetzungsprozesse wird das konzeptuelle Wissen angeregt. Die Entwicklung der mathematischen Sprache und ihre Notationen entstand aus einer langen Tradition, die von Schüler*innen gelernt und verstanden werden muss (Barzel, 2009).

Obwohl die Sprache der CAS-Programme manchmal von den traditionell mathematischen Konventionen abweicht, versuchen die Hersteller, die allgemein gültigen Notationen ins Programm zu integrieren. Die Kenntnis der Sprache ist sowohl bei der Eingabe als auch bei der Ausgabe und Interpretation der Ergebnisse von großer Bedeutung. Das Verknüpfen von traditioneller mathematischer Sprache und den in das CAS eingegebenen Symbolen bietet neben einem Lernaufwand vor allem auch Chancen. Manche Ausdrücke und Zusammenhänge werden durch das sorgfältigere Ausformulieren deutlicher und der Sinn dahinter wird leichter erkannt (Ball, et. al., 2003). So werden beim Eingeben von Gleichungen beispielsweise zusätzliche Klammern gesetzt, um Zusammenhänge zu verdeutlichen oder explizit herausgegriffen, nach welcher Variablen umgeformt werden soll.

Die technischen Fertigkeiten können zudem die fachlichen Ziele sinnvoll ergänzen und zielführend eingesetzt werden. Den Umgang mit Technologie zu erlernen ist in der aktuellen Welt kaum mehr wegzudenken. Dabei ist es vor allem wichtig, den Umgang mit den Programmen gezielt zu erlernen, damit diese auch sinnvoll eingesetzt werden und bei der Problemlösung helfen können. Lagrange (2003) oder Weigand (2006) fanden in ihren Studien heraus, dass es den Schüler*innen schwerfällt, sich Programme, ohne die Unterstützung der Lehrkraft, selbst beizubringen, weshalb die Benutzung im Unterricht ein eigens thematisierter Inhalt werden sollte. (Ob sich das auch auf die Schüler*innen heute übertragen lässt, die mit Technologie bereits aufwachsen, bleibt offen).

Auch das Interpretieren und Verwenden des Outputs kann bei den Benutzer*innen zu Schwierigkeiten führen. Diese stehen oft in keinem direkten Bezug zu dem eingegebenen mathematischen Inhalt und müssen dadurch wieder an die formulierte Problemstellung angepasst werden. Die Rückkoppelung mit den erworbenen Ergebnissen darf dabei nicht unterschätzt werden und muss mit den Schüler*innen geübt und gefestigt werden.

Zudem wird die Integration von offeneren Aufgabenformaten durch CAS begünstigt. Diese Aufgabenstellungen zeichnen sich dadurch aus, dass nicht das kalkülorientierte Arbeiten, sondern vielmehr das Modellieren und Experimentieren im Vordergrund stehen. Durch CAS können einzelne Schritte und Lösungsprozesse ermöglicht werden, die bei der manuellen Berechnung mehr Zeit in Anspruch nehmen und damit den eigentlichen Fokus der Sache verdecken. CAS kann dabei den selbstständigen Lernprozess unterstützen und die Lehrkraft bekommt dadurch eine eher begleitende Rolle zugeschrieben, wodurch der klassische Frontalunterricht in den Hintergrund rückt. Auch beim Erstellen der Aufgaben, bei denen CAS den Großteil der Rechenarbeit übernimmt, ist die Auswahl der Zahlen zweitrangig, da dem Programm weniger Grenzen gesetzt sind. Dadurch können auch realistische und hohe Zahlen verarbeitet werden. Der Realitätsbezug wird so noch deutlicher und den Schüler*innen wird die tatsächliche Anwendung im Alltag bewusster (Barzel, 2012).

Durch die Möglichkeiten, die das Programm bietet, kann die Anzahl der individuellen Lösungswege erhöht werden, da die Schüler*innen sowohl numerische als auch symbolische oder graphische Ansätze wählen können. Auch gegen die Kombination von verschiedenen Lösungsansätzen gibt es keine Einwände (Laakmann, 2008). Dadurch können die individuellen Stärken der Schüler*innen aufgezeigt und gezielt gefördert werden (Zeller, et. al., 2012).

Der Gebrauch von CAS regt zur Diskussion und zu Gesprächen an, für die im Unterricht von den Lehrkräften Raum geschaffen werden muss. Dabei wird die Lehrperson mehr zur Moderator*in, die die Fragen der Schüler*innen aufnimmt und diese auch wieder von den anderen Lernenden beantworten lässt. Dabei wird neben den mathe-

matischen Inhalten und Lösungsansätzen auch der Umgang mit der Technologie reflektiert und ins Zentrum gestellt. Natürlich sollten der Unterricht und die Aufgabenstellungen gut im Voraus geplant sein, die Lehrkraft muss aber dennoch flexibel auf das Unterrichtsgeschehen reagieren können, damit die Schüler*innen sich und ihre Ideen entfalten können (Barzel, 2012).

2.4.4 Tabellenkalkulationsprogramme

Tabellenkalkulationsprogramme (TKP) finden sowohl in der Sekundarstufe I als auch in weiterführenden Schulen Anwendung und können vielfältig eingesetzt werden. Durch die Zellstruktur, die aus den Tabellen hervorgeht, lassen sich Variablen in Form von Zellnamen zueinander in Beziehung setzen und fördern die Vorstellung und Begriffsbildung. Funktionale Zusammenhänge, vor allem aber iterative Prozesse, können mit TKPs veranschaulicht werden, wie beispielsweise das Heron-Verfahren zur Berechnung von Quadratwurzeln oder die Annäherung von π mittels archimedischem Verfahren. Objekte lassen sich durch Zellverknüpfungen und Verschachtelungen in Beziehung setzen. Dynamische Prozesse und Problemlösestrategien können veranschaulicht, modelliert und gelöst werden und durch das numerische und graphische Experimentieren von den Anwender*innen erschlossen werden (Bruder, 2015).

Ein TKP arbeitet auf 3 Ebenen (Neuwirth, 1995): Die *Benutzerebene* ist jene, die man auf den ersten Blick sieht, wenn man eine Tabelle mit bereits eingegebenen Werten öffnet. Sie enthält Zahlen, oftmals in Dezimaldarstellung, mit benutzerdefinierten Kommaformaten oder einem anderen Zahlenformat (z. B. Währung oder Bruchzahldarstellung). Dahinter liegt die *Fließkommaebene*, bei der die Zahlen einen Wert interner Berechnung enthalten. Also Dezimalzahlen in der maximal möglichen Schreibweise bzw. jener Wert, mit dem das Programm dann auch Rechnungen durchführt. Dem allen zu Grunde liegt die *Logik- bzw. Formalebene*. Sie besitzt Zellbezüge und Rechenanweisungen.

Zudem verfügen TKP über Darstellungsmöglichkeiten von stochastischen Prozessen, die beispielsweise in Diagrammen veranschaulicht werden können. Dabei lassen sich die Zelleinträge auch in Form eines Schiebereglers dynamisieren, wobei die Werte verändert werden können und mögliche Szenarien mit veränderten Zahlen visualisiert

werden können. So können die Schüler*innen Situationen mit unterschiedlichen Ausgangswerten analysieren und interpretieren (Rieß, 2018).

2.4.4.1 Excel

Excel ist ein von Microsoft entwickeltes TKP, das Teil des Microsoft Office Paketes ist. Es besteht aus mehreren Tabellenblättern, die über eine Vielzahl von Zeilen und Spalten verfügen. Die Einträge können mit denen einer Matrix verglichen werden. Die Zelle links oben trägt den Namen A1, wobei die Zeilen mit 1, 2, 3, ... nummeriert sind und die Spalten mit A, B, C ... AA, BB, CC Diese Namensgebung wird dazu benötigt, die verschiedenen Zellen in Beziehung setzen zu können.

Neben den allgemeinen Funktionen, die ein TKP zu bieten hat, verfügt Excel noch über ein spezielles Werkzeug, das für Optimierungsprobleme herangezogen werden kann. Excel-Solver kann für das Lösen von Gleichungen verwendet werden, da im Hintergrund mit numerischen Algorithmen gearbeitet wird. Dabei können auch Funktionen, die von einer oder mehreren Variablen abhängig sind, maximiert bzw. minimiert werden. Auch Nebenbedingungen können in dieses Werkzeug eingegeben und berücksichtigt werden.

Anders als so manch andere Programme wurde Excel nicht eigens für die Verwendung im Schulunterricht geschaffen und für Schüler*innen als Nutzer*innen zugeschnitten. Argumente für das Arbeiten mit dem Microsoft-Office Programm sind, dass es durch die leicht verständliche Syntax bereits in der Unterstufe zum Einsatz kommen kann und damit vielfältige mathematische Aufgaben, besonders im Rahmen des Unterstufenunterrichts gelöst werden können, beispielsweise im Bereich Statistik. Excel bietet demnach einen sanften Einstieg zur Technologienutzung in den Mathematikunterricht, da viele Schüler*innen mit Microsoft-Office Programmen wie beispielsweise Word oder PowerPoint bereits in Berührung gekommen sind und mit der Handhabung von Microsoft-Office vertraut sind. Zudem bereitet der Umgang mit Excel viele Schüler*innen auch auf die spätere Arbeitswelt vor, da das Programm von vielen Firmen genutzt wird. Mit dem Programm lassen sich aber nicht nur einfache, sondern auch durchwegs komplexe Aufgaben bewältigen.

Zudem lässt sich in vielen Fällen so vorgehen, als würde man die Tabelle per Hand auf ein Blatt Papier zeichnen – nur schneller. Auch einfache Rechnungen lassen sich rasch und unkompliziert mit dem Programm überprüfen und Operationen wie der in Excel übliche „Wenn... dann...“ Befehl gilt als gute Vorübung für spätere Programmiersprachen und formale Logik (John, 2008).

2.4.5 Wahrscheinlichkeitsrechner

Mit Wahrscheinlichkeitsrechnern (WKR) lassen sich Wahrscheinlichkeiten berechnen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen graphisch darstellen, statistische Kenngrößen herausfiltern und Testverfahren durchführen. WKR verfügen über verschiedene Darstellungsmöglichkeiten wie BoxPlot, Normalverteilung oder Binominalverteilung und geben damit verbundene Werte, wie den Mittelwert oder die Standardabweichung sowie die Wahrscheinlichkeit (P) aus.

Wahrscheinlichkeitsrechner lassen sich auch gut dafür verwenden, hypothetisch-prognostische Szenarien zu erschaffen, Modelle zu bilden und Simulationen durchzuführen. Dabei werden aktives Modellbilden und Zufallsschwankungen sichtbar. Durch das Arbeiten mit Wahrscheinlichkeitsrechnern lässt sich auch das schwache Gesetz der großen Zahlen besser verdeutlichen, da in das Programm nahezu unendlich viele Daten eingegeben werden können. Werden per Hand beispielsweise 20 Münzwürfe notiert und demonstriert, können mittels Computersimulation mehrere hunderte Münzwürfe durchgeführt werden, wobei die Schüler*innen das Verhalten der Wahrscheinlichkeit beobachten können und eine quantitative Sicherung des Unterrichtsstoffes erzielt werden kann (Riemer, 2018).

Die Analyse von Wahrscheinlichkeiten ermöglicht es, auch ungewisse Sachverhalte auf ihre Möglichkeit zu überprüfen und mit ihnen zu experimentieren. Dafür steht eine Reihe von Werkzeugen zur Verfügung wie beispielsweise Verteilungsmodelle oder Ermittlungssätze (Meißner, et. al., 2015).

2.4.6 Funktionsplotter/Graphikansicht

Funktionsplotter sind oft in einer DGS integriert. Die Aufgabe von Funktionsplottern ist es, Funktionsgleichungen graphisch darzustellen, wobei sie einen Ausschnitt des Definitionsbereichs des Funktionsgraphen in der Graphikansicht abbilden. Dabei berechnet die Technologie numerisch eine Menge an Wertepaaren, wodurch sich ein Graph erstellen lässt. Damit können graphisch Gleichungen gelöst werden, ohne Differentialrechnungen oder Extrema ermitteln zu müssen. Meist verfügen Funktionsplotter über weitere Werkzeuge, die es ermöglichen, Wertetabellen zu erstellen, Schieberegler einzuführen oder numerische Verfahren zur Berechnung von Nullstellen, Schnittpunkten oder Extremstellen (Rieß, 2018). Funktionsplotter arbeiten häufig mit Koordinatensystemen, da dadurch die Lesbarkeit der dargestellten Funktionsgraphen vereinfacht wird und sich die Benutzer*innen besser orientieren können. Die Skalierung der Koordinatensysteme ist meist geeignet vorgegeben, lässt sich aber auch manuell umstellen (Girnat, 2021).

2.4.7 GeoGebra

GeoGebra ist eine kostenlose, dynamische Mathematiksoftware, die auf PCs oder Tablets installiert werden kann und in einer Vielzahl österreichischer Schulen zum Einsatz kommt. Verbindet der Name die Gebiete *Geometrie* und *Algebra*, lassen sich damit auch stochastische Problemstellungen bearbeiten. Die Anwendung ist schlicht und intuitiv aufgebaut und jedes Werkzeug ist mit einem kleinen Hinweis zur Benutzung versehen. Die Software verfügt über eine Algebra- und Tabelleneingabe sowie einen Wahrscheinlichkeitsrechner, CAS und Graphikansichten im zwei- und dreidimensionalen Raum (GeoGebra, 2025).

Als zu Beginn des 21. Jhdts. die Nutzung von Technologie im Mathematikunterricht zunehmend mehr wurde, besaß man für nahezu jedes Teilgebiet ein eigenes Programm. Gewöhnliche Taschenrechner reichten nichtmehr aus, um mit Tabellen zu arbeiten brauchte es ein anderes Programm als für geometrische Konstruktionen – und das Einarbeiten und Orientieren in neue Programme verbrauchte Zeit und kognitive Ressourcen. Dies erschwerte auch das Knüpfen von Zusammenhängen, wenn es für das Lösen einer Problemstellung, Ein- und Ausgaben aus verschiedenen Programmen

benötigte. Mit GeoGebra konnte dieses Problem umgangen werden, da es die wichtigsten Funktionen in einem Programm vereint (Schmidt, 2011).

2.4.7.1 Einsatzmöglichkeiten

GeoGebra kann zum Zweck der Visualisierung, zum Experimentieren, Modellieren oder als Rechenwerkzeug eingesetzt werden. Durch den Einsatz aller vier Bereiche in den Mathematikunterricht kann ein großer Mehrwert für die Lernenden erzielt werden (Heugl, 2014). Mathematische Sachverhalte können demonstriert werden und durch das Wiederholen und Üben bereits gelernter Inhalte, die mit der Nutzung von Technologie neu verknüpft werden, können Zusammenhänge entdeckt werden (Dorner, 2014).

Wurden Taschenrechner damals entwickelt, um Rechengänge zu erleichtern, kann GeoGebra auch als Rechenwerkzeug genutzt werden. Obwohl im Unterricht nicht gänzlich auf das händische Rechnen verzichtet werden soll, können die Schüler*innen damit entlastet werden. Neben den einfachen algebraischen Rechengängen kann die Software auch komplexe Rechenoperationen schnell durchführen. Dadurch können andere Kompetenzen, wie der Umgang mit der Technologie oder die Interpretation der Ergebnisse gefördert und mehr in den Fokus genommen werden (Heugl, 2014).

Auch als Visualisierungswerkzeug kann GeoGebra, nicht zuletzt durch seine 2D- und 3D-Ansicht eingesetzt werden. Abstrakte Objekte lassen sich recht einfach graphisch darstellen, wodurch ein Wechsel der Darstellungsformen gelingen kann. Dies ist vor allem für die Phase der Problemlösung eine große Chance, Fähigkeiten zum Erkennen zu entwickeln. Die Visualisierungsmöglichkeit steht in GeoGebra parallel zu den anderen Darstellungsansichten, wodurch ein aktives Vernetzen und eine wechselseitige Beziehung zwischen dem graphischen Objekt und beispielsweise einer Funktionsgleichung hergestellt werden kann. Dabei werden die Möglichkeiten unterstützt, Lösungen auch graphisch finden zu können, das Eingeebene zu reflektieren und Vermutungen anzustellen. Das Ändern von Parametern mittels Schieberegler kann hilfreich sein, wobei die Veränderungen beispielsweise im Graphen einer Funktion direkt sichtbar werden (Heugl, 2014).

Das Arbeiten mit mathematischen Inhalten kann in drei Phasen geteilt werden. Beginnend mit der experimentellen, heuristischen Phase werden Vermutungen durch Experimentieren und Ausprobieren überprüft. In der exaktifizierenden Phase werden diese Erkenntnisse auf ein gesichertes, mathematisches Fundament gestellt. Abschließend erfolgt die Anwendungsphase, bei der die gesicherten Vermutungen zum Lösen der Aufgabenstellung herangezogen werden. GeoGebra kann die Lernenden dabei unterstützen, Vermutungen und unterschiedliche Lösungswege zu generieren und zu entdecken. Die Auswirkungen von Parameterwechseln können mittels Schieberegler erforscht und entdeckt werden und es kann mit verschiedenen Modellen experimentiert werden (Heugl, 2014).

Dorner (2014) unterscheidet sieben Nutzungsweisen von GeoGebra, die auf drei Achsen dargestellt werden können. Bei den Merkmalsausprägungen handelt es sich um Aktivität, Fokussierungsgrad und Zeit. GeoGebra bietet neben dem eigentlichen Programm auch Online-Applets an, bei denen vorgefertigte Programmabläufe verwendet werden können. Zur **Demonstration** können diese Applets genutzt werden, um in Erklärungsphasen Inhalte visuell zu untermauern. Sie sind meist von kurzer Dauer. Nutzt man GeoGebra als **Werkzeug I**, können die Lernenden in vorgegebenen Konfigurationen arbeiten. Auch hierbei lässt sich das Werkzeug schnell und effektiv einsetzen. GeoGebra kann aber auch als **Werkzeug II** durchaus komplexer genutzt werden. Für **Lernzwecke** kann GeoGebra mit seinen angebotenen Applets Stoffgebiete aufbereiten, die zur Wiederholung und Übung dienen. GeoGebra hilft zudem beim **Entdecken**, was jedoch mehr Zeit bedarf. Zu guter Letzt kann GeoGebra auch mit **nicht vorstrukturierten** Anwendungen genutzt werden, wobei das Programm dem Lernenden mit all seinen Funktionen zur Verfügung steht (Dorner, 2014).

Durch den Einsatz von Technologie und die Übergabe der Lösungsprozesse an eine Software lassen sich auch praxisnahe Beispiele als Übungsaufgaben heranziehen und diese mit entsprechendem Realitätsbezug modellieren. Durch die unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten, die parallel präsentiert werden können und einfach zugänglich sind, lassen sich auch leichter geeignete Modelle finden, um die Problemstellung zu lösen. Um eine gute Modellentscheidung zu treffen, erfordert es Wissen über die mathematischen Funktionen einzelner Modelle (Heugl, 2014).

2.5 Begriff Nutzungsgewohnheit

Das Wort lässt sich in die beiden Wörter *Nutzung* und *Gewohnheit* aufteilen, wobei *Nutzung* den Vorgang der Verwendung beschreibt (Duden, 2022). *Gewohnheiten* bezeichnen einen automatisierten, motorischen Reaktionsablauf wie beispielsweise einen bestimmten Handgriff beim Ausführen einer Tätigkeit, der durch Wiederholung erlernt wird (Lexikon der Psychologie, 2022). Im Bereich der Technologienutzungsgewohnheit geht es also um die Art und Weise der Verwendung und die wiederholte, automatisierte Ausführung von Technologie.

In der vorliegenden Arbeit soll die Nutzungsgewohnheit anhand von Gründen und Motiven für den Einsatz von Technologie im Schulunterricht erhoben werden und unter dem Aspekt der Häufigkeit beobachtet werden. Wie oft verwenden die Proband*innen Technologie im Mathematikunterricht und vor allem, wofür? Eine zentrale Leitlinie der Fragestellung widmet sich der Häufigkeit, mit der die Schüler*innen Technologien im Kontext mathematischer Aufgabenstellungen nutzen.

Die Beziehung zwischen dem erfolgreichen Lösen von mathematischen Aufgaben und der Nutzungsgewohnheit von Technologie wurde beispielsweise bei Dorner, et. al., (2022) beleuchtet. Die Qualität des Technologieeinsatzes konnte in den vergangenen Jahren verbessert werden. Dabei wurde herausgefunden, dass die Lehrkräfte nahezu einmal wöchentlich Technologie im Unterricht benutzen. Die Schüler*innen selbst nutzen Technologie in der Schule (AHS) noch etwas öfter, nur bei den Hausübungen wird sie weniger oft eingesetzt (Dorner, et. al., 2022). Auch die vorliegende Arbeit wird diese Fragen erforschen.

3 Tätigkeiten: Die acht Hauptaktivitäten

Zimmermann (2003) leitet aus der Geschichte der Mathematik acht Hauptaktivitäten ab, die die Tätigkeiten von Mathematiktreibenden in verschiedenen Kulturkreisen widerspiegeln. Zur Darstellung dieser Hauptaktivitäten bedient er sich dem Modell eines Oktagons, um die enge Verknüpfung zwischen ihnen durch Diagonalen deutlich zu machen (siehe Abb. 1).

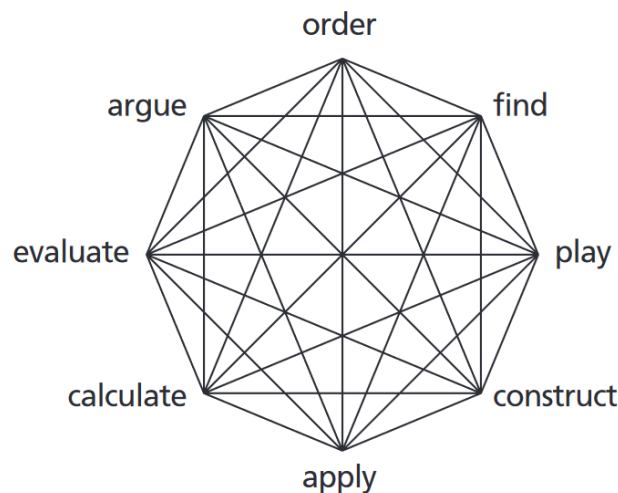


Abbildung 1: Mathematische Hauptaktivitäten (Zimmermann 2003, S. 42).

Die acht Hauptaktivitäten der Mathematik, nach denen sich auch die Aktivitäten im Mathematikunterricht klassifizieren lassen (Zimmermann, et. al., 2011), werden nun in weiterer Folge vorgestellt.

- **Berechnen (calculate)** – zählt zu einer der rudimentärsten Aktivitäten, die man mit dem Mathematikbegriff in Verbindung bringt. Berechnungen haben eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten im Alltag und waren von Anfang an Bestandteil der Mathematik. Es kommt in fast jeder mathematischen Handlung vor und ist ein wichtiger Teil beim Lösen von Aufgabenstellungen.
- **Anwenden (apply)** – um aus mathematischen Erkenntnissen und Ergebnissen von Berechnungen auch einen Mehrwert zu ziehen, ist es nötig, dass dies auch eine Anwendung im alltäglichen Leben finden kann. Die Anwendungsgebiete sind vielfältig und reichen von Landwirtschaft bis zu Astronomie und Informatik.

Durch das Anwenden können neue mathematische Modelle gefunden und gebildet werden.

- *Konstruieren* (**construct**) – findet vor allem, aber nicht nur im Teilgebiet der Geometrie statt. Zudem gilt das Konstruieren als eine der ältesten Tätigkeiten, denen im mathematischen Kontext nachgegangen wird.
- *Begründen* (**argue**) – bildet speziell beim Vorgang des Beweisens eine zentrale Rolle. Begründen gilt als eine der herausforderndsten Aktivitäten beim Betreiben von Mathematik.
- *Finden* (**find**) – stellt eine Aktivität dar, bei der Annahmen getroffen werden, die mittels vorhandener oder dadurch entdeckt werdender Methoden verifiziert werden sollen. Das Finden von neuen Sätzen, Beweisen, Zusammenhängen und Verbindungen stellt einen großen Teilbereich der Mathematik dar.
- *Ordnen* (**order**) – Die Mathematik unterliegt einer systematischen Ordnung, die im axiomatischen Aufbau (Definition, Satz, Beweis) sichtbar wird. Dadurch ergibt sich ein tiefgehendes Verständnis der mathematischen Strukturen. Auch kommt das Ordnen als Tätigkeit beispielsweise beim Ordnen von Zahlen und anderen mathematischen Größen zu tragen.
- *Bewerten* (**evaluate**) – gilt möglicherweise nicht auf den ersten Blick als eine mathematische Hauptaktivität, hat aber eine enorme Bedeutung, im mathematischen Prozess und bei der Entwicklung von Modellen. Neue Probleme und entsprechende Lösungen müssen reflektierend bewertet werden, um ihre mathematische Relevanz zu verifizieren.
- *Spielen* (**play**) – eine vorherrschende Aktivität, vor allem in den Teilgebieten Stochastik und der Simulation. Dabei werden die Hintergründe von spielerischen Aktivitäten aufgegriffen und neue Modelle erschaffen.

Diese acht Hauptaktivitäten wurden von Eronen, et. al., (2005) in einen Fragebogen gegliedert, der aus je drei Aussagen pro Aktivität (also insgesamt 24 Aussagen) besteht. Auf einer vier-stufigen Likert-Skala konnten die Proband*innen jeweils einschätzen, wie stark sie die Aktivität mit Mathematik in Einklang bringen, ob sie diese Tätigkeit selbst aktiv ausführen und wie sehr sie den Computer für diese Tätigkeit benötigen. Bei der Untersuchung gaben die Lernenden an, dass Computer im Bereich Berechnen sehr hilfreich seien, hingegen im Bereich Begründen nicht weiter wertvoll. Auch die Hauptaktivität Spielen wurde von den Lernenden als hoch eingestuft (Haapasalo, et. al., 2010).

Müller (2014) verwendete diese 24 Aussagen für die Forschung seiner Dissertation und übersetzte sie ins Deutsche. Er ordnete die Items den acht Hauptaktivitäten wie folgt zu (Müller, 2014. S. 126 f.):

Berechnen

- Mit Zahlen rechnen.
- Größen vergleichen.
- Mit Variablen rechnen.

Bewerten

- Ein Ergebnis schätzen.
- Bewerten, ob ein Ergebnis richtig ist (z.B.: Durchführen einer Probe).
- Verschiedene Lösungswege für eine Aufgabe abwägen.

Begründen

- Mit bekannten Regeln etwas belegen.
- Vermutungen überprüfen.
- Eine Reihe von Argumenten als Begründung nutzen.

Finden

- Etwas mittels einer Vorschrift oder einer Lösungsformel finden.
- Etwas durch raten oder probieren finden.
- Einen Sachverhalt nachschlagen.

Spielen

- Spielen.
- Entwickeln neuer Spielregeln.
- Sich durch ein Spiel zum Nachdenken anregen lassen.

Konstruieren

- Konkrete Objekte mit bestimmten Eigenschaften herstellen.
- Eine Skizze erstellen, um einen Sachverhalt zu verstehen.
- Eine Vorstellung von einem komplexen Sachverhalt entwickeln.

Anwenden

- Wissen anwenden.
- Bekannte Vorschriften oder Lösungsformeln in neuen Zusammenhängen verwenden.
- Vertraute Vorschriften und Lösungsformeln in bekannter Weise anwenden.

Ordnen

- Dinge oder Objekte ordnen.
- Dinge oder Objekte nach persönlichen Maßstäben in Gruppen zusammenfassen
- Dinge oder Objekte nach wichtigen Eigenschaften einteilen.

Müller stellte diese Aussagen mit der Aktivität in CAS zusammen. Dabei wurden mithilfe der gerade vorgestellten Items die Fragen behandelt, inwiefern sich die Bedeutung dieser Aktivitäten durch die Einführung von CAS verändert und ob innerhalb der Aktivitäten eine Bedeutungsverschiebung geschieht. Die befragten Lehrpersonen sollten auf einer fünf-stufigen Likert-Skala einschätzen, wie wichtig sie die Aktivität einerseits im Mathematikunterricht finden, wie wichtig ihnen selbst diese Aktivität ist und ob sie für diese Aktivität einen CAS-Taschencomputer verwenden.

Zu den Bedeutungsunterschieden der Hauptaktivitäten fand Müller (2014) heraus, dass sich diese durch das Einsetzen von CAS nicht signifikant verändern, im Gegensatz zu der älteren, in Norwegen, Schweden, Island, Dänemark und Finnland durchgeführten Studie von Eronen (2010). Lediglich die Aktivität „Spielen“ besitzt eine etwas

stärkere Ausprägung, bei der Sichtweise der Lehrkräfte, die Schüler*innen nahmen dabei keine Verbesserung der Aktivität wahr. Insgesamt wurden aber die Hauptaktivitäten von den Lehrpersonen relevanter angesehen, als das bei den Lernenden der Fall war.

4 Motive für die Technologienutzung

Das Wort „Motiv“ leitet sich vom lateinische *movere* ab, welches sich mit dem Verb *bewegen* übersetzen lässt. Ein Motiv beschreibt demnach einen Beweggrund für das Verhalten von Menschen, um eine positive Konsequenz herbeizuführen (Stangl, 2022). Motive sind also der Grund, bestimmte Handlungen zu setzen oder diese zu unterlassen. Motive sind über einen langen Zeitraum stabil und gelten als Vorreiter der Motivation, die die variable Handlungsbereitschaft von Menschen beschreibt. Durch die Motivation und die ausgeführten Handlungen können Motive indirekt beobachtet werden. Motive werden durch Situationen angereizt und stehen mit dem Reiz in Wechselwirkung. Motive werden kognitiv repräsentiert und organisiert, und werden nicht immer bewusst wahrgenommen. Sie gelten als Aspekte der Selbststeuerung und zielen auf die Befriedigung von Bedürfnissen ab (Stangl, 2022).

Dabei unterscheidet die Psychologie zwischen primären und sekundären Motiven. Zu den primären Motiven des Menschen zählt die Befriedigung der Grundbedürfnisse wie Hunger oder Durst, die Sekundärmotive lassen sich weiter in Leistungsmotiv (Streben nach Erfolg), Machtmotiv (Streben nach Kontrolle) und das Motiv des sozialen Anschlusses (Strebe nach Beziehungen und Zugehörigkeit) unterteilen. Der Mensch sammelt in seinem Leben viele Erfahrungen, die ihm dabei helfen zu unterscheiden, welche Konsequenz er herbeiführen möchte und welche es zu vermeiden gilt. Motive, die den Menschen dabei unterstützen, ein Verhalten an den Tag zu legen, das ihn zum Erfolg führt, nennt man Annäherungsmotivation. Verhält sich ein Mensch so, dass er einen Misserfolg vermeiden kann, dann handelt er nach dem Vermeidungsmotiv (Dorsch, 2022).

Auch im Mathematikunterricht lassen sich Motive finden, die die handelnden Akteure dazu bewegen, Technologie zum Beispiel für das Lösen oder Überprüfen von mathematischen Problemstellungen einzusetzen. Ertl (2014) führte im Zuge seiner Masterarbeit Interviews mit Mathematiklehrkräften aus AHS und HTL durch. Dabei wurden jene auch nach den Motiven für den Technologieeinsatz in ihrem Unterricht gefragt. Am häufigsten wurde dabei die Möglichkeit, dynamische Elemente in den Unterricht einzubauen, genannt sowie die dadurch gewonnenen Anschauungsmöglichkeiten von abstrakten, mathematischen Objekten. Auch der Zeitgewinn bei den verschiedensten

Anwendungen stellt für die befragten Lehrpersonen einen großen Gewinn dar. Des Weiteren gelten als Motive für den Einsatz von Technologien das Erleichtern von komplizierten Berechnungsvorgängen und manuellen Vorgängen oder die Option, sich dem mathematischen Inhalt auch spielerisch anzunähern (Ertl, 2014).

Auch Ingelmann (2009) führte eine Evaluation von CAS-gestütztem Mathematikunterricht durch, in der sie Motive der Technologienutzung erhob. Dabei protokollierten Schüler*innen den Unterricht (Ingelmann 2009). Am Ende des Protokolls befand sich auch ein Fragebogenteil zum Einsatz technischer Hilfsmittel der aktuellen Unterrichtsstunde. Dabei sollen die Proband*innen zunächst angeben, welche Art von Technologie benutzt wurde (TC, GTR, PC, keine). Im Anschluss soll der Einsatz von TC oder PC anhand einer vierstufigen Skala mit „stimmt genau“, „stimmt eher“, „stimmt eher nicht“ oder „stimmt gar nicht“ beurteilt werden. Dabei wurde einerseits gefragt, ob die Lehrperson oder die Schüler*in selbst das technische Hilfsmittel bedient hat. Anschließend wurden folgende Aussagen erhoben:

In der heutigen Stunde wurden diese Hilfsmittel hauptsächlich genutzt ...

- ...zur Ergebniskontrolle.
- ...zum Rechnen mit Termen.
- ...zum Rechnen mit Zahlen.
- ...zum Darstellen von Funktionen.
- ...für geometrische Konstruktionen.
- ...zum Ausprobieren/Experimentieren.
- ...zum _____ (Ingelmann, 2009, S. 225).

Mit diesen Aussagen soll herausgefunden werden, ob die technischen Hilfsmittel als klassische Rechenwerkzeuge, Prüfwerkzeuge, Funktionsplotter, CAS oder DGS verwendet werden und aus welcher Motivation heraus diese eingesetzt wurden.

Aus dieser Evaluation geht hervor, dass in einem Drittel der protokollierten Stunden die Lehrperson den Rechner zu Demonstrationszwecken verwendete, wohingegen in

80 % der Stunden, die Schüler*innen die Technologie selbst bedienten. Dabei gaben die Lernenden an, dass sie technologische Hilfsmittel vorwiegend für die Kontrolle von Ergebnissen (61 %) verwenden, dicht gefolgt vom Rechnen mit Zahlen, Ausprobieren/Experimentieren, Darstellen von Funktionen und Rechnen mit Termen. Am wenigsten wurde Technologie für das Anfertigen geometrischer Konstruktionen (26 %) verwendet (Ingelmann, 2009).

Für die Technologienutzung im Mathematikunterricht lassen sich nun beispielsweise das Vermeiden von Fehlern beim händischen Rechnen oder Zeitersparnis beim Finden einer Lösung formulieren. Außerdem gelten als Motive für den Einsatz von Technologie das Zeichnen von geometrischen Figuren im zwei- und im dreidimensionalen Raum und das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Ertl, 2014; Ingelmann, 2009).

5 Einflüsse auf die mathematische Leistung

5.1 Technologie

Der Einsatz von Technologie wirkt sich auf die Lernleistung von Mathematiklernenden positiv aus (Barzel, 2012; Drijvers et. al., 2016). Der Technologieeinsatz bietet die Möglichkeit, den zu vermittelnden Stoff anschaulich darzustellen und den Lernenden dabei zu helfen, das Gelernte zu festigen. Dieser Mehrwert lässt sich aber nur dann erzielen, wenn die Schüler*innen wissen, wie sie die Technologie verwenden und einsetzen können und dies von einer kompetenten Lehrperson vermittelt wird (Barzel, 2012). Zusätzlich kommt es auch auf die Art und Darstellungsmöglichkeit der digitalen Tools an, die im Unterricht verwendet werden.

Mit technischen Hilfsmitteln können die Lernenden einfache Dinge ausprobieren und sich kreativer mit den Inhalten befassen. Dadurch steigt auch die Motivation, Mathematik zu betreiben und sich mit dem Lehrstoff auseinander zu setzen (Drijvers, et. al., 2016). Auch bei Herzig (2014) lassen sich positive Effekte von Technologie auf Schüler*innen belegen. Die Schüler*innen kooperieren demnach stärker miteinander und es entsteht eine höhere Motivation. Zudem erzielen die Lernenden eine höhere kognitive Komplexität, wenn sie mit Technologien zusammenarbeiten. Jedoch kommt es nicht nur auf die Technologie an, sondern auch die vermittelnde Lehrperson ist entscheidend (Herzig, 2014).

5.2 Lehrperson

Lehrpersonen spielen eine nicht unerhebliche Rolle im Lernerfolg der Schüler*innen (Drijvers, et al., 2016; Lipowesky, 2006). Und somit ist es naheliegend, dass auch der Umgang mit Technologie von der Lehrperson vorgelebt und vermittelt werden muss. Ein Teil der nachfolgenden Fragebogenstudie wird demnach auf darauf eingehen, wie häufig die Lehrpersonen Technologie im Unterricht beispielsweise zu Demonstrationszwecken oder zum Lösen von Aufgaben einsetzen.

Zu den Faktoren, die die Lehrperson mitbringen muss, um eine positive Lernumgebung für die Schüler*innen zu schaffen zählen demnach das fachlich-mathematische Wissen, pädagogisch-didaktische Fähigkeiten und der zielführende Umgang mit der

verwendeten Technologie (Drijvers, et. al., 2016). Das Fachwissen stellt einen wichtigen Aspekt der Lehrperson dar - ein positiver Zusammenhang zwischen der Leistung der Schüler*innen und dem Ausmaß des fachlichen Wissens der Lehrkraft. Jedoch ist dies allein nicht dafür zuständig, wie gut die Schüler*innen dem Unterricht folgen können. Auch zwischen dem Leistungszuwachs von Lernenden und der pädagogisch-didaktischen Fähigkeit der jeweiligen Lehrperson lassen sich positive Korrelationen erkennen (Lipowsky, 2006).

5.3 Selbstwirksamkeitserwartung

Ebenfalls einen Einfluss auf die Leistung von Schüler*innen hat ihre Einstellung zu sich selbst und wie sehr sie ihren Fähigkeiten vertrauen. Die Psychologie fand heraus, dass für die Leistungsfähigkeit vielmehr die psychologischen als die natürlichen Grenzen eine Rolle spielen. Deshalb ist es für die Lernenden wichtig, ihre Grenzen richtig einzuschätzen, zu interpretieren und sich diesem Spezialfall von Optimismus bewusst zu werden (Schwarz et al., 2002).

Selbstwirksamkeitserwartung wird definiert als die subjektive Gewissheit, neue oder schwierige Anforderungssituationen auf Grund eigener Kompetenz bewältigen zu können. Dabei handelt es sich nicht um Aufgaben, die durch einfache Routine lösbar sind, sondern um solche, deren Schwierigkeitsgrad Handlungsprozesse der Anstrengung und Ausdauer für die Bewältigung erforderlich macht (Schwarzer et. al., 2002, S. 35).

Beim Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), das auf Bandura (1977) zurückzuführen ist, werden kognitive, motivationale, aktionale und emotionale Prozesse durch subjektive Überzeugungen und die Konsequenzerwartungen, also dem *outcome* gesteuert. Vor allem im Kontext von Schule und Wissenserwerb spielt die Frage nach dem, was man sich selbst zutraut, eine große Rolle. Einerseits ist es wichtig zu wissen, welche Erwartungen an die Lernenden, etwa beim Absolvieren von Prüfungen und Schularbeiten gestellt werden, andererseits welche Fertigkeiten die Schüler*innen erlernen müssen, um diese positiv zu bestehen.

Eine schwache SWE macht sich dadurch bemerkbar, dass Schüler*innen zwar wissen, welche Fertigkeiten sie für die bevorstehende Prüfung erlangen müssen, sich aber auf Grund mangelnder Begabung nicht dazu fähig sehen, diese Fertigkeiten zu erlernen.

Dadurch wird auch das Vertrauen darauf, sich diese Fertigkeiten in einem genügenden Ausmaß für das Bestehen der Prüfung aneignen zu können, gehemmt. Eine schwache SWE macht sich also nicht bemerkbar, indem der Lernende die Fähigkeit tatsächlich besitzt, sondern, indem sich der Lernende selbst in der Lage sieht, die nötigen Fertigkeiten zu erlernen. Eine optimistische Einstellung zu seinen eigenen Fähigkeiten (starke SWE) stellt einen grundlegenden Faktor dar, um Anforderungen gut und erfolgreich zu meistern und mit Ausdauer zu erledigen. Im schulischen Kontext bedeutet eine starke SWE ein höheres Leistungsniveau und ein besseres psychisches und körperliches Wohlbefinden (Schwarzer, et. al., 2002; Hettmann, 2022).

Vor allem im Mathematikunterricht lassen sich individuelle Leistungsunterschiede nicht nur auf kognitive Aspekte zurückführen, sondern auch die affektiv-motivationale Komponente spielt eine entscheidende Rolle, zu der auch die SWE zählt (Cai, et. al., 2018; Siefer, et. al., 2020). Unter das Konzept der SWE fällt neben dem Wissen über sich selbst und seinen eigenen Eigenschaften, Interessen und Gefühlen auch die Sichtweise auf ein Unterrichtsfach, wie beispielsweise Mathematik. Die Korrelation zwischen der Unterrichtsleistung und der SWE wird in der Psychologie als positiv moderat beschrieben (Honicke, et. al., 2016; Siefer, et. al., 2020).

5.3.1 Geschlecht

Bei der SWE lässt sich auch ein geschlechterspezifischer Unterschied in der Leistung entdecken. Betrachtet man diese inhaltlich differenziert, so zeigt sich, dass es beispielsweise bei Modellierungsaufgaben, Aufgaben mit Funktionen oder im Bereich Geometrie größere Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt als bei Aufgaben, in denen die Kalkülorientiertheit eine größere Rolle spielt. Dabei schneiden männliche Probanden im Durchschnitt etwas besser ab als ihre weiblichen Klassenkolleginnen. Jungen verfügen demnach auch tendenziell über ein höheres Selbstkonzept (OECD, 2012; OECD, 2014; Siefer, et. al., 2020). Es gibt aber mittlerweile auch Studien, die keinen signifikanten Geschlechterunterschied herausfinden konnten (Ableitinger, et. al., 2023).

Die Unterschiede verändern sich jedoch im Laufe der Zeit: Gibt es im Kindesalter und in der Primarstufe kaum gravierende Unterschiede zwischen den Geschlechtern, werden diese in der Pubertät zunehmend signifikanter. Insgesamt weisen Jungen eine höhere SWE auf, die sich auch in einer höheren mathematischen Leistung verdeutlicht.

Die SWE beeinflusst stark das Handeln und die Motivation der Schüler*innen, wodurch auch maßgeblich das Lernen in der Schule beeinflusst wird. Dabei werden indirekt Ausdauer, die Bewertung der eigenen Kompetenzen und die Selbstregulierung gesteuert. Besonders bei Aufgaben, die nicht ausschließlich durch Routine gelöst werden können, wie das im mathematischen Kontext häufig der Fall ist, spielt die SWE und die damit verbundene Ausdauer und Zielorientiertheit eine wichtige Rolle. Dabei ist vor allem das aufzubringende Durchhaltevermögen entscheidend. Schüler*innen mit einer starken SWE weisen einen moderat positiven Zusammenhang mit ihren Leistungen auch bei themenspezifischen Aufgabenstellungen auf (Cal, et. al., 2018; Siefer, et. al., 2020).

6 Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe

Eine Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe (HLW) zählt zu den österreichischen Schultypen der berufsbildenden höheren Schulen (BHS) und ist Teil der Sekundarstufe II. Die Schüler*innen absolvieren in einer fünfjährigen Ausbildung zum einen die Reife- und Diplomprüfung (Matura) und werden zudem je nach gewähltem Schwerpunkt in den Bereichen Wirtschaft, Tourismus, Ernährung und Verwaltung ausgebildet. Die Schulen können noch individuell Schwerpunkte setzen wie beispielsweise „Kommunikations- und Mediendesign“ oder „Fit und Lifestyle“. In der Regel sind die Schüler*innen zwischen 14 und 19 Jahre alt (BMBWF, 2018).

6.1 Themen des Mathematikunterrichts

Blickt man in den Lehrplan (BMBWF, 2018) so findet sich unter den Pflichtgegenständen das Unterrichtsfach „Angewandte Mathematik“, welches jeweils im Ausmaß von zwei Wochenstunden, alle fünf Jahre lang unterrichtet wird. In der Stundentafel lässt sich dabei auch die Fußnote „mit Technologieunterstützung“ finden. Die Ausbildung des Schultyps ist ganzheitlich orientiert und soll die Schüler*innen zu kritischem und kreativem Denken sowie verantwortungsvollem Handeln bewegen.

Die Pflichtgegenstände werden in Cluster eingeteilt. Angewandte Mathematik wird dabei mit Naturwissenschaften und Ernährung zusammengelegt. Die Lernergebnisse, die der Lehrplan vorschreibt, erklären dabei, dass die Schüler*innen nach Absolvierung grundlegende Kenntnisse des Clusters vorweisen, erlernte Problemlösestrategien auch in der Praxis anwenden können und neue Technologien zielführend einsetzen und kritisch hinterfragen.

Für die didaktischen Grundsätze des Gegenstandes Angewandte Mathematik bilden die Bildungsstandards die Grundlage. Zu den Inhaltsbereichen zählen Zahlen und Maße, Algebra und Geometrie, Funktionale Zusammenhänge, Analysis und Stochastik. Die Handlungsbereiche konzentrieren sich auf argumentieren und kommunizieren, operieren und Technologieeinsatz, interpretieren und dokumentieren, modellieren und transferieren.

Bereits ab der 1. Klasse (9. Schulstufe) wird der Technologieeinsatz explizit angeführt. Die folgende Abbildung 2 soll einen Überblick über die Lehrplaninhalte im Fach Angewandte Mathematik mit Technologieeinsatz geben:

	Zahlen & Maße	Algebra & Geometrie	Funktionale Zusammenhänge	Stochastik	Analysis
1. Klasse	mit Zahlen in Gleichkommadarstellung operieren	- lineare (Un-) Gleichungen mit einer Variable lösen und interpretieren - Lineare Gleichungssysteme mit mehr Variablen lösen	- Nullstellen linearer Funktionen grafisch und rechnerisch bestimmen - Schnittpunkt zweier Geraden berechnen		
2. Klasse		- Lösungsbereiche linearer Ungleichungen in zwei Variablen bestimmen - Lösung einer linearen Optimierung ermitteln und interpretieren - Matrizen berechnen	- quadratische Funktionen, Potenz- und Polynomfunktionen exakt darstellen - gesuchte Werte von quadratischen Funktionen, Potenz- und Polynomfunktionen ermitteln		
3. Klasse			- zur Berechnung von Wachstums- und Zerfallprozessen Technologie kompetent einsetzen und Ergebnisse interpretieren - Berechnungen im Bereich der Finanzmathematik kompetent durchführen und Ergebnisse interpretieren	Lage- und Streuungsmaße ermitteln	
4. Klasse				die Regressionslinie zweidimensionaler Daten berechnen, grafisch darstellen und Ergebnisse interpretieren	Flächeninhalte mit Hilfe des Integrals berechnen.
5. Klasse	Werkzeugkompetenzen bei der Bearbeitung von anwendungsbezogenen Problemstellungen sicher und gezielt einsetzen	Werkzeugkompetenzen bei der Bearbeitung von anwendungsbezogenen Problemstellungen sicher und gezielt einsetzen	Werkzeugkompetenzen bei der Bearbeitung von anwendungsbezogenen Problemstellungen sicher und gezielt einsetzen	- die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von binominal- bzw. normalverteilten Ergebnissen berechnen und interpretieren - Werkzeugkompetenzen bei der Bearbeitung von anwendungsbezogenen Problemstellungen sicher und gezielt einsetzen	Werkzeugkompetenzen bei der Bearbeitung von anwendungsbezogenen Problemstellungen sicher und gezielt einsetzen

Abbildung 2: Technologieeinsatz im Lehrplan (BMBWF, 2018, S. 71 - 78)

7 Forschungsdesign

7.1 Hypothesen

Die gesamte Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob sich die Technologienutzungsgewohnheiten von HLW-Schüler*innen während ihrer Schullaufbahn verändern. Aus den erfolgten wissenschaftlichen Erkenntnissen, die in den Kapiteln 2 bis 6 ausgeführt wurden, werden nun folgende Fragestellungen und Hypothesen abgeleitet:

F₁: Verändert sich die Nutzungshäufigkeit von Technologie im Laufe der Jahre?

H₁: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Nutzungshäufigkeit von ...

- a) gewöhnlichen Taschenrechnern.
- b) grafikfähigen Taschenrechnern.
- c) Computer Algebra Systemen.
- d) Tabellenkalkulationsprogrammen.
- e) Wahrscheinlichkeitsrechnern.
- f) Graphik zum Zeichnen von Funktionsgraphen/geometrischen Figuren.

F₂: Verändert sich die Häufigkeit der verwendeten Technologie im Laufe der Jahre?

H₂: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Häufigkeit, mit der Technologie ...

- a) von der Lehrperson im Unterricht verwendet wird.
- b) von den Schüler*innen bei der Schulübung verwendet wird.
- c) von den Schüler*innen bei der Hausübung verwendet wird.

F₃: Verändert sich die Technologienutzungshäufigkeit bei mathematischen Aktivitäten im Laufe der Jahre?

H₃: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Technologienutzungshäufigkeit beim ...

- a) Berechnen.
- b) Bewerten.
- c) Begründen.
- d) Finden.
- e) Spielen.
- f) Konstruieren.
- g) Ordnen.

F4: Verändert sich die Häufigkeit der Technologienutzung aufgrund bestimmter Motive im Laufe der Jahre?

H4: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Häufigkeit der Technologienutzung um ...

- a) geometrische Figuren in der Ebene zu zeichnen.
- b) geometrische Figuren oder Körper im Raum zu zeichnen.
- c) Zufallsgeschehen zu untersuchen.
- d) Fehler beim Rechnen zu vermeiden.
- e) Zeit zu sparen.

F5: Verändert sich die Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf Mathematik im Laufe der Jahre?

H5a: Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Selbstwirksamkeitserwartung von Männern in Mathematik.

H5b: Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Selbstwirksamkeitserwartung von Frauen in Mathematik.

7.2 Stichprobe

Eine Stichprobe beschreibt einen Teil der Gesamtmenge. Da für die Überprüfung der Fragestellung nicht alle relevanten Personen befragt werden konnten, beschränkte man sich auf einen kleinen, repräsentativen Teil. Die Auswahl der Stichprobe erfolgte nach besonderen Kriterien, die dafür Sorge tragen sollten, dass die Aussagen und Ergebnisse verallgemeinert werden können (Steiner, et. al., 2021). Die Überprüfung der Hypothesen soll Aufschluss über die Technologienutzungsgewohnheiten von HLW-Schüler*innen geben, die aktiv am Schulleben teilnehmen und sich zwischen der 9. und 13. Schulstufe, also 1. bis 5. Klasse befinden. Diese Schüler*innen hatten das Unterrichtsfach „digitale Grundbildung“ noch nicht verpflichtend in der Unterstufe und kommen dadurch mit unterschiedlichstem informatischem Vorwissen in die 9. Schulstufe.

In diesem Fall werden vier HLWs aus Niederösterreich herausgegriffen, die als Stichprobe dieser Arbeit definiert werden. Bei der Auswahl der Schulen wurde auf das Ein-

zugsgebiet der Schüler*innen geachtet und versucht, urbane und ländliche Teile Niederösterreichs abzudecken und Schulen mit verschiedenen Schwerpunkten auszuwählen.

Zu Beginn wurde die Erlaubnis der Bildungsdirektion Niederösterreich eingeholt, diese Befragung in den Schulen durchzuführen, anschließend bekamen die Erziehungsberechtigten der Schüler*innen ein Informationsschreiben, bei der sie einwilligen konnten, dass ihre Kinder an der Befragung teilnehmen dürfen. Durchgeführt wurde die Onlinebefragung im Sommersemester 2022 von den jeweiligen Mathematiklehrkräften.

In der folgenden Karte sieht man die Schulstandorte mit ihren Ausbildungsschwerpunkten:

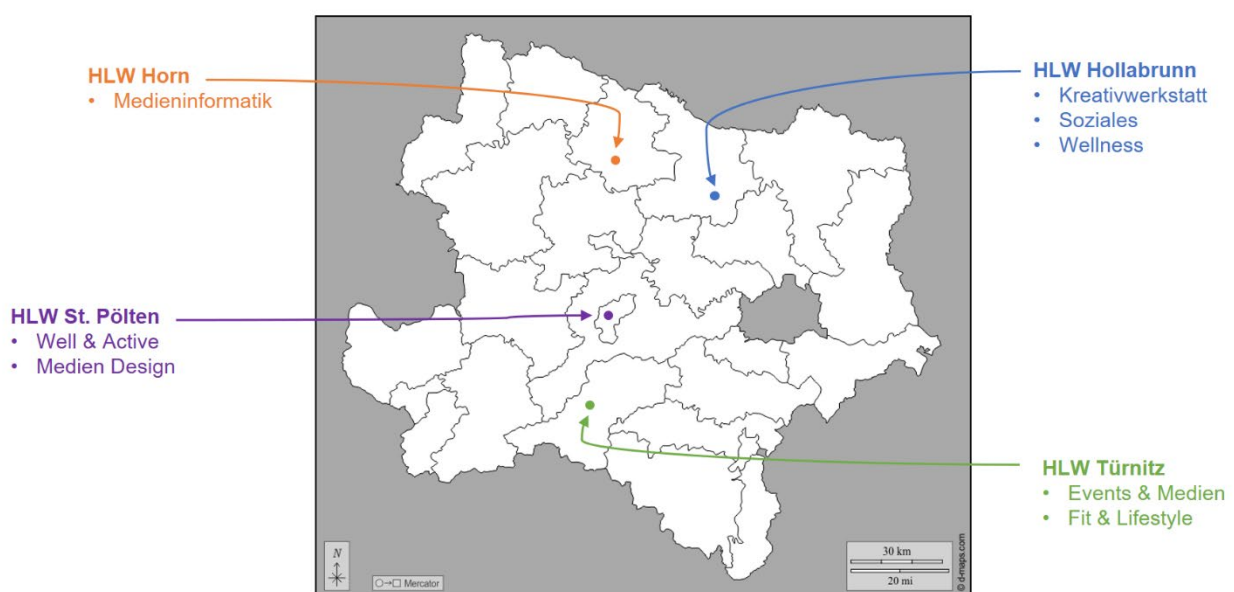


Abbildung 3: Teilnehmende Schulstandorte und ihre Ausbildungsschwerpunkte (d-maps, 2023)

7.3 Erhebungsinstrumente

Die Erhebung wurde mittels Online-Fragebogen durchgeführt. Die Schüler*innen, die an der Befragung teilnahmen, konnten den Fragebogen über die Plattform <https://www.soscisurvey.de> abrufen und ausfüllen. Die Entscheidung für eine Online-

Befragung viel aufgrund der rascheren Kontaktaufnahme mit den Teilnehmenden und der standortunabhängigen Durchführung.

Der Fragebogen setzte sich aus allgemein-demografischen Fragen sowie Fragen zur Technologienutzung, Häufigkeit des Technologieeinsatzes, Tätigkeiten im Mathematikunterricht, Motiven für den Technologieeinsatz und der Selbstwirksamkeitserwartung zusammen. Die einzelnen Teile werden im Folgenden näher erläutert.

7.3.1 Demografische Fragen

Demografische Fragen dienen dazu, die Stichprobe, also jene Personen, die befragt wurden, besser einordnen zu können. Für die Untersuchung der Forschungsfrage war es wichtig, zu wissen, welche Schulstufe die Schüler*innen besuchen, um die fünf Untergruppen, die sich daraus bilden, zu vergleichen. Als Leistungsreferenz wurde die letzte Semesternote herangezogen. Um die Anonymität zu wahren, wurde darauf verzichtet, die Schüler*innen nach dem Schulstandort zu befragen.

7.3.1.1 Schulstufe

Die Bildungslaufbahn an einer HLW dauert fünf Jahre und kann nach der 8. Schulstufe (also nach Abschluss der Sekundarstufe I) begonnen werden. Die Proband*innen mussten angeben, welche Schulstufe sie zur Zeit der Befragung besuchen. Es konnte nur eine Option angekreuzt werden, da man zu einem bestimmten Zeitpunkt nur einer Schulstufe zugeordnet werden kann. Die erworbenen Daten sind ordinalskaliert von 1 bis 5 und essenziell, da die erworbenen Gruppen in der anschließenden Datenauswertung dazu beitragen werden, die Ergebnisse zu vergleichen und dadurch ein Quasi-Längsschnitt durch die Schulbesuchszeit getätigt werden kann.



The image shows a survey question on a dark background. The question is '1. Welche Klasse/Schulstufe besuchst du aktuell?' with a subtext '(wähle eine der Optionen aus)'. There are five radio button options: '1. Klasse (9. Schulstufe)', '2. Klasse (10. Schulstufe)', '3. Klasse (11. Schulstufe)', '4. Klasse (12. Schulstufe)', and '5. Klasse (13. Schulstufe)'. A small 'DG01' label is in the top right corner of the question area.

1. Welche Klasse/Schulstufe besuchst du aktuell?
(wähle eine der Optionen aus)

☐ 1. Klasse (9. Schulstufe)

☐ 2. Klasse (10. Schulstufe)

☐ 3. Klasse (11. Schulstufe)

☐ 4. Klasse (12. Schulstufe)

☐ 5. Klasse (13. Schulstufe)

Abbildung 4: Fragebogenitem: Schulstufe

7.3.1.2 Alter

Um das Profil der Befragten etwas deutlicher zu machen, wurden diese auch nach dem Alter gefragt. Das Alter ist eine metrische Variable. Die Schüler*innen mussten dafür ihr Alter in Zahlen selbst eintippen.

The image shows a survey question in a dark grey box. The text reads: "2. Wie alt bist du? (gib dein Alter in Zahlen an)". In the top right corner of the box is a small label "DG02". Below the question, there is a light grey input field with the text "Ich bin" on the left and "Jahre alt." on the right.

Abbildung 5: Fragebogenitem: Alter

7.3.1.3 Geschlecht

Beim Item Geschlecht konnten die Befragten „männlich“, „weiblich“ oder „divers“ ankreuzen. Die letzte Option schaffte jenen Teilnehmenden, die sich nicht in das dichotome System eingliedern möchten, ebenfalls die Möglichkeit an der Befragung mitzumachen. Die Antworten nach dem Geschlecht sind nominalskaliert, da dadurch lediglich Aussagen über Gleichheit oder Unterschiedlichkeit getroffen werden kann.

The image shows a survey question in a dark grey box. The text reads: "3. Welchem Geschlecht fühlst du dich zugehörig? (wähle eine der Optionen aus)". In the top right corner of the box is a small label "DG03". Below the question, there are three radio button options: "Männlich", "Weiblich", and "Divers", each on a separate light grey background bar.

Abbildung 6: Fragebogenitem: Geschlecht

7.3.1.4 Schulnote

Die Beurteilungsstufen sind in der Leistungsbeurteilungsverordnung mit den Noten 1 (Sehr gut) bis 5 (Nicht genügend) festgelegt. Durch die Frage nach der zuletzt erhaltenen Semesternote lassen sich die Leistungen der Proband*innen objektiv vergleichen. Die Noten „Sehr gut“ (1) bis „Genügend“ (4) entsprechen einer Leistung, bei der die Schüler*innen die Anforderungen des Lehrplans ausreichend erfüllen. Bei der Note „Nicht genügend“ (5) wird die geforderte Leistung nicht ausreichend erbracht (BMUKK, 1974). Die Schulnoten sind ordinalskaliert, da man die Noten von der besten (1) zur schlechtesten (5) reihen kann.

4. Welche Note hattest du im Fach Mathematik im vergangenen Semester?
(wähle eine der Optionen aus)

☐ Sehr gut

☐ Gut

☐ Befriedigend

☐ Genügend

☐ Nicht genügend

Abbildung 7: Fragebogenitem: Schulnote

7.3.2 Arten von Technologien im Mathematikunterricht

Im Abschnitt 2.4 *Arten von Technologie und Einsatzzwecke* wurde bereits auf die gängigsten Technologien im Mathematikunterricht eingegangen. Die Fragen zur Art der Technologienutzung und der Häufigkeit, mit der sie eingesetzt werden, gliedern sich in zwei Unterfragen: Zum einen wurde die Art der genutzten Technologie abgefragt, zum anderen die Häufigkeit der Nutzung bestimmter technologischer Hilfsmittel.

Um die Bandbreite der technologischen Hilfsmittel besser einordnen zu können, wurden hier konkrete Geräte und Software angegeben, aus denen die Schüler*innen wählen konnten. Im Lehrplan der HLW ist zwar technologische Unterstützung angeführt, welche Geräte dafür verwendet werden, liegt jedoch im Ermessen der Lehrkraft bzw. des Schulstandortes. Für das Fragebogenitem, bei dem die Teilnehmenden mehrere Antwortmöglichkeiten auswählen konnten, wurden einige Optionen vorgeschlagen:

Der gewöhnliche (wissenschaftliche) Taschenrechner, der bereits in der Sekundarstufe I zum Einsatz kommt. Multirepräsentationsgeräte wie der *TI Nspire* – ein Taschenrechner von *Texas Instruments*, der über eine Graphikansicht verfügt und mit dem auch Funktionen geplottet werden können oder das *Casio Classpad* – das ebenfalls eine Graphikansicht bereithält. Zudem Software wie *GeoGebra* oder Programme aus dem Microsoft-Office Paket, wobei allen voran *Excel* als Tabellenkalkulationsprogramm im Unterricht Verwendung findet. Die Teilnehmenden hatten noch die Möglichkeit, nicht aufgelistete Technologien anzuführen. Für das Überprüfen der Hypothesen ist es nicht notwendig die Antworten in ein Skalenniveau zu übertragen, da die Antworten lediglich deskriptiv ausgewertet wurden, um einen Überblick über die verwendeten Technologien der Stichprobe zu geben.

1. Es folgen einige Fragen zum Technologieeinsatz in deinem

TH04

Mathematikunterricht.

Welche Art von Technologie wird in deinem Mathematikunterricht verwendet?

(Mehrfachauswahl möglich)

☐ gewöhnlicher Taschenrechner

☐ TI Nspire

☐ Casio Classpad

☐ GeoGebra

☐ Microsoft Office (z. B. Excel,...)

☐ andere

Abbildung 8: Fragebogenitem: Art der verwendeten Technologie

Um die Häufigkeit der Nutzung der jeweiligen Arten von Technologien zu erheben, wurden die Proband*innen gebeten, anzugeben, welche Art sie wie oft verwenden. Dabei wurden die Arten in Überkategorien gefasst (gewöhnlicher TR, GTR, CAS, TKP, Wahrscheinlichkeitsrechner und Graphikansicht). Die Befragten kreuzten dabei die Häufigkeit in einer fünf-stufigen Likert-Skala an.

Die **Likert-Skala** ist eine Ratingskala, die auf Rensis Likert zurückgeht. Sie besteht aus mehreren Stufen, bei denen die ordinalen Ausprägungen entweder bipolar oder unipolar sein können.

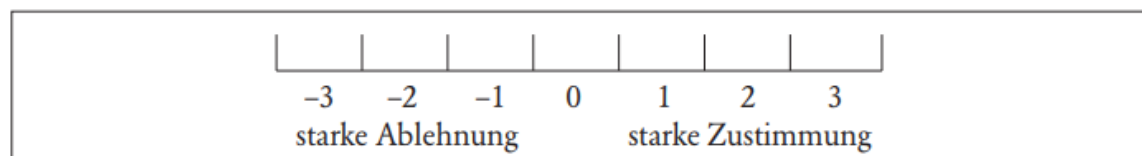


Abbildung 9: bipolare Ratingskala (Steiner, et. al., 2021, S. 55)

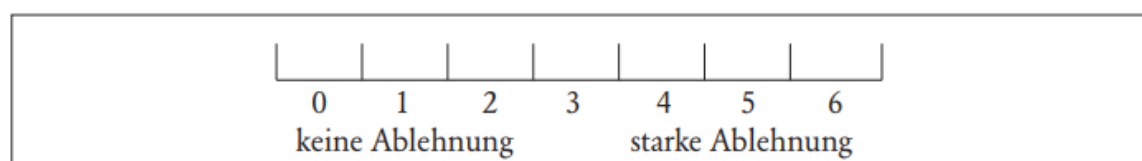


Abbildung 10: unipolare Ratingskala (Steiner, et. al., 2021, S. 55)

Je weniger Abstufungen es gibt, umso weniger machen sich Tendenzen zu einem Extremurteil bemerkbar. Damit die Proband*innen die Abstufungen besser einschätzen konnten, wurden diese nicht mit Nummern sondern mit verbalen Etikettierungen versehen (Steiner, et. al., 2021).

Bei der Frage der Häufigkeit wurde die unipolare Skala mit den Worten „nie“, „selten“, „manchmal“, „oft“ und „immer“ versehen. Außerdem wurden noch Beispiele in Klammern angegeben (z. B. mehrmals pro Woche), die bei der Auswahl helfen sollten. Bei der Operationalisierung der Daten, bekamen die Antwortmöglichkeiten die Werte 1 (nie) bis 5 (immer) zugeschrieben.

Die Frage nach der Nutzungshäufigkeit ist für das Überprüfen der H_1 wichtig, da dabei die erhobenen Daten mit den jeweiligen Schulstufen in Verbindung gebracht werden.

Wie häufig wird die untenstehende Technologie in deinem Mathematikunterricht typischerweise verwendet? TH93

	nie	selten (ca. 1x im Monat)	manchmal (mehrmals pro Monat)	oft (mehrmals pro Woche)	immer (jede Stunde)
gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	☐	☐	☐	☐	☐
grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Tabellenkalkulationsprogramme (z.B. Excel, GeoGebra,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	☐	☐	☐	☐	☐
sonstige	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 11: Fragebogenitem: Häufigkeit der Technologienutzung

7.3.3 Tätigkeiten im Mathematikunterricht

In Kapitel 3 wurden die Tätigkeiten im Mathematikunterricht anhand der acht Hauptaktivitäten (Zimmermann, 2003) vorgestellt. Dabei werden die Aktivitäten nicht mit konkreten Lerninhalten verknüpft, sondern abstrakt als Überkategorien definiert.

Die erste Teilfrage behandelte die Häufigkeit der Technologienutzung im und rund um den Mathematikunterricht. Gefragt wurde danach, wie häufig Technologie entweder von der Lehrperson oder von den Schüler*innen selbst im Unterricht oder bei den Hausübungen verwendet wird. Dabei gibt es drei Items, die mit einer fünf-stufigen unipolaren Likert-Skala, die Häufigkeit der Nutzung erhoben. Die Antwortmöglichkeiten reichen von „nie“ bis „immer“. Die Daten dieser Frage wurden mit den jeweiligen Jahrgangsstufen in Relation gesetzt und dienten dazu, die H₂ zu überprüfen. Gewöhnliche, wissenschaftliche Taschenrechner werden bei den Folgefragen ausgeklammert, da das Augenmerk auf höherer Technologie liegt.

2. Wie häufig wird irgendeine Form von höherer Technologie im Unterricht verwendet?
höhere Technologie = jegliche Technologie ausgenommen gewöhnliche (wissenschaftliche) Taschenrechner

TN01

	nie	selten (ca. 1x im Monat)	manchmal (mehrmals pro Monat)	oft (mehrmals pro Woche)	immer (jede Stunde)
Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	☐	☐	☐	☐	☐
Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	☐	☐	☐	☐	☐
Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 12: Fragebogenitem: Technologienutzung im Unterricht

Um die Frage nach der Technologienutzungshäufigkeit bei den Aktivitäten des Mathematikunterrichts (H₃) zu beantworten wurden nach dem Vorbild von Zimmermann (2003) die Tätigkeiten in sieben Teilbereiche unterteilt. Im Kapitel 223 wurden acht Hauptaktivitäten vorgestellt. Im folgenden Fragebogen finden sich sieben davon wieder, manche Aussagen wurden jedoch leicht abgeändert, um für die Zielgruppe leichter

verständlich zu sein bzw. auf den jeweiligen Unterricht angepasst. Auf die Fragen zur Tätigkeit „Anwenden“ wurde gänzlich verzichtet, da diese für die Befragung nicht zielführend erschienen.

Die Schüler*innen konnten bei den angegebenen Tätigkeiten bei jeder Aussage angeben, wie häufig sie Technologie verwenden. Dabei wurde ihnen eine fünf-stufige Likert-Skala zum Ankreuzen gegeben. Wenn sie niemals Technologie für diese Art der Tätigkeit verwendeten, war die Option „stimme gar nicht zu“ auszuwählen. Wurde für eine Tätigkeit immer Technologie verwendet, so wird „stimme voll zu“ angekreuzt. Diese Skala wurde ebenfalls bereits in einer Untersuchung verwendet und damit validiert (Müller, 2014). Die Aussagen sind jeweils in eine der sieben Hauptaktivitäten gegliedert. Die einzelnen Items jeder Aktivität wurden in der Auswertung addiert und anschließend durch die Anzahl der Aussagen dividiert, so erhält man ein arithmetisches Mittel für die einzelnen Tätigkeiten, die dann jeweils mit den Schulstufen verglichen werden konnten.

TE01

1. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Tätigkeiten im Mathematikunterricht.

Sie sind in sieben Teilabschnitte gegliedert, wovon jeder einen Tätigkeitsbereich (z. B. Berechnen, Bewerten,...) abdeckt.

Gib an, wie sehr du den einzelnen Aussagen zustimmst.

stimme gar nicht zu = ich benutze *niemals* höhere Technologie dafür

teils/teils = ich benutze *manchmal* höhere Technologie dafür

stimme voll zu = ich benutze *immer* höhere Technologie dafür

höhere Technologie = jegliche Technologie ausgenommen gewöhnliche (wissenschaftliche) Taschenrechner

	stimme gar nicht zu	teils/teils	teils/teils	teils/teils	stimme voll zu
Berechnen: Ich verwende höhere Technologie, um...					
mit Zahlen zu rechnen (z. B. addieren, Wurzel ziehen,...).	☐	☐	☐	☐	☐
Größen zu vergleichen.	☐	☐	☐	☐	☐
mit Variablen zu rechnen (z. B. Lösen von Gleichungen, Rechnen mit Termen).	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 13: Fragebogenitem: Tätigkeit Berechnen

Bewerten: hier werden zwei der Aussagen von Müller (2014) verwendet, die das Schätzen oder Bewerten von Ergebnissen abfragen.

TE03

stimme gar nicht zu teils/teils stimme voll zu

Bewerten: Ich verwende höhere Technologie, um...

ein Ergebnis zu schätzen.	☐	☐	☐	☐	☐
zu bewerten, ob ein Ergebnis richtig ist (z.B. Durchführen einer Probe).	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 14: Fragebogenitem: Tätigkeit Bewerten

Begründen: auch hier wurden zwei von drei Items von Müller (2014) übernommen. Das Item „einer Reihe von Argumenten als Begründung nutzen“ wurde verworfen.

TE04

stimme gar nicht zu teils/teils stimme voll zu

Begründen: Ich verwende höhere Technologie, um...

etwas mit mir bekannten Regeln zu begründen.	☐	☐	☐	☐	☐
Vermutungen zu überprüfen.	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 15: Fragebogenitem: Tätigkeit Begründen

Finden: bei dieser Aktivität wird darauf abgezielt, mit höherer Technologie entweder Vorschriften und Lösungsformeln zu finden oder eine Aufgabe durch raten oder probieren zu lösen. Das Item „einen Sachverhalt nachschlagen“ wurde verworfen.

TE05

stimme gar nicht zu teils/teils stimme voll zu

Finden: Ich verwende höhere Technologie, um...

etwas mittels einer Vorschrift oder Lösungsformel zu finden.	☐	☐	☐	☐	☐
etwas durch Raten oder Probieren zu finden.	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 16: Fragebogenitem: Tätigkeit Finden

Spiele: dabei geht es darum zu erheben, ob Technologie auch zum Spielen verwendet wird bzw. man mit Technologie neue Spielregeln entwickeln kann. Das Item „durch ein Spiel zum Nachdenken anregen lassen“ wurde dabei nicht von Müller (2014) übernommen.

TE06

	stimme gar nicht zu		teils/teils		stimme voll zu
Spiele: Ich verwende höhere Technologie, um...					
zu spielen.	☐	☐	☐	☐	☐
neue Spielregeln zu entwickeln.	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 17: Fragebogenitem: Tätigkeit Spielen

Konstruieren: ist eine der Tätigkeiten die in der Vergangenheit lange Zeit mit Geodreieck und Bleistift durchgeführt wurden. Objekte zeichnen, Skizzen erstellen und Sachverhalte darstellen gehören zu den Items die auch schon bei Müller (2014) abgefragt wurden. Zusätzlich wurde noch das Item „Funktionen darstellen (Funktionsgraphen zeichnen)“ hinzugefügt, da dies einen wesentlichen Teil des Mathematikunterrichts der Sekundarstufe II bildet.

TE07

	stimme gar nicht zu		teils/teils		stimme voll zu
Konstruieren: Ich verwende höhere Technologie, um...					
konkrete Objekte mit bestimmten Eigenschaften herzustellen/zu konstruieren.	☐	☐	☐	☐	☐
eine Skizze zu erstellen, um einen Sachverhalt zu verstehen.	☐	☐	☐	☐	☐
eine Vorstellung von einem komplexen Sachverhalt zu entwickeln.	☐	☐	☐	☐	☐
Funktionen darzustellen (Funktionsgraphen zu zeichnen).	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 18: Fragebogenitem: Tätigkeit Konstruieren

Ordnen: dazu zählen Items wie Dinge und Objekte „... ordnen“, „...nach persönlichen Maßstäben in Gruppen zusammenfassen“ oder „...nach wichtigen Eigenschaften einteilen“.

TE08 ▾

	stimme gar nicht zu teils/teils stimme voll zu				
Ordnen: Ich verwende höhere Technologie, um...					
Dinge oder Objekte zu ordnen.	☐	☐	☐	☐	☐
Dinge oder Objekte nach persönlichen Maßstäben in Gruppen zusammenzufassen.	☐	☐	☐	☐	☐
Dinge oder Objekte nach wichtigen Eigenschaften einzuteilen.	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 19: Fragebogenitem: Tätigkeit Ordnen

7.3.4 Motive zur Technologienutzung

Die Motive für die Technologienutzung im Mathematikunterricht werden in Kapitel 4 näher erläutert. Die Schüler*innen beantworteten die Frage, wie häufig sie Technologie typischerweise beim Zeichnen von Figuren, zur Untersuchung von Zufallsgeschehen, zum Vermeiden von Rechenfehlern und um Zeit zu sparen verwenden. Die Erhobenen Daten helfen dabei, die H_4 zu überprüfen.

Die Proband*innen geben dabei die Häufigkeit auf einer fünf-stufigen Skala an, wobei sie zwischen „nie“ und „immer“ unterscheiden. Die einzelnen Items wurden teilweise von Ingelmann (2009) übernommen und entsprechend abgeändert. Die hier angegebenen Motive sind an konkretere Handlungen geknüpft, nicht wie die zuvor beschriebenen universellen Tätigkeiten.

TE02 ▢

2. Wie häufig verwendest du typischerweise höhere Technologie für folgende Dinge?

	nie	selten	manchmal	oft	immer
Ich benutze höhere Technologie typischerweise...					
um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	☐	☐	☐	☐	☐
um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	☐	☐	☐	☐	☐
für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	☐	☐	☐	☐	☐
um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	☐	☐	☐	☐	☐
um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 20: Fragebogenitem: Motive

7.3.5 Selbstwirksamkeitserwartung

Um das Merkmal der SWE zu erheben und die H_5 zu überprüfen, bekamen die Befragten vier Aussagen, denen sie auf einer fünf-stufigen, bipolaren Skala zustimmen konnten (BMBWF 2022b). Entweder die Aussagen trafen nicht, teilweise oder gänzlich zu. Die Aussagen sind alle samt positiv formuliert, sodass kein umcodieren notwendig ist. Um die Daten der Items zu verarbeiten wird ein Gesamtscore aus der Summe der

Häufigkeiten gebildet (Schwarzer, et. al., 1999). Die Aussagen beziehen sich auf Prüfungssituationen des Schullebens und wurden mit den Worten „Matura“ bzw. „Schularbeit“ an die Realität der Schüler*innen angepasst. Die Fragen decken verschiedene Situationen ab: Es wird darauf eingegangen, dass die Proband*innen ein negatives Ergebnis wieder ausgleichen können. Dass sie sich auf bevorstehende Prüfungen entsprechend vorbereiten können und ihnen das Aneignen des Prüfungsstoffes gelingt. Und dass sie ihre eigene Leistung dafür verantwortlich machen, gute Ergebnisse zu erzielen.

1. Gib an, wie sehr du den einzelnen Aussagen zustimmst.
SW01 2

	trifft nicht zu		teils/teils		trifft zu
Auch wenn ich bei einer Prüfung/Schularbeit in Mathematik schlecht abschneide, bin ich zuversichtlich, die Note wieder ausgleichen zu können.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich bin zuversichtlich, die Matura/Schularbeit in Mathematik mit angemessener Vorbereitung bewältigen zu können.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich mich anstrengte, kann ich den Unterrichtsstoff in Mathematik gut nachvollziehen.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich mich auf die Prüfung/Schularbeit in Mathematik gründlich vorbereite, erziele ich gute Ergebnisse.	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 21: Fragebogenitem: Selbstwirksamkeitserwartung

7.4 Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurde ein Fragebogen auf der Plattform [socisurvey.de](https://www.socisurvey.de) erstellt. Danach wurde ein Pretest durchgeführt und etwaige Änderungen vorgenommen bzw. Anweisungen umformuliert. Direktionen wurden angeschrieben, ob sie Interesse haben, an der Befragung teilzunehmen und anschließend wurde der Fragebogen der Bildungsdirektion für Niederösterreich vorgelegt. Diese erteilte die Erlaubnis, den Fragebogen an vier HLWs (Hollabrunn, Horn, St. Pölten, Türnitz) weiterzuleiten. Nach den Osterferien 2022 wurde der Fragebogenlink sowie weitere Instruktionen und ein Brief für die Erziehungsberechtigten der Schüler*innen an die Schulleitungen bzw. zuständigen Lehrpersonen gesendet. Die Testung wurde dann im Mathematikunterricht von den unterrichtenden Lehrkräften durchgeführt und die Daten direkt in [socisurvey.de](https://www.socisurvey.de) gesammelt. Nach Abschluss der Erhebung wurden die erworbenen Daten in eine `sav`-Datei umgewandelt und mit der Software *SPSS* ausgewertet.

7.4.1 Instruktionen

Die Einleitung des Fragebogens weist die Proband*innen darauf hin, dass die Befragung auf freiwilliger Basis stattfindet und ihre Antworten nicht auf ihre Person rückführbar sein werden. Dadurch wird die Anonymität gewahrt (Steiner, et. al., 2021). Außerdem wird auf das Bekanntgeben der Stammschule verzichtet.

Die Befragten wurden darüber aufgeklärt, wer die Umfrage durchführt und wozu sie dient. Die Dauer der Befragung betrug ca. 10 Minuten und es wurde vorweggenommen, dass kein Wissen abgefragt wird, sondern die spontane Einschätzung ihrer Gewohnheiten in Bezug auf die Nutzung von Technologie. Außerdem gab es bei der Beantwortung der Fragen kein Richtig oder Falsch. Mit bestätigen auf „weiter“ gelangten die Befragten auf die nächste Seite und bestätigen damit, dass sie über den Ablauf der Untersuchung informiert wurden und sich damit einverstanden erklären.

Herzlich Willkommen!

Liebe*r Schüler*in,

mein Name ist Lisa Pacchiani und ich studiere Lehramt an der Universität Wien.

Im Rahmen meiner Masterarbeit beschäftige ich mich mit der *Technologienutzung im Mathematikunterricht*. Dabei stellt diese Umfrage einen wichtigen Bestandteil meiner Arbeit dar.

Die Bearbeitung dauert ca. 10 Minuten. Die Fragen zielen nicht darauf ab, Wissen abzufragen, sondern sollen die *Nutzungsgewohnheiten* von Technologie (Taschenrechner, GeoGebra, Excel,...) im Mathematikunterricht erheben. Bei der Beantwortung der Fragen bin ich an deiner persönlichen Einschätzung interessiert und es gibt keine falschen Antworten. Außerdem wirst du um einige Angaben zu deiner Person gebeten - die Auswertung erfolgt aber vollkommen anonym, deine Daten können also nicht deiner Person zugeordnet werden.

Vielen Dank für Deine Mithilfe!

Lisa Pacchiani

Durch Klicken auf „Weiter“ erkläre ich, dass ich über Ziele und Ablauf der Studie informiert wurde und diese verstanden habe.

Weiter

Abbildung 22: Einleitung Fragebogen

7.5 Datenverarbeitung

Nach Abschluss der Datenerhebung gab es 174 Datensätze, die von socisurvey.de heruntergeladen wurden. Diese wurden in SPSS übertragen und auf Ihre Vollständigkeit geprüft. Dabei wurde vor allem die Zeitdauer angesehen, wie lange die Proband*innen für das Ausfüllen des Fragebogens brauchten, um jene Datensätze zu filtern, die nur willkürlich geklickt hatten, ohne die Angaben und Items wirklich gewissenhaft zu lesen.

Bei vier der Datensätze konnte festgestellt werden, dass diese lediglich ein oder zwei Fragen beantwortet hatten (z.B. Schulstufe oder Alter) und den Test dann abgebrochen haben. Diese Datensätze wurden entfernt, da sie für die weitere Analyse nicht aussagekräftig waren. Bei vier weiteren Datensätzen fiel auf, dass sie den Test innerhalb weniger Sekunden (max. 20 Sek.) beendet hatten, auch diese Datensätze konnten nicht als glaubhaft angenommen werden und wurden deshalb ebenfalls verworfen. Zur Auswertung der Erhebung gab es 166 Datensätze.

8 Ergebnisse

Zu Beginn der Datenanalyse werden die Datensätze beschrieben und graphisch mit Diagrammen dargestellt. Zudem wird die interne Konsistenz der Merkmale durch das **Cronbachsche α** (Alpha) gemessen. Wenn das Cronbachsche α einen Wert zwischen 0,7 und 1 annimmt bedeutet das, dass die Validität des Messinstruments (also der Items des Fragebogens) über die Strichprobe verteilt, gegeben ist (Bonett, et. al., 2015). Durch die Validität wird gewährleistet, dass die einzelnen Items (bspw. Aussagen beim Messinstrument der SWE) das messen, was sie messen sollen. Außerdem kann man überprüfen, ob sich das Cronbachsche α ändern würde, wenn man eine Aussage weglässt.

Anschließend werden die Merkmale auch noch auf ihre Normalverteilung geprüft. Dazu verwendet SPSS einerseits den **Kolmogorow-Smirnow-Test** und andererseits den **Shapiro-Wilk-Test**. Beide zielen darauf ab, die erhobenen Daten eines Merkmals auf eine gleichmäßige Verteilung zu prüfen. Ersterer hat eine eher geringe Teststärke und letzterer wird eingesetzt, wenn man Stichprobengrößen ab 3 Beobachtungen überprüfen möchte. Beide haben eine Signifikanzgrenzen von $\alpha > 0,05$. Das bedeutet, dass Daten, die einen kleineren Wert beim Überprüfen auf Normalverteilung aufweisen, nicht normalverteilt sind.

8.1 Deskriptive Auswertung

8.1.1 Demografie

Um die erhaltenen Daten besser zu charakterisieren, werden zuerst die demografischen Fragen, die zu Beginn der Befragung angeführt waren, deskriptiv ausgewertet. Dabei werden die Variablen meistens nach den Schulstufen geclustert und Ergebnisse in Prozent (100 % ist die Gesamtheit der jeweiligen Schulstufe) angegeben, um die Schulstufen anschaulicher vergleichbar zu machen – da dies bei absoluten Zahlen nicht der Fall wäre, da die Gesamtgröße jeder Klasse nicht gleich ist.

Von den 166 Teilnehmenden besuchten 25 Schüler*innen (15,1 %) die 9. Schulstufe, 62 Schüler*innen (37,3 %) die 10. Schulstufe, 11 Schüler*innen (6,6 %) die 11. Schulstufe, 54 Schüler*innen (32,5 %) die 12. Schulstufe und 14 (8,4 %) die Abschlussstufe. Dass in der 11. und 13. Schulstufe eher weniger Schüler*innen teilnahmen kann auf den Zeitpunkt der Befragung zurückgeführt werden. Da die Befragung im Frühjahr stattfand, waren bestimmt schon einige Schüler*innen der 11. Schulstufe im Pflichtpraktikum (der Schulschluss in dieser Schulstufe ist meist Ende Mai) und die Schüler*innen der Abschlussklassen waren schon dabei ihre Matura zu schreiben. Die Tabelle 1: *Häufigkeiten Schulstufen in %* stellt die Verteilung der Befragten in einem Kreisdiagramm dar.

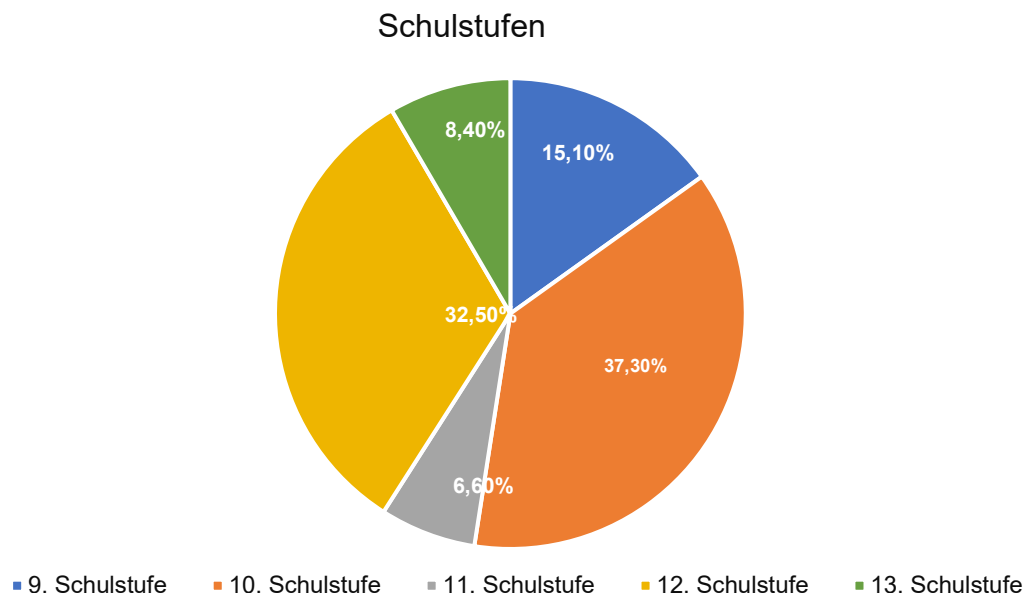


Tabelle 1: Häufigkeiten Schulstufen in %

Des Weiteren wurde erhoben, wie alt die Proband*innen waren. Die jüngsten Schüler*innen sind 14 Jahre, die ältesten 20 Jahre alt. Im Mittel sind die Proband*innen 16,7 Jahre alt. Die Verteilung des Alters ist normalverteilt, da $\alpha = 0,207$ (Kolmogorow-Smirnow-Test) bzw. $\alpha = 0,925$ (Shapiro-Wilk-Test). Wie die Altersverteilung in den einzelnen Klasse ist, zeigen Tabelle 2: *Alter nach Schulstufen (absolute Zahlen)* und Tabelle 3: *Altersverteilung nach Schulstufen in %*.

	9. Schulstufe	10. Schulstufe	11. Schulstufe	12. Schulstufe	13. Schulstufe
14 Jahre	3	-	-	-	-
15 Jahre	19	12	-	-	-
16 Jahre	2	46	3	-	-
17 Jahre	1	4	7	17	-
18 Jahre	-	-	1	33	4
19 Jahre	-	-	-	4	8
20 Jahre	-	-	-	-	2

Tabelle 4: Alter nach Schulstufen (absolute Zahlen)

Altersverteilung nach Schulstufen in %

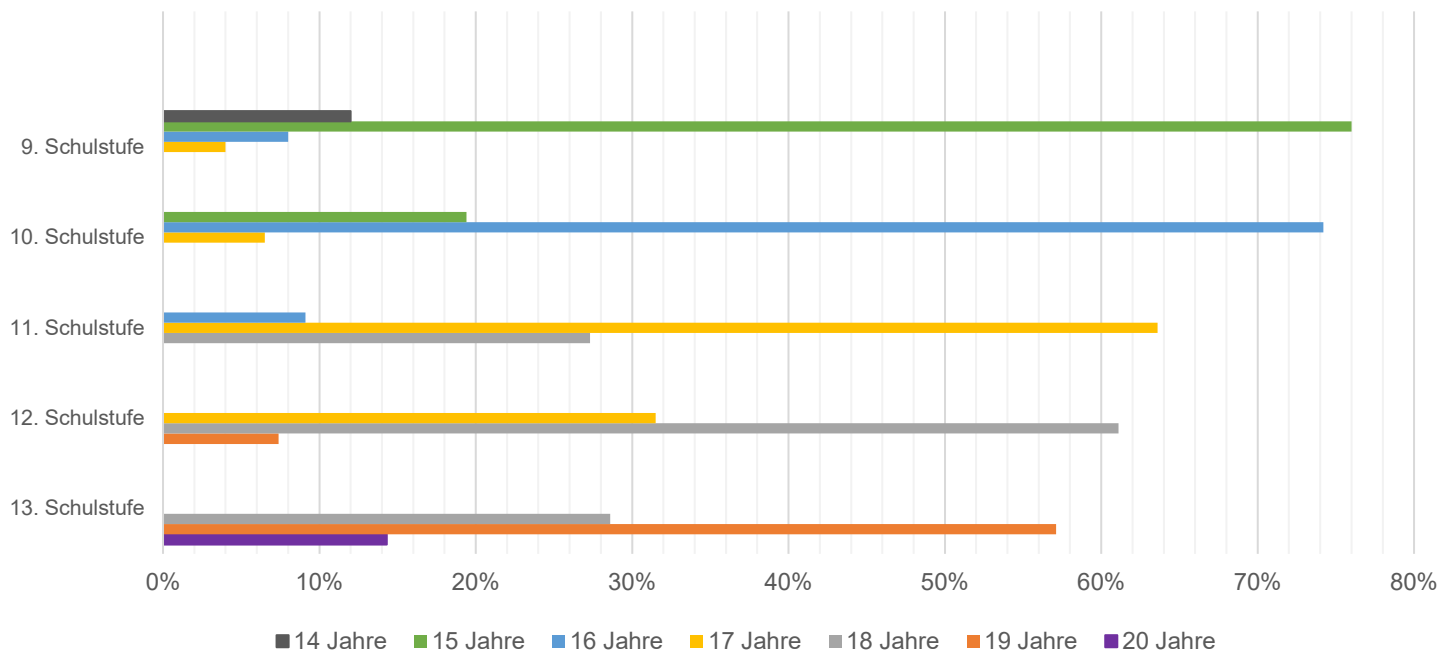


Tabelle 5: Altersverteilung nach Schulstufen in %

Bei der Analyse des Merkmals Geschlecht gaben ein beträchtlicher Anteil der Proband*innen an, weiblich zu sein (83,1 %), der Rest teilte sich in männlich mit 15,1 % sowie divers mit 1,8 % was auf 3 der Antwortenden auswählten. In Tabelle 4 sieht man die *Geschlechterverteilung nach Schulstufen in %*.

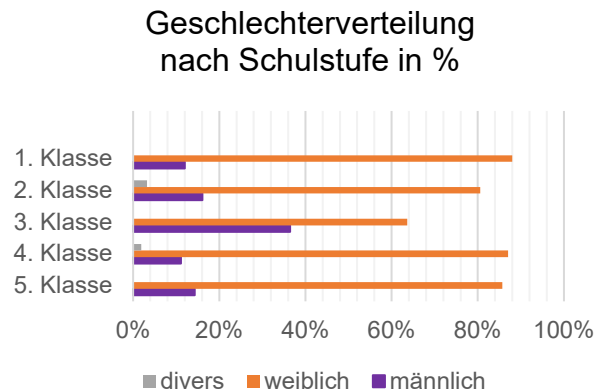


Tabelle 8: Geschlechterverteilung nach Schulstufen in %

Die Schüler*innen gaben auch an, welche Note sie im Unterrichtsfach Mathematik zuletzt hatten. Dabei ergab die Erhebung, dass die meisten die Note Befriedigend (53 Antworten) hatten. Am zweithäufigsten kam die Note Genügend (47 Antworten) vor, gefolgt von der Note Gut (30 Antworten), Sehr gut (27 Antworten) und am seltensten kam die Note Nicht genügend (9 Antworten) vor. In der nachstehenden Tabelle 5 sieht man die *Schulnote nach Schulstufe in %* aufgeteilt.

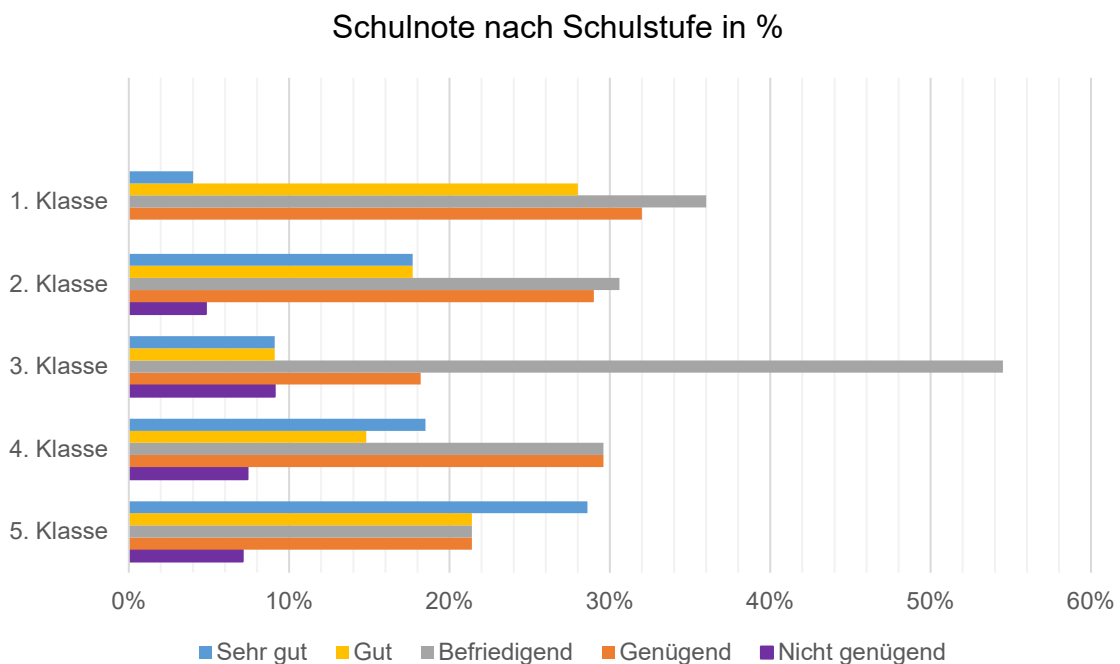


Tabelle 9: Schulnote nach Schulstufe in %

8.1.2 Merkmal: Arten von Technologien im Mathematikunterricht

Die Arten der Technologie, die im Unterricht zum Einsatz kommen, wurden zu Beginn mit einem Multiple-Choice Antwortformat abgefragt. Demnach findet im Unterricht der gewöhnliche Taschenrechner (144 von 166 möglichen Antworten) die meiste Verwendung, dicht gefolgt von GeoGebra (137 Antworten). Eher wenige verwenden Microsoft Office (39 Antworten), TI Nspire (23 Antworten) oder Casio Classpad (1 Antwort). Außerdem konnten die Schüler*innen noch angeben, welche anderen Geräte zum Einsatz kamen. Dabei wurden Tablet, YouTube und OneNote jeweils einmal und Handy dreimal angegeben. Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt die *Verwendete Technologien* mit ihrer absoluten Häufigkeit.

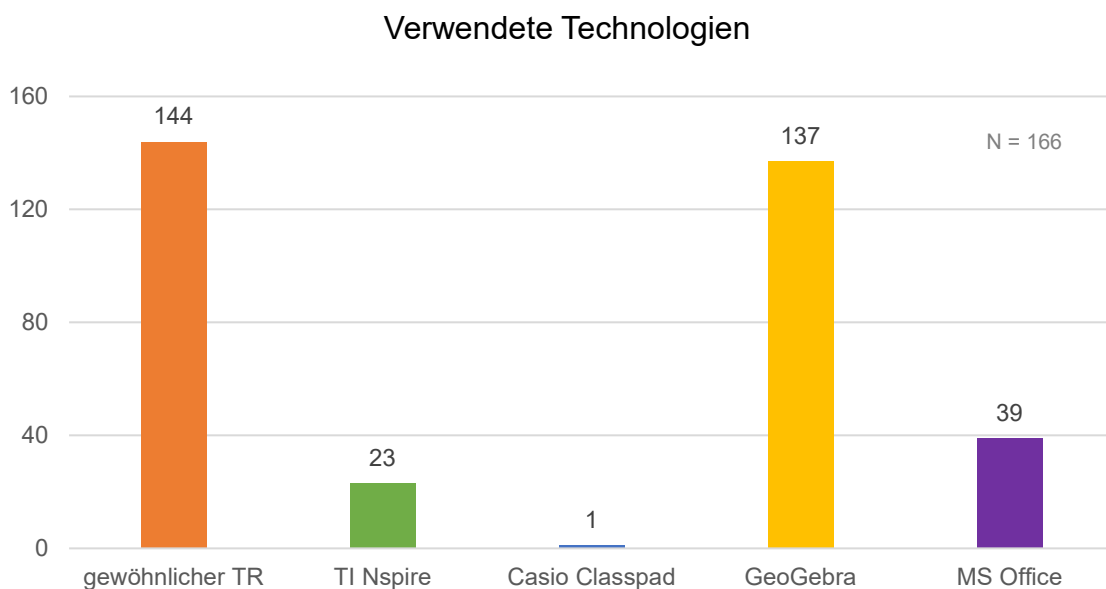


Tabelle 11: Verwendete Technologien (absolut)

Des Weiteren wurde erhoben, wie häufig die jeweiligen Technologien eingesetzt werden. Die absoluten Häufigkeiten der 166 möglichen Antworten pro Technologie sind in der Tabelle 7: *Häufigkeiten der verwendeten Technologien* dargestellt.

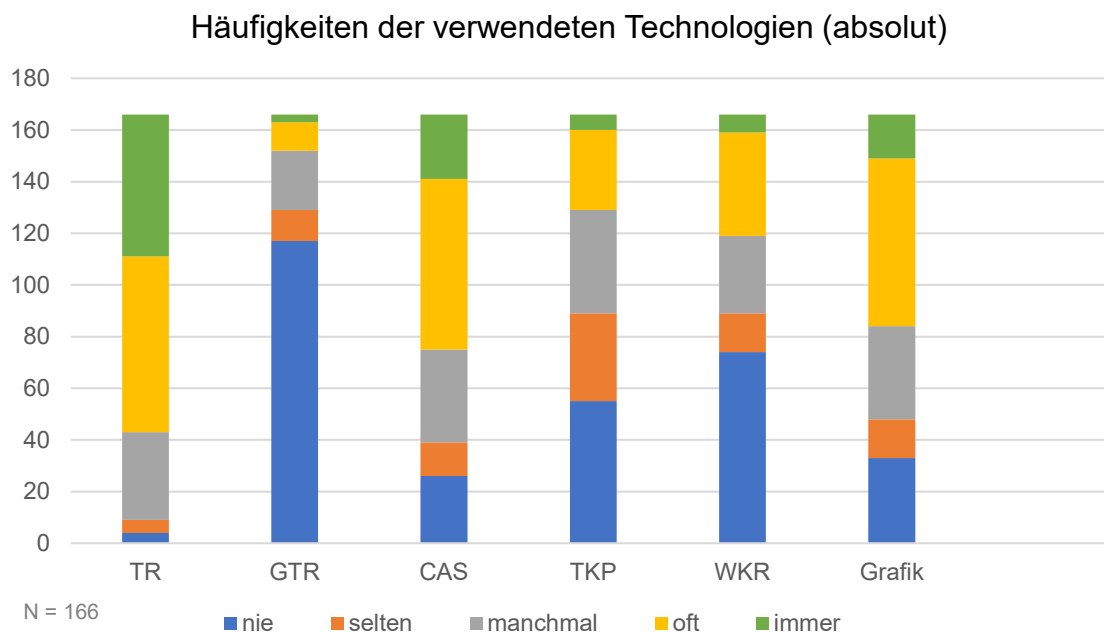


Tabelle 13: Häufigkeiten der verwendeten Technologien

Die Schüler*innen konnten auf einer 5-stufigen Skala angeben, wie häufig sie die einzelnen Technologien verwenden. Um das arithmetische Mittel der Häufigkeiten zu berechnen, wurden die Antwortmöglichkeiten aufsteigend von 1 (nie) bis 5 (immer) kodiert. Dabei zeigt sich, dass der gewöhnliche TR am häufigsten angewendet wird, da der Mittelwert fast bei 4, also „oft“, das heißt „mehrmals pro Woche“ liegt. CAS hat einen Mittelwert von 3,31, also wird CAS durchschnittlich mehrmals pro Monat verwendet. Knapp danach folgt Graphik zum Zeichnen mit einem Durchschnittswert von 3,11, also ebenfalls „manchmal“. TKP (Mittelwert = 2,39) und WKR (Mittelwert = 2,34) werden weniger häufig (einmal oder mehrmals pro Monat) verwendet. Am seltensten werden GTR verwendet, mit einem Durchschnittswert von 1,62 (selten bis nie). Die Mittelwerte weisen jeweils eine Standardabweichung von 1 (mindestens 0,9 und maximal 1,4) auf, was bedeutet, dass die jeweils angegebene Häufigkeit um einen Häufigkeitsgrad abweichen kann (Tabelle 8: *Häufigkeit der verwendeten Technologien (Mittelwerte)*).

	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Varianz
TH: gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	166	3,99	,937	,879
TH: Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	166	3,31	1,273	1,620
TH: Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z. B. GeoGebra,...)	166	3,11	1,298	1,685
TH: Tabellenkalkulationsprogramme (z.B. Excel, GeoGebra,...)	166	2,39	1,225	1,500
TH: Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	166	2,34	1,365	1,863
TH: grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	166	1,62	1,065	1,134
Gültige Werte (listenweise)	166			

Tabelle 14: Häufigkeit der verwendeten Technologien (Mittelwerte)

8.1.3 Merkmal: Tätigkeiten im Mathematikunterricht

Um die Tätigkeiten, bei denen Technologie verwendet wird zu erheben, wurde einerseits die Frage gestellt, wie häufig Technologie (und ab nun bedeutet Technologie alles außer den gewöhnlichen TR) im Unterricht verwendet wird. Bei der Frage, wie häufig die Lehrperson Technologie im Unterricht verwendet, gaben die meisten (69 Antworten) die Ausprägung „immer (jede Stunde)“ an. Die Tabelle 9 zeigt, dass die Lehrperson Technologie am Häufigsten verwendet. Von den Schüler*innen selbst geben 39 an, Technologie immer bei der Schulübung zu verwenden, bei der Hausübung verwenden 60 Proband*innen immer Technologie.

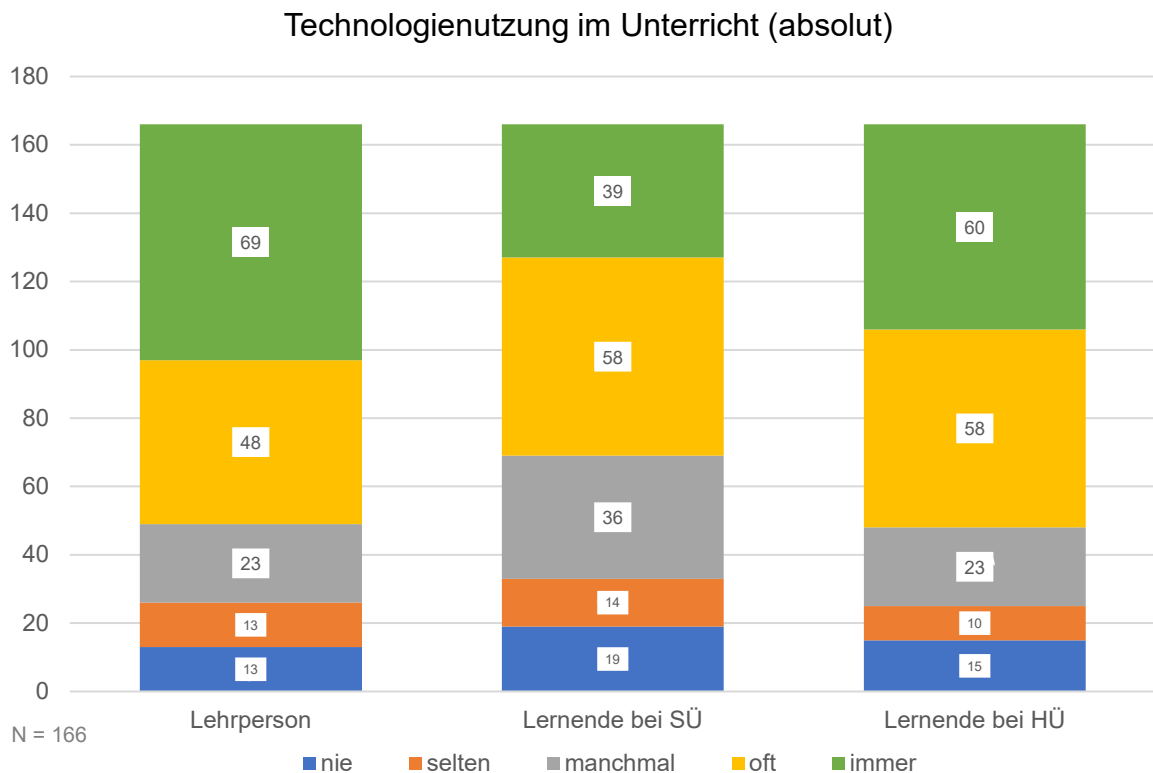


Tabelle 16: Technologienutzung im Unterricht

Im Durchschnitt verwendet die Lehrperson Technologie im Unterricht oft, da der Mittelwert bei 3,89 liegt. Die Schüler*innen verwenden Technologie ebenfalls oft, bei Hausübungen etwas öfter (Mittelwert = 3,83) als bei den Schulübungen (3,51). Die Standardabweichung ist bei allen drei Items etwa 1,2 (Tabelle 10: *Häufigkeit der Technologienutzung im Unterricht*).

	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Varianz
TN: Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	166	3,89	1,252	1,569
TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	166	3,83	1,239	1,535
TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	166	3,51	1,259	1,585
Gültige Werte (listenweise)	166			

Tabelle 17: Häufigkeit der Technologienutzung im Unterricht

Um zu erheben, wie häufig Technologie bei einzelnen Tätigkeiten verwendet wird, wurden von den einzelnen Items jeder Tätigkeit die Mittelwertindizes gebildet (Zimmermann, 2003). Um zu überprüfen, ob die einzelnen Items auch das jeweilige Merkmal messen, wurde eine Reliabilitätsanalyse mittels Cronbach α durchgeführt. Ab einem α von 0,7 spricht man von einer akzeptablen, internen Konsistenz, bei 0,6 gilt die Reliabilität als fragwürdig und Werte unter 0,5 gelten als inakzeptabel. In der *Tabelle 11: Reliabilität Tätigkeiten* sieht man die einzelnen Reliabilitäten. Dabei zeigt sich, dass Finden und Bewerten einen Wert knapp unter 0,6 haben. Eine etwas bessere Konsistenz weisen Berechnen und Spielen auf. Als akzeptabel gilt die Reliabilität für die Tätigkeit Begründen. Die Tätigkeiten Konstruieren und Ordnen weisen eine gute bis sehr gute interne Konsistenz auf. Ein Grund für die Alpha-Werte kann neben der Formulierung selbst auch die Anzahl der Items pro Tätigkeit sein. Meist waren es zwei Items, beim Ordnen gab es vier Items und die Reliabilität ist hier am höchsten.

Tätigkeit	Cronbach α
Berechnen	0,666
Bewerten	0,588
Begründen	0,769
Finden	0,578
Spielen	0,682
Konstruieren	0,842
Ordnen	0,933

Tabelle 18: Reliabilität Tätigkeiten

Jeder Datensatz hat nun einen Mittelwert für eine der sieben Tätigkeiten, die in *Tabelle 12: Tätigkeiten Mittelwerte* dargestellt werden. Je weiter innen sich die Punkte befinden, umso seltener wird Technologie genutzt. Die Proband*innen konnten angeben, ob sie Technologie bei den einzelnen Tätigkeiten gar nicht verwenden (wird mit dem Wert 1,0 kodiert), teilweise (Wert 3,0) oder immer (Wert 5,0). Die meisten Tätigkeiten werden teilweise mit Technologie durchgeführt (Mittelwert rund 3,0), Spielen ist die Tätigkeit die im Mittel eher gar nicht mit Technologieunterstützung bearbeitet wird (Mittelwert = 1,6).

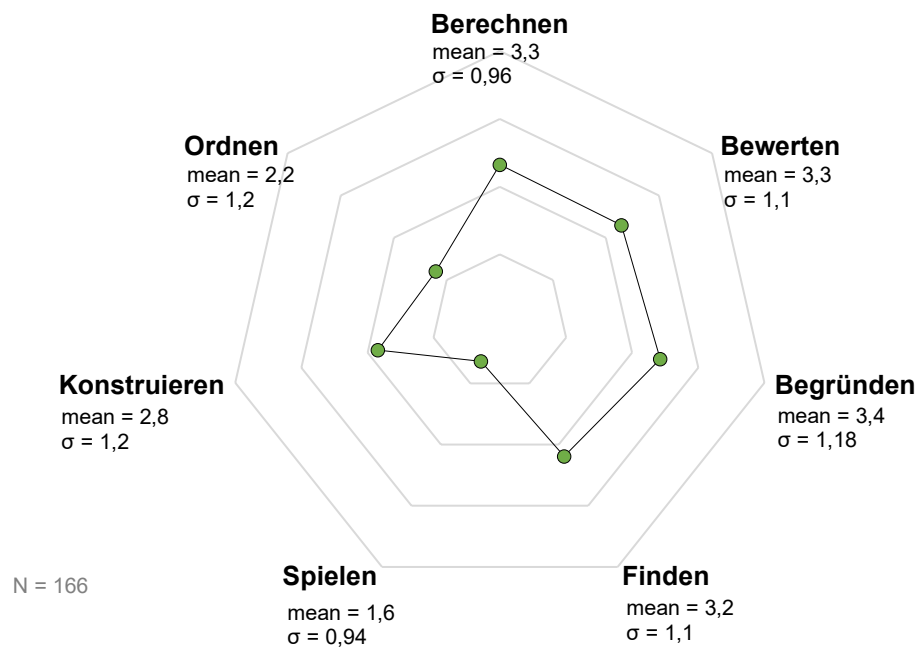


Tabelle 20: Tätigkeiten Mittelwerte

8.1.4 Merkmal: Motive zur Technologienutzung

Das Merkmal der Motive für die Nutzung von Technologie wurde mit fünf Items abgefragt, bei denen die Schüler*innen angeben konnten, ob sie dafür „nie“ oder „immer“ Technologie verwenden. In der nachstehenden Tabelle 13 werden die Motive für die Technologienutzung mit absoluten Zahlen angezeigt. Dabei fällt auf, dass Technologie häufig zum Vermeiden von Rechenfehlern oder um Zeit zu sparen verwendet wird. Sehr wenig wird Technologie genutzt, um geometrische Körper im dreidimensionalen Raum zu zeichnen oder ein Zufallsgeschehen zu untersuchen. Die Mittelwerte der einzelnen Items sind in Tabelle 14 dargestellt.

	N	Mittelwert	Std.- Abweichung
M: um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	166	2,57	1,341
M: um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	166	1,98	1,206
M: für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	166	2,27	1,337
M: um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	166	3,89	1,303
M: um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	166	4,02	1,258
Gültige Werte (listenweise)	166		

Tabelle 21: Motive Technologienutzung (Mittelwerte)

Motive für die Nutzung von Technologie

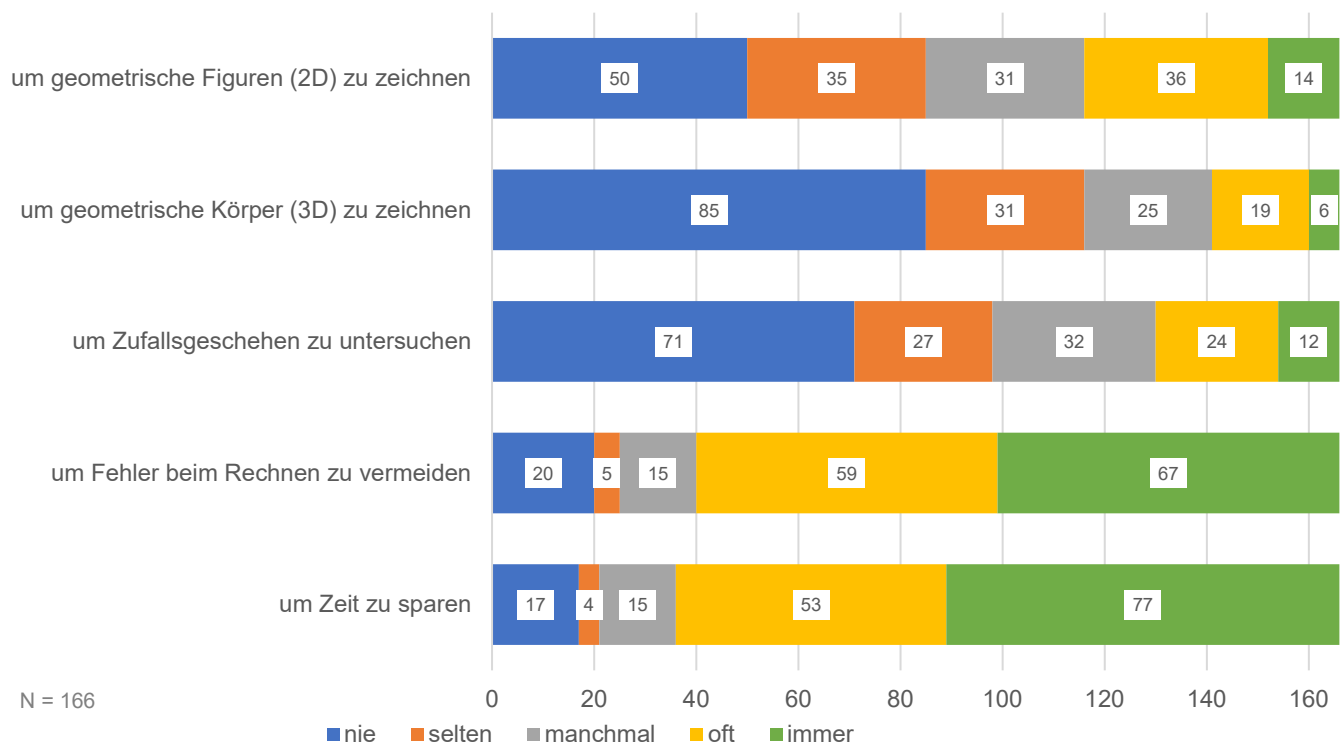


Tabelle 23: Motive Technologienutzung (absolut)

8.1.5 Merkmal: Selbstwirksamkeitserwartung

Auf einer fünf-stufigen Skala konnten die Proband*innen angeben, ob die Aussagen zur SWE auf sie zutreffen (5) oder nicht (1). Dabei gab es 165 Antworten, da eine Person bei der letzten Frage frühzeitig abgebrochen hat. Um die interne Konsistenz der vier Items zu überprüfen, wurde mittels Reliabilitätsanalyse ein α von 0,843 errechnet, was eine gute interne Konsistenz bestätigt.

Reliabilitätsstatistiken		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,843	,843	4

Tabelle 24: Reliabilität SWE

Die Werte der vier Items werden nun addiert, um einen Summenscore zu erhalten (Schwarzer, et. al., 1999). Da der höchste Wert je Item 5 war (für „ich stimme der Aussage zu“), ist der Maximalwert, der beim Summenscore erreicht werden kann, 20 der niedrigste Wert ist 4 – es gibt also eine Spannweite von 16 Punkten.

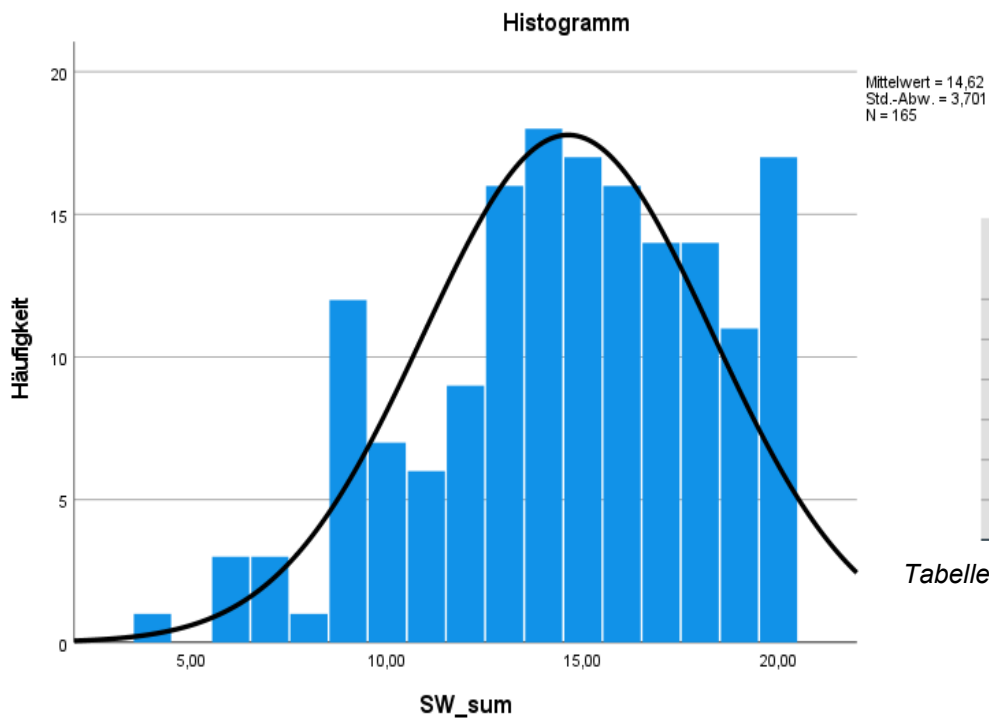


Tabelle 27: Häufigkeitsverteilung SWE

SW_sum		
N	Gültig	165
	Fehlend	1
Mittelwert		14,6242
Median		15,0000
Modus		14,00
Std.-Abweichung		3,70127
Minimum		4,00
Maximum		20,00

Tabelle 28: Deskriptive Auswertung SWE

Im Durchschnitt liegt die SWE der Proband*innen bei einem Mittelwert von 16,6 – also wird den Aussagen fast immer zugestimmt. Der Mittelwert hat eine Standardabweichung von 3,7 – also einer Stufe der Zustimmung auf oder ab. Die Häufigkeitsverteilung kann man in Tabelle 16: *Häufigkeitsverteilung SWE* sehen.

9 Auswertung & Diskussion

9.1 Schulstufe und Technologienutzungshäufigkeit (H₁)

Um die erste Hypothese zu überprüfen, werden die Schulstufen in Beziehung zu den Nutzungshäufigkeiten der einzelnen Technologien gesetzt. Dabei wird ein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Variablen vermutet, wobei die Behauptung aufgestellt wird: Je höher die Schulstufe, umso öfter werden die einzelnen Technologien verwendet.

F₁: Verändert sich die Nutzungshäufigkeit von Technologie im Laufe der Jahre?

H₁: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Nutzungshäufigkeit von ...

- a) gewöhnlichen Taschenrechnern.
- b) grafikfähigen Taschenrechnern.
- c) Computer Algebra Systemen.
- d) Tabellenkalkulationsprogrammen.
- e) Wahrscheinlichkeitsrechnern.
- f) Graphik zum Zeichnen von Funktionsgraphen/geometrischen Figuren.

Zur Auswertung der Hypothese werden die gewonnen Daten in Gruppen nach Schulstufe eingeteilt. Die Mittelwerte der Häufigkeiten der Nutzung von TR, CAS, TKP, WKR und Graphik wird je nach Schulstufe ausgegeben und in einem Punktediagramm dargestellt. Anschließend wird die Korrelation der beiden Merkmale berechnet. Je näher der Korrelationskoeffizient bei 1 ist, umso höher ist der signifikante Zusammenhang.

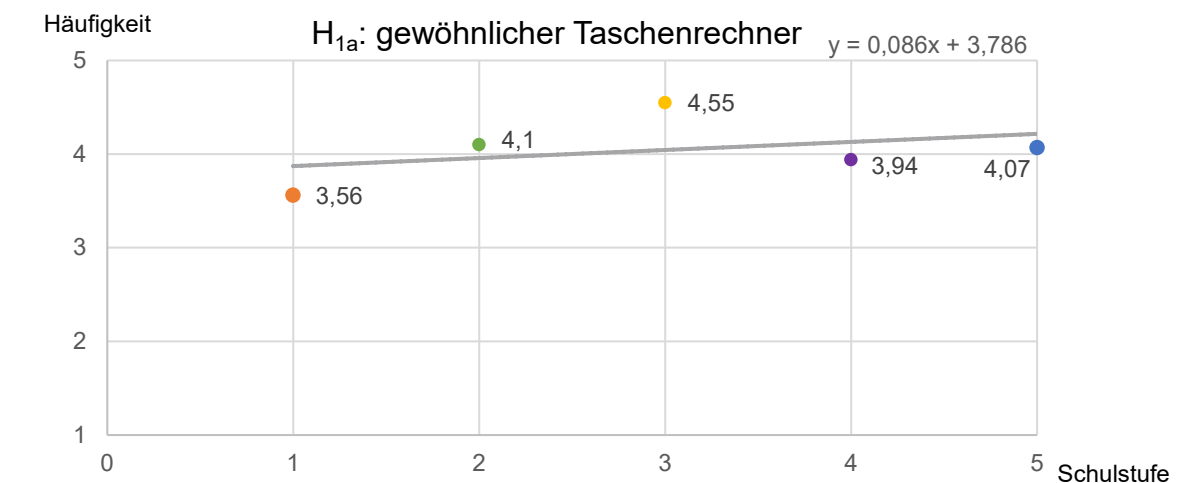


Tabelle 31: H_{1a}

Bei der Überprüfung des Zusammenhangs von Schulkasse und der Nutzung gewöhnlicher Taschenrechner (Tabelle 18: H_{1a}) kann ein Korrelationskoeffizient von 0,38 berechnet werden. Dies weist auf keinen linearen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen hin.

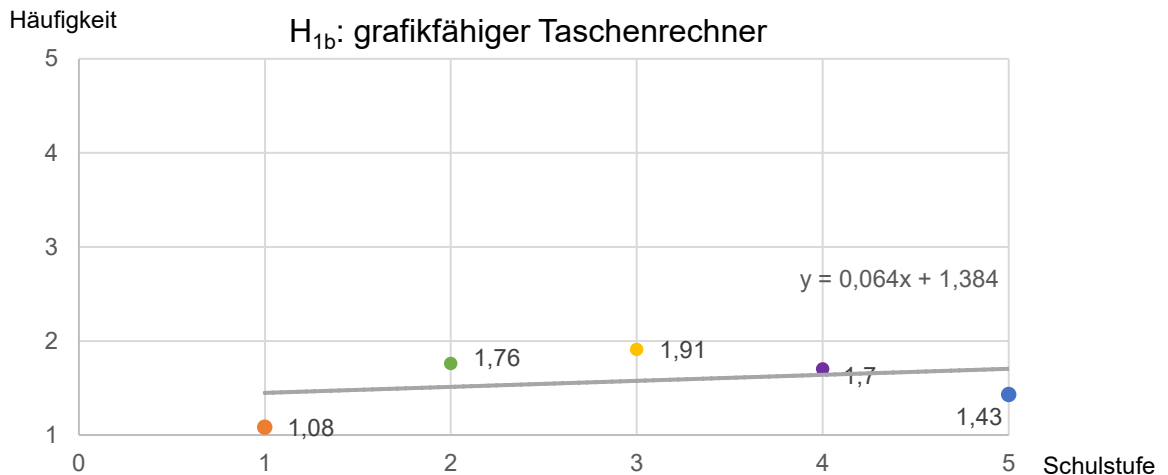


Tabelle 33: H_{1b}

Bei der Untersuchung der Korrelation von Schulstufe und graphikfähigem Taschenrechner (Tabelle 19: H_{1b}) wurde ein Koeffizient von 0,31 berechnet, woraus sich kein linearer Zusammenhang ergibt.

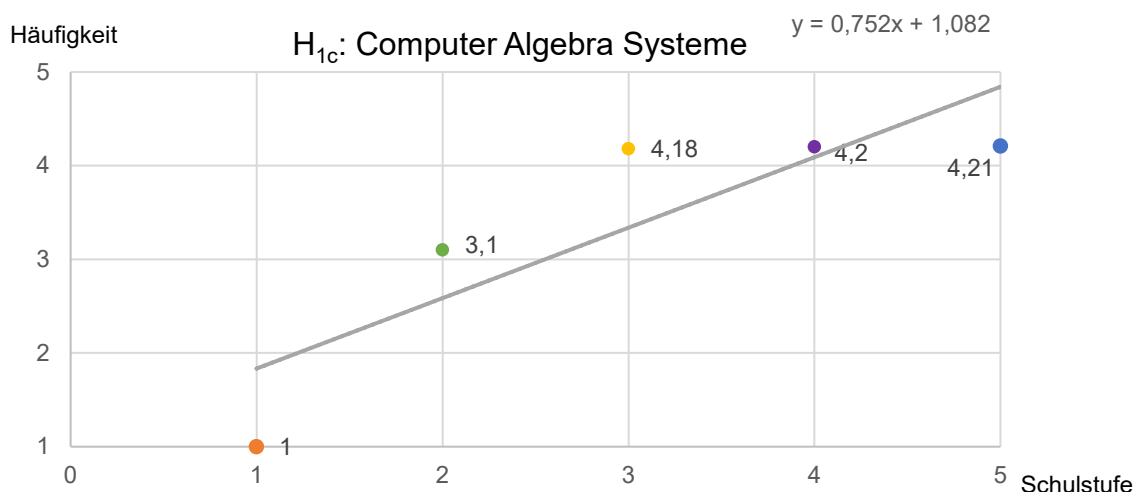
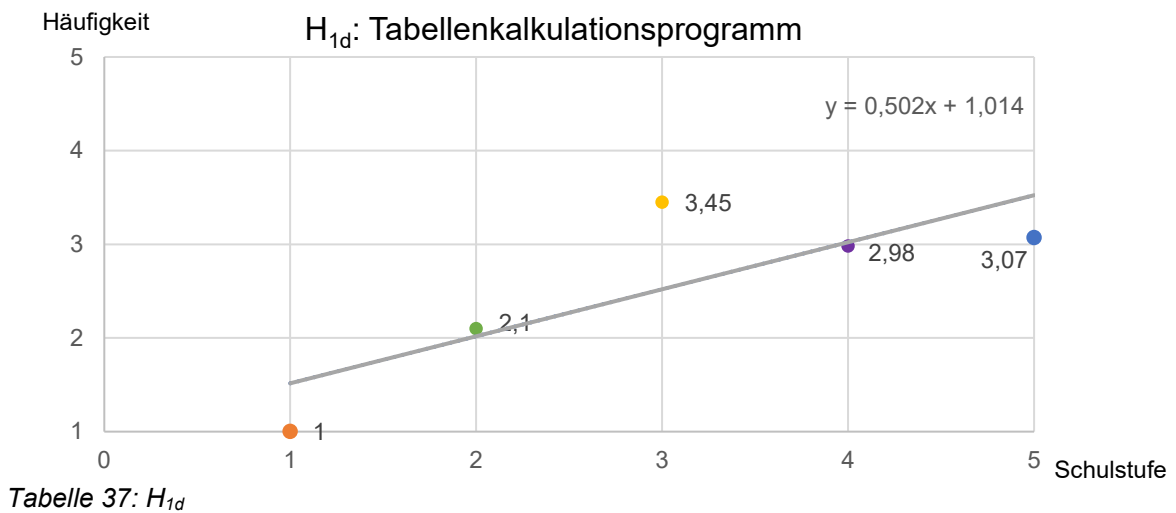
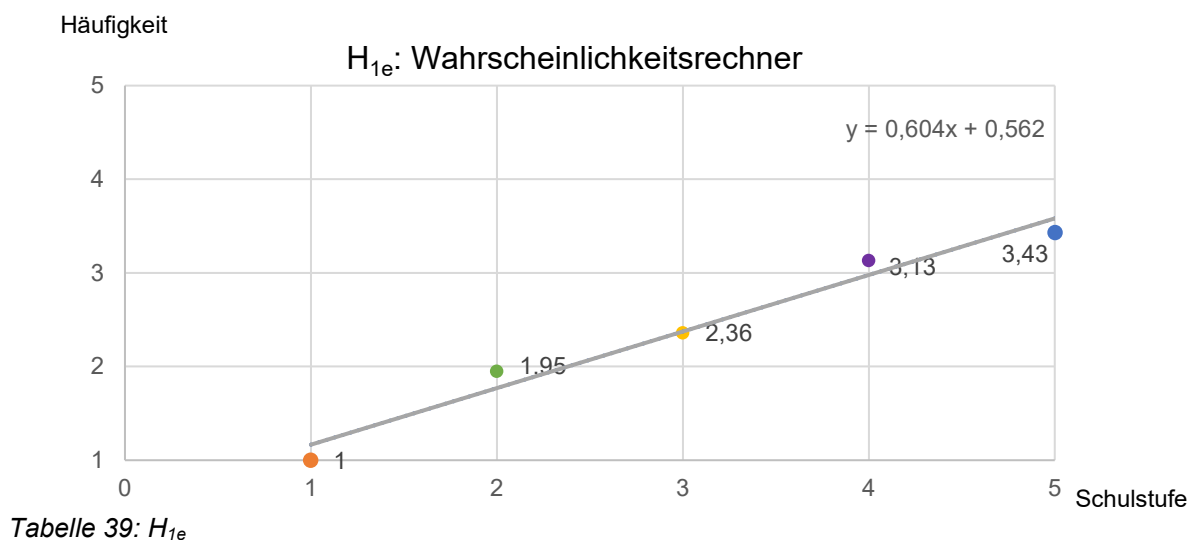


Tabelle 35: H_{1c}

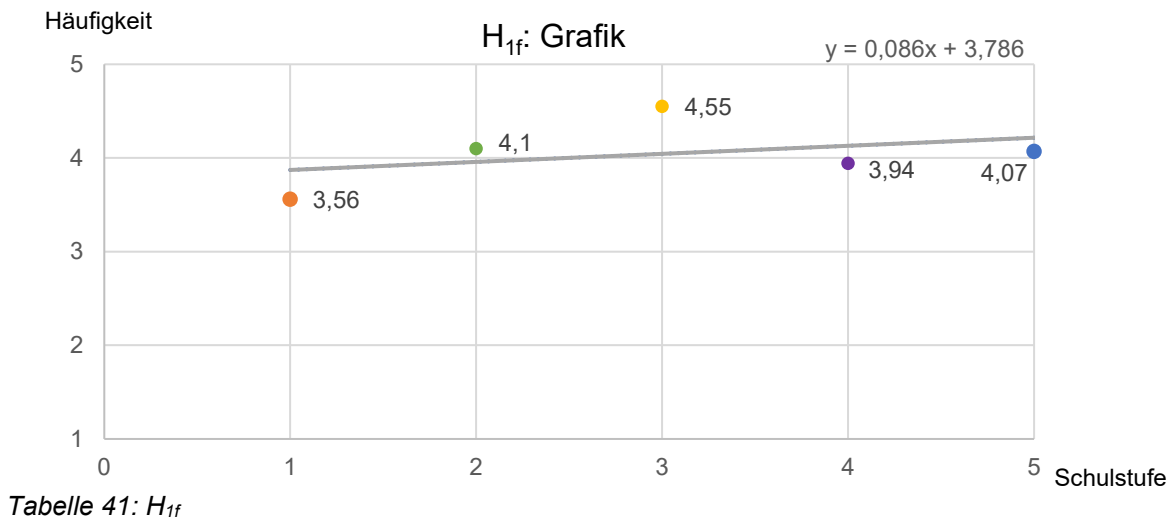
Beim Zusammenhang zwischen Schulstufe und CAS (Tabelle 20: H_{1c}) konnte eine lineare Korrelation mit einem Wert von 0,86 entdeckt werden.



Untersucht man den Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Nutzung von TKP (Tabelle 21: H_{1d}) erhält man einen Korrelationskoeffizienten von 0,81, wodurch ein linearer Zusammenhang gegeben ist.



Mit der steigenden Schulstufe, steigt auch die Nutzung von Wahrscheinlichkeitsrechnern linear an (Tabelle 22: H_{1e}). Dabei kann ein Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,99 festgestellt werden.



Betrachtet man die Daten zur Nutzung der Graphikansicht im Vergleich zur Schulstufe kann ein leichter positiver Zusammenhang zwischen den beiden Variablen festgestellt werden (Tabelle 23: H_{1f}). Der Korrelationskoeffizient beträgt dabei 0,79.

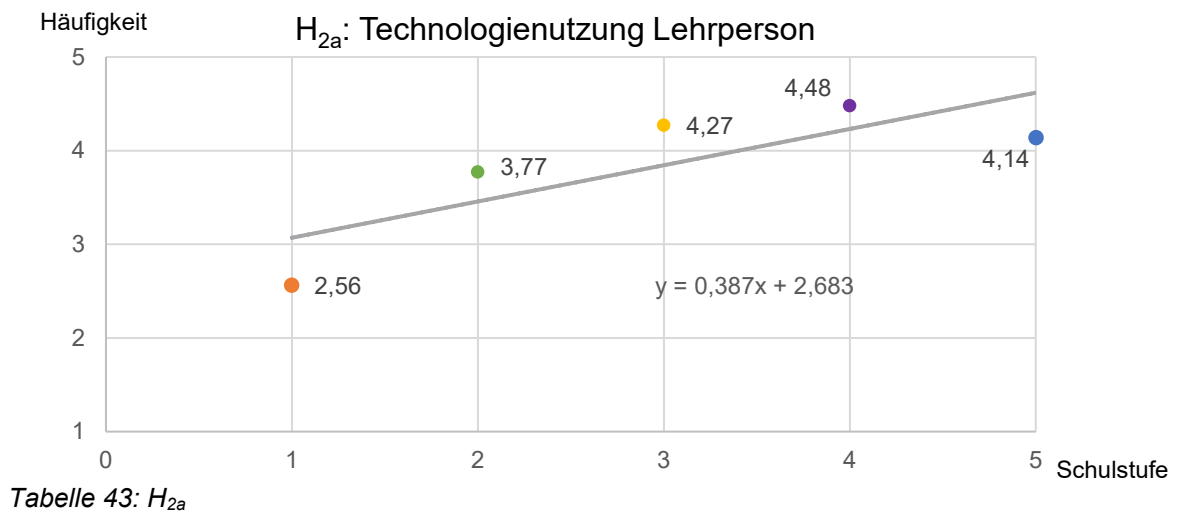
9.2 Schulstufe und verwendete Technologie (H₂)

Um die Hypothese nach der Veränderung der Häufigkeit verwendeter Technologien zu untersuchen, werden die Daten wieder nach Schulstufen unterteilt und bezüglich der Häufigkeiten verglichen. Dabei wird aufgeteilt, ob die Lehrperson oder die Schüler*in bei Schul- bzw. Hausübung die Technologie verwendet. Dargestellt werden die einzelnen Klassenmittelwerte mit einem Trenddiagramm, um den Verlauf zu veranschaulichen.

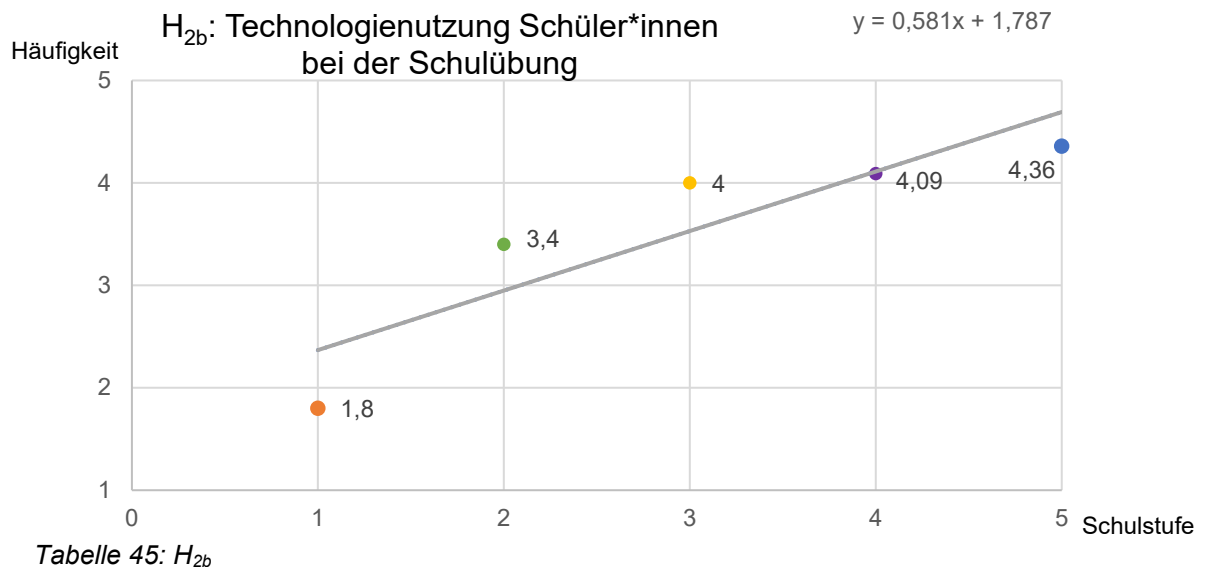
F₂: Verändert sich die Häufigkeit der verwendeten Technologie im Laufe der Jahre?

H₂: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Häufigkeit, mit der Technologie ...

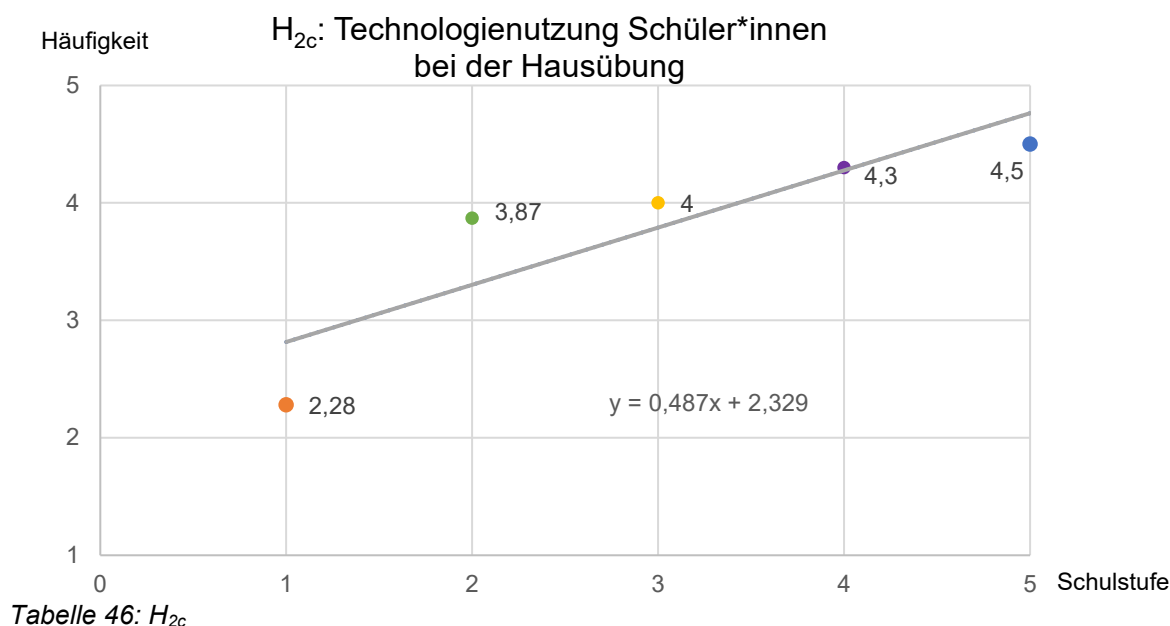
- a) von der Lehrperson im Unterricht verwendet wird.
- b) von den Schüler*innen bei der Schulübung verwendet wird.
- c) von den Schüler*innen bei der Hausübung verwendet wird.



Die Nutzung von Technologien durch die Lehrperson im Unterricht nimmt mit jedem Jahr mehr und mehr zu, lediglich in der letzten Schulkasse bricht dieser Trend etwas ein (Tabelle 24: H_{2a}). Bei der Betrachtung der Daten über einen Zeitraum von fünf Schulstufen kann ein Korrelationskoeffizient von 0,80 beobachtet werden.



Bei der Schüler*innennutzung von Technologien bei den Schulübungen kann ein positiver Aufwärtstrend beobachtet werden (Tabelle 25: H_{2b}). Die Nutzung steigt mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,89 stetig an.



Wie häufig Technologie bei der Hausübung verwendet wird, nimmt mit den Jahren stetig zu (Tabelle 26: H_{2c}). Zwischen der 1. und 2. Schulstufe gibt es einen größeren Sprung. Der Korrelationskoeffizient liegt insgesamt bei 0,88 wodurch ein positiver linearer Zusammenhang entsteht.

9.3 Schulstufe und Tätigkeiten (H₃)

Um die dritte Hypothese zu überprüfen, werden die Mittelwerte der Tätigkeiten auf die einzelnen Klassen aufgeteilt und in einem Trenddiagramm dargestellt.

F₃: Verändert sich die Technologienutzungshäufigkeit bei mathematischen Aktivitäten im Laufe der Jahre?

H₃: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Technologienutzungshäufigkeit beim ...

- a) Berechnen.
- b) Bewerten.
- c) Begründen.
- d) Finden.
- e) Spielen.
- f) Konstruieren.
- g) Ordnen.

H₃: Tätigkeiten im Mathematikunterricht

Häufigkeit

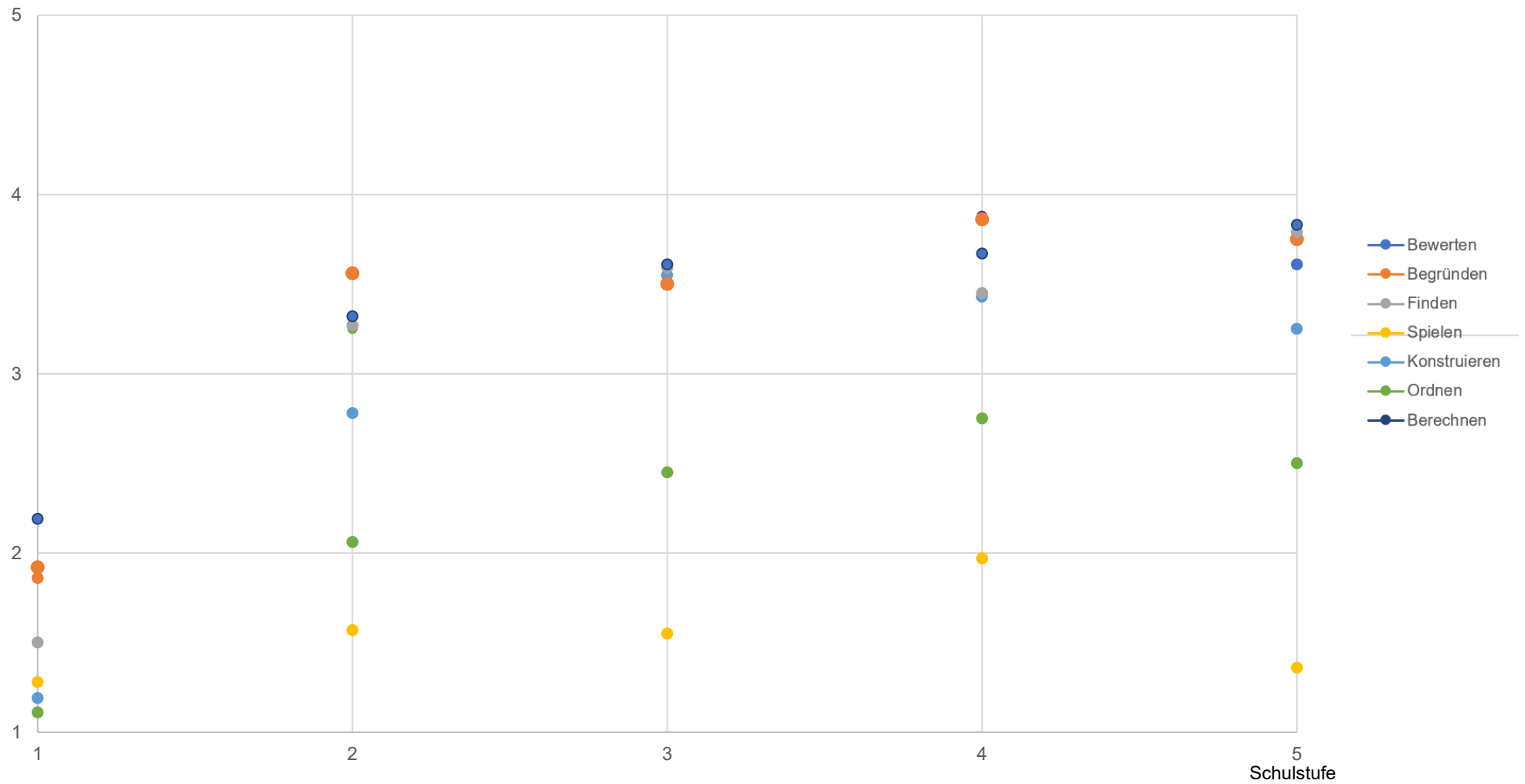


Tabelle 47: H₃

In Tabelle 27: H₃ werden die einzelnen Tätigkeiten jeweils nach Schulstufe unterteilt im Laufe der Jahre dargestellt. Die errechneten Korrelationskoeffizienten ergeben folgende Werte:

	Berechnen	Bewerten	Begründen	Finden	Spielen	Konstruieren	Ordnen
<i>r</i>	0,87*	0,82*	0,78	0,81*	0,33	0,80*	0,85*

*signifikant linearer Zusammenhang

9.4 Schulstufe und Motive (H₄)

Um die vierte Hypothese zu überprüfen, werden die Schulstufen in Relation mit den einzelnen Motiven für die Technologienutzung gesetzt. Diese werden in einem Diagramm dargestellt, um den Verlauf über die Jahre zu veranschaulichen.

F₄: Verändert sich die Häufigkeit der Technologienutzung aufgrund bestimmter Motive im Laufe der Jahre?

H₄: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Häufigkeit der Technologienutzung um ...

- a) geometrische Figuren in der Ebene zu zeichnen.
- b) geometrische Figuren oder Körper im Raum zu zeichnen.
- c) Zufallsgeschehen zu untersuchen.
- d) Fehler beim Rechnen zu vermeiden.
- e) Zeit zu sparen.

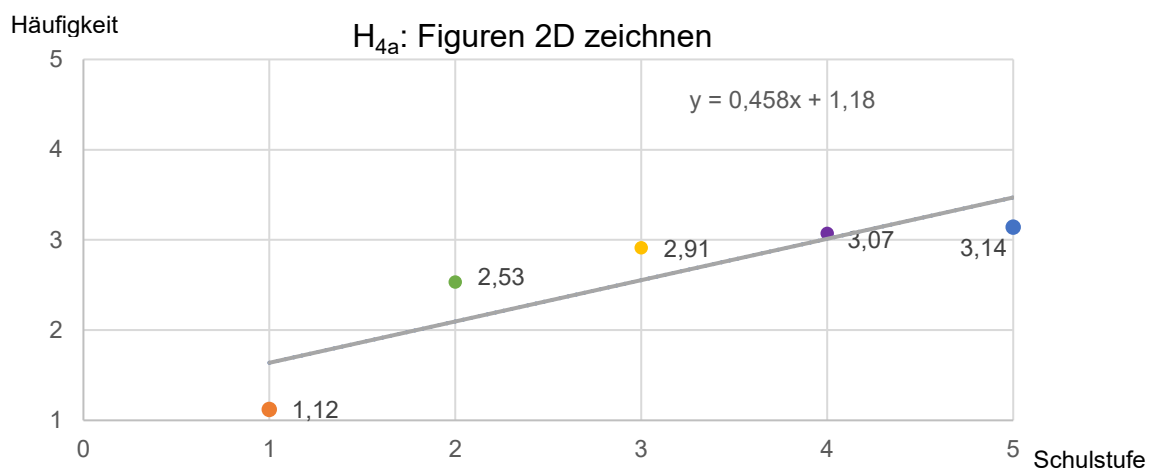


Tabelle 48: H_{4a}

Die Nutzung von Technologie im Laufe der Jahre steigt und kann mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,87 beschrieben werden (Tabelle 28: H_{4a}).

H_{4b}: Figuren 3D zeichnen

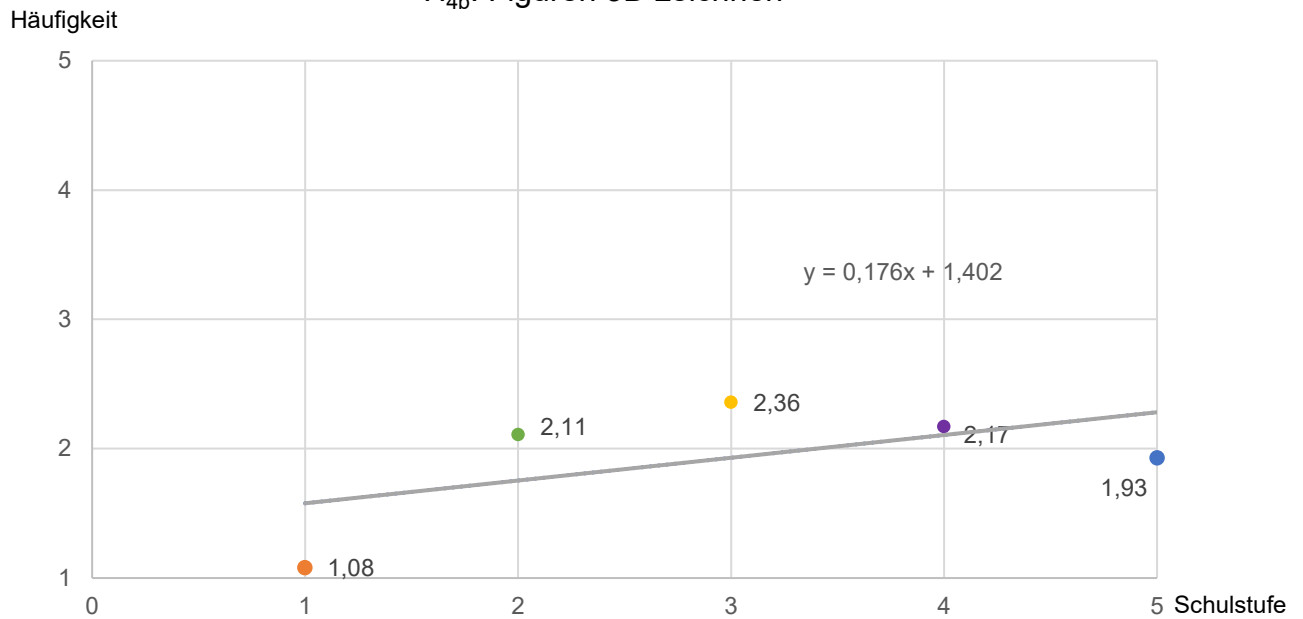


Tabelle 50: H_{4b}

Die Nutzung von Technologie für geometrische Figuren im Raum steigt bis zur 3. Klasse und fällt danach wieder (Tabelle 29: H_{4b}). Mit dem Korrelationskoeffizienten 0,55 kann kein starker linearer Zusammenhang zwischen den Variablen beschrieben werden.

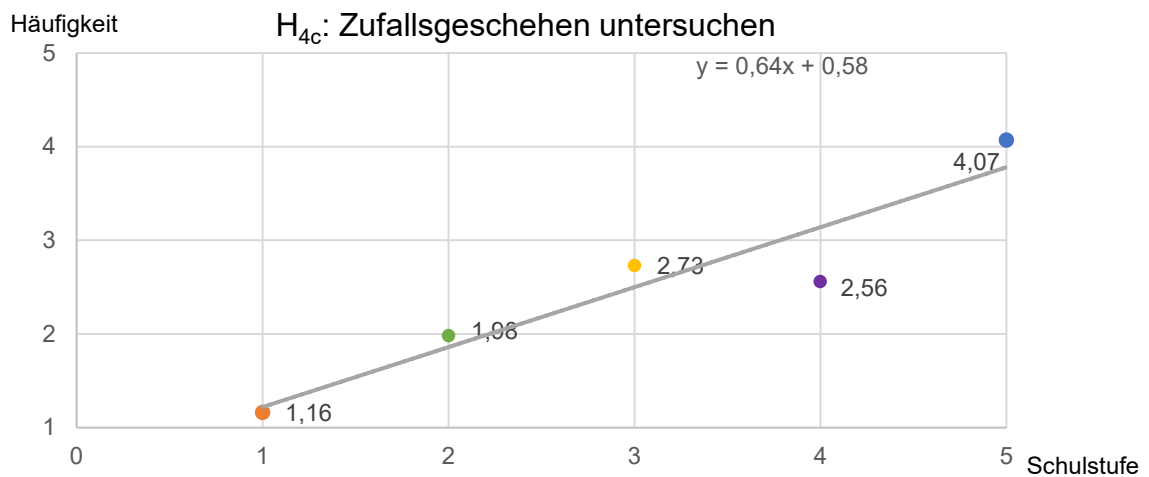


Tabelle 52: H_{4c}

Um das Zufallsgeschehen zu untersuchen wird im Laufe der Jahre immer mehr Technologie verwendet, nur in der 4. Klasse gibt es einen Rückgang der Verwendung (Tabelle 30: H_{4c}). Der lineare Zusammenhang weist einen Koeffizienten von 0,94 auf.

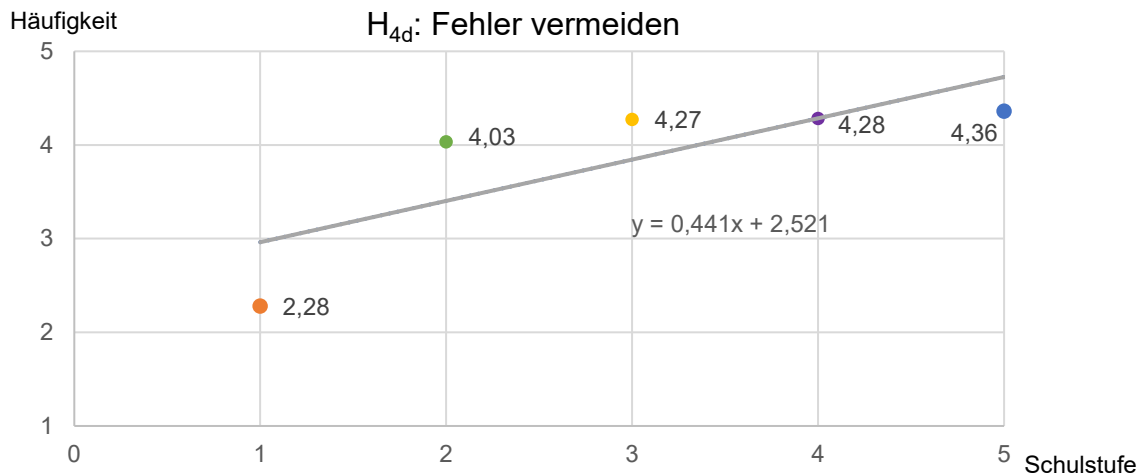


Tabelle 54: H_{4d}

Die Variable Fehlervermeidung ist über die Jahre hinweg stetig hoch (Tabelle 31: H_{4d}) und weist einen Korrelationskoeffizienten von 0,79 auf.

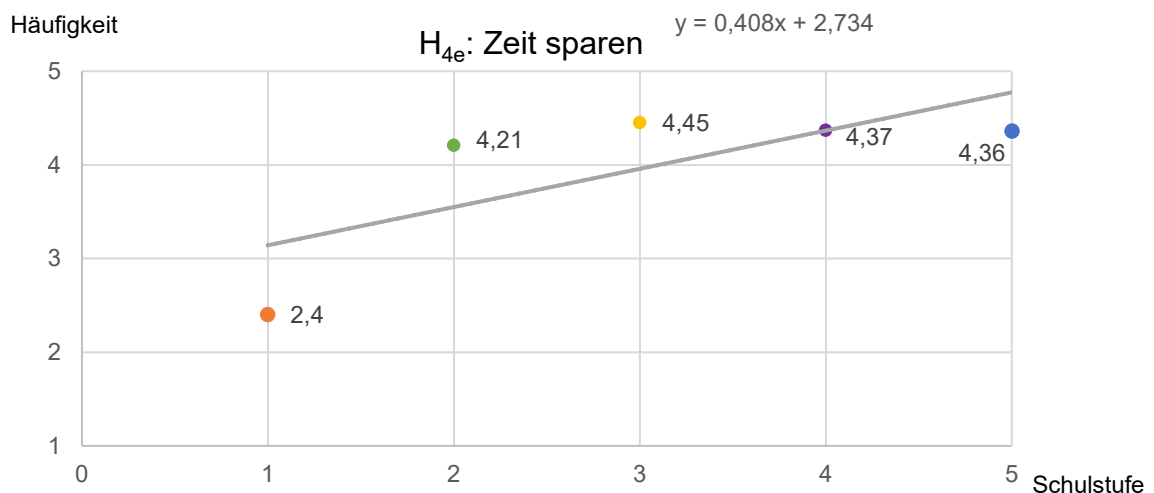


Tabelle 56: H_{4e}

Ebenso sieht dies auch beim Motiv Zeitersparnis aus. Die Nutzungshäufigkeit ist stetig hoch und besitzt ab der 3. Klasse einen kleinen Rückgang (Tabelle 32: H_{4e}). Der Korrelationskoeffizient liegt bei 0,73.

9.5 Schulstufe und Selbstwirksamkeitserwartung (H_5)

Um die SWE im Laufe der Schuljahre zu vergleichen, werden die SWE-Werte summiert. Aus den Summen der jeweiligen Datensätze werden Mittelwerte gebildet, auf die jeweiligen Schuljahre aufgeteilt sowie in männlich und weiblich unterteilt und in einem Diagramm dargestellt.

F₅: Verändert sich die Selbstwirksamkeitserwartung von Männern und Frauen in Bezug auf den Mathematikunterricht im Laufe der Jahre?

H_{5a}: Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Selbstwirksamkeitserwartung von Männern im Unterrichtsfach Mathematik.

H_{5b}: Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der Selbstwirksamkeitserwartung von Frauen im Unterrichtsfach Mathematik.

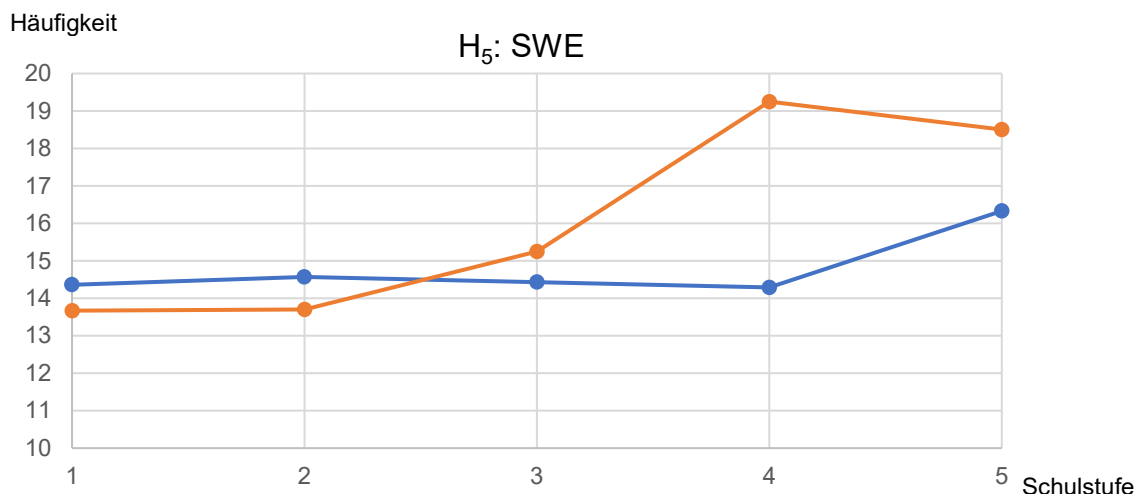


Tabelle 58: H_{5a} und H_{5b}

Tabelle 33 zeigt die Veränderung der SWE von Schüler*innen im Laufe der Schullaufbahn. Dabei wird aufgezeigt, dass Männer (orange) anfangs eine etwas niedrigere SWE haben, diese dann aber weiter ansteigt. Im Vergleich zu den Frauen, die bis zum letzten Schuljahr kaum eine Veränderung zeigt.

9.6 Diskussion

Die Untersuchung beschäftigte sich mit den Fragen wie oft und wofür Technologie im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I verwendet wird und inwiefern sich dieses Nutzungsverhalten im Laufe der Jahre verändert. Verglichen wurden dafür die 5 Schulstufen des Schultyps HLW.

Setzt man die Schulstufen in Beziehung mit dem Aspekt, wie häufig sie einzelne technische Hilfsmittel im Unterricht verwenden, fällt auf, dass im Allgemeinen *GeoGebra* und gewöhnliche TR sehr oft genutzt werden, WKR und GTR eher selten.

Vergleicht man die Nutzung über die Jahre fällt auf, dass TR und Graphik all die Jahre sehr oft verwendet werden. Wenig bis gar nicht wird der GTR verwendet, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass für Graphik eher Software verwendet wird. CAS wird zu Beginn der Laufbahn gar nicht verwendet, steigt dann aber ab der 2. Klasse stark an und wird bis zum Ende der Schulzeit häufig verwendet. Dies lässt sich wohl auf die Lehrstoffverteilung zurückführen, da in der 1. Klasse noch nicht so oft mit algebraischen Systemen gearbeitet wird. TKP werden mittelmäßig oft benutzt. Auffällig ist, dass TR, GTR, CAS, TKP und Graphik in den ersten drei Schuljahren stetig ansteigen und danach jeweils etwas in der Nutzungshäufigkeit zurückfallen. Durch die Betrachtung der Daten kann bestätigt werden, dass sich das Nutzungsverhalten im Laufe der Jahre ändert, einen positiven linearen, steigenden Zusammenhang gibt es aber nur in den ersten drei Jahren, danach bleibt die Nutzungshäufigkeit konstant oder nimmt leicht ab.

Mit einem positiven linearen Zusammenhang ($r > 0,8$) kann bestätigt werden, dass die Nutzungshäufigkeit von Technologie im Unterricht stetig ansteigt. Dabei ist zu beobachten, dass die Lehrperson im Durchschnitt ähnlich oft technische Hilfsmittel im Unterricht verwendet, wie die Schüler*innen bei den Hausübungen. Schüler*innen selbst scheinen bei Schulübungen etwas weniger oft zu Technologie zu greifen. Vergleicht man die Schullaufbahn so fällt auf, dass es zwischen der 1. und 2. Klasse sowohl bei Schul- als auch bei Hausübungen einen größeren Sprung in der Nutzungshäufigkeit gibt. Wird Technologie zu Beginn der Sekundarstufe I eher selten verwendet, nimmt diese im Laufe der Jahre zu und wird häufig bzw. immer verwendet. Auffällig ist auch, dass die Nutzung der Lehrperson im Vergleich zu den Schüler*innen in der Abschlussklasse wieder etwas abnimmt. Damit kann bestätigt werden, dass sich die Nutzung verwendeter Technologien im Laufe der Jahre verändert und ein positiver linearer Zusammenhang besteht.

Doch wofür wird Technologie verwendet? Die sieben Hauptaktivitäten, die abgefragt wurden, sollen dazu Aufschluss geben. Im Allgemeinen kann beobachtet werden, dass die Tätigkeiten spielen und ordnen eher selten mit dem Technologieeinsatz in Verbindung gebracht werden. Konstruieren wird teilweise mit Technologie getätigt und die Bereiche beweisen, begründen, berechnen und finden werden häufig mit Hilfe von

Technologie unterstützt. Ähnliche Ergebnisse bekommt man auch, wenn man die Tätigkeiten im Verlauf der Schullaufbahn betrachtet (Tabelle 27: H₃). Der Bereich spielen wird nur selten mit technischen Hilfsmitteln in Verbindung gebracht, steigt zu Beginn leicht an und nimmt in der Abschlussklasse wieder fast ganz ab. Bei allen anderen Bereichen (Berechnen, Bewerten, Begründen, Finden, Konstruieren und Ordnen) kann eine positiv-lineare Korrelation postuliert werden (r bei 0,8 oder höher). Die technologische Unterstützung ist zu Beginn der Sekundarstufe I stets gering und steigt dann bis zum Ende auf eine teilweise bis häufige Nutzung. Zwischendurch gibt es immer wieder minimale Höhen bzw. Tiefen. Trotzdem lässt sich ein positiver Zusammenhang zwischen den einzelnen Tätigkeiten (außer spielen) und der Nutzungshäufigkeit belegen.

Zu den Motiven für die Technologienutzung zählen das Vermeiden von Fehlern beim kalkülhaften Rechnen, was sich bereits durch die Literatur bestätigen lässt sowie das Sparen von Zeit. Sieht man sich die Motive im Laufe der Jahre an, so wird bemerkt, dass das Verwenden von Technologie für geometrische Figuren in der Ebene zu Beginn eher selten und dann immer häufiger wird. Bei Figuren im dreidimensionalen Raum und Körpern lässt sich diese Veränderung nicht beobachten - dafür wird Technologie sogar selten verwendet. Bei der Betrachtung von Zufallsgeschehen kann eine sehr hohe lineare Korrelation entdeckt werden. Wird zu Beginn der Schullaufbahn noch kaum Technologie dafür eingesetzt, steigt der Einsatz stetig, bis in der Abschlussklasse nahezu immer Technologie dafür verwendet wird. Bei den Bereichen Zeitersparnis sowie Reduktion von Rechenfehlern wird beobachtet, dass diese im Laufe der Jahre zwar stetig ansteigen, jedoch schon von Beginn an hohe Nutzungshäufigkeiten aufweisen. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Motivation Technologie zu verwenden mit zunehmendem Wissen steigt.

Wird die SWE betrachtet, lässt sich im Allgemeinen ein positiver Trend erkennen. Die SWE hat kaum Schwankungen und steigt stetig an. Die befragten Schüler*innen haben allerdings eine hohe SWE und konnten den Aussagen teilweise oder ganz zustimmen. Es fällt auch auf, dass gegen Ende der Schullaufbahn die SWE stärker ansteigt. Es gibt also einen moderaten positiven Zusammenhang zwischen der Schulstufe und der SWE in Bezug auf den Mathematikunterricht. Bei den weiblichen Probandinnen

sah man, dass sich ein linearer Zusammenhang ergab, der nahezu konstant gleichblieb – Schülerinnen haben also in der 1. Klasse ähnlich viel SWE als in der 5. Klasse. Bei den männlichen Probanden konnte man erkennen, dass die SWE im Laufe der Schuljahre ansteigt und es ebenfalls einen linearen Zusammenhang gibt.

10 Literaturverzeichnis

- Abdullah, L. M. (2007). Procedural knowledge in the presence of a computer algebra system (cas): Rating the drawbacks using a multi-factorial evaluation approach. *The International Journal on Mathematics Education (ZDM Mathematics Education)*, 14(1), S. 14 - 20.
- Ableitinger, C., Dorner, C., & Krammer, G. (2023). Assessment of students' procedural knowledge and relations to student characteristics. *Thirteenth Congress of the Europe Society for Research in Mathematics Education CERME 13*. hal-04413021.
- Artigue, M. (2004). The integration of computer technologies in secondary mathematics education. In J. Wang (Hrsg.), *Trends and challenges in mathematics education* (S. 209 - 222). East China Normal University Press.
- Ball, L., & Stacey, K. (2003). What should students record when solving problems with CAS? Reasons, information, the plan and some answers. In J. T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin, & R. M. Zbiek (Hrsg.), *Computer algebra systems in secondary school mathematics education* (S. 289 - 304). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bandura, A. (1977). Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), S. 191 - 215.
- Barzel, B. (2009). Schreiben in "Rechnersprache"? Zum Problem des Aufschreibens beim Rechnereinsatz. *Mathematik lehren*, 156, S. 58 - 60.
- Barzel, B. (2012). *Computeralgebra im Mathematikunterricht: Ein Mehrwert - aber wann?* Waxmann.
- Barzel, B., & Weigand, H.-G. (2008). Medien vernetzen. *Mathematik lehren*, 146, S. 4 - 10.
- Baumgartner, P., Brandhofer, G., Ebner, M., Gradingner, P., & Korte, M. (2015). Medienkompetenz fördern - Lehren und Lernen im digitalen Zeitalter. In M. Bruneforth, F. Eder, K. Krainer, C. Schreiner, A. Seel, & C. Spiel (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (Bd. 2).
- BMBWF (2018). *Lehrplan Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe*. Abgerufen am 03. 08. 2023 von https://api.abc.berufsbildendeschulen.at/uploads/HLW_a30e28a503.pdf.
- BMBWF (2022a). *Digitale Grundbildung - Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der Mittelschulen sowie die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen*. Abgerufen am 06. 05. 2022 von Rechtsinformationssystem des Bundes: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_25796D77_3C78_4325_A420_58ADC71458CC/BEGUT_25796D77_3C78_4325_A420_58ADC71458CC.html.
- BMBWF (2022b). *SRP Mathematik (AHS): 3-Stufen-Plan zur Weiterentwicklung des Mathematik-Unterrichts und der Mathematik-Matura*. Abgerufen am 05. 05. 2022 von <https://www.matura.gv.at/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=4812&token=570ef569b2950dfbcc89d7633d94112dc1cc631c>.
- BMUKK (1974). *Leistungsbeurteilungsverordnung*. Abgerufen am 16. 08. 2023 von Rechtsinformationssystem des Bundes: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1974_371_0/1974_371_0.pdf.
- Bonett, D. G., & Wright, T. A. (2015). Chronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. *Journal of Organizational Behavior*, 26(1), S. 3-15. doi:10.1002/job.1960.
- Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H. G. (Hrsg.). (2015). *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Springer Spektrum.

- Bruder, R., Leuders, T., & Büchter, A. (2008). *Mathematikunterricht entwickeln. Bausteine für kompetenzorientiertes Unterrichten*. Cornelsen Scriptor.
- Cai, D., Ciljaranta, J., & Georgiou, G. K. (2018). Direct and indirect effects of self-concept of ability on math skills. *Learning and Individual Differences* (61), S. 51 - 58.
- Cangas, D., Codina, A., Dante, Y. C., Fernández, J. M., Garcia, M., Karmerling, J., . . . Romero, I. (2021). Using NeoTrie VT for STEM education in virtual reality. *International Conference The Future of Education*, 5. Abgerufen am 02. 05. 2022 von <https://conference.pixel-online.net/FOE/files/foe/ed0011/FP/7401-MATH5175-FP-FOE11.pdf>.
- d-maps (2023). *Niederösterreich (Österreich)*. Abgerufen am 15. 08 2023 von d-maps.com: https://d-maps.com/carte.php?num_car=33864&lang=de.
- Doerr, H. M., & Zangor, R. (2000). Creating meaning for and with the graphing calculator. *Educational Studies in Mathematics*, (41), S. 143 - 163.
- Dorner, C. (2014). Einsatzmöglichkeiten von GeoGebra in der 5. Klasse AHS. *Schriftenreihe zur Didaktik der Mathematik der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft*, 47, 33 - 47. Von <http://www.oemg.ac.at/DK/Didaktikhefte/2014%20Band%2047/VortragDorner.pdf>.
- Dorner, C., & Ableitinger, C. (2022). Procedural mathematical knowledge and use of technology by senior high school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Educations*, 18(2). doi:10.29333/ejmste/12712.
- Dorsch. (2022). *Motiv*. Abgerufen am 04. 08. 2023 von Dorsch - Lexikon der Psychologie: <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/motiv>.
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2016). *Uses of technology in lower secondary mathematics education: A concise tropical survey*. Springer Nature.
- Duden online. (2022). *"Nutzung"*. Abgerufen am 08. 05. 2022 von <https://www.duden.de/node/104447/revision/588750>.
- Egger, G. (2018). Digitale Grundbildung und Mathematik: Ergänzung, Unterstützung oder Konkurrenz. *R&E-SOURCE*. Abgerufen am 16. 05. 2022 von <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/565/578>.
- Ellington, A. J. (2000). *Effects of hand-held calculators on precollege students in mathematic classes: A meta-analysis*. The University of Tennessee, TN: Unpublished Ph.D.
- Elschenbroich, H.-J. (2005). Mit dynamischer Geometrie argumentieren und beweisen. In B. Barzel, S. Hußmann, & T. Leuders (Hrsg.), *Computer, Internet & Co. im Mathematikunterricht* (S. 76 - 85). Cornelsen Verlag Scriptor.
- Eronen, L., & Haapasalo, L. (2005). WWW-based questionnaire for measuring of student profiles.
- Eronen, L., & Haapasalo, L. (2010). Making Mathematics through progressive Technology. In B. Sriraman, C. Bergsten, S. Goodchild, G. Pälssdottir, B. Dahl, & L. Haapasalo, *The First Sourcebook on Nordic Research in Mathematics Education - Norway, Sweden, Iceland, Denmark and contributions from Finland* (Bd. 50, S. 701 - 710). Information Age Publishing Inc. & The Montana Council.
- Ertl, C. (2014). *Technologieeinsatz im Mathematikunterricht: Eine erfahrungsunterstützte Einsatzanalyse moderner Technologie im Mathematikunterricht im Kontext mit dem "Programme for International Student Assessment" (Masterarbeit)*. Universität Wien.

- Fey, J. T., Cuoco, A., Kieran, C., McMullin, K., & Zbiek, R. M. (Hrsg.). (2003). *Computer algebra systems in secondary school mathematics education*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- GeoGebra. (2025). Abgerufen am 22. 03 2025 von <https://www.geogebra.org/about>.
- Gerick, J., Eickelmann, B., & Bos, W. (2015). Vermittlung digitaler Kompetenzen als neues Handlungsfeld für Schulen und Schulleitungen. Zentrale Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie ICILS 2013. In G. Birkigt (Hrsg.), *Digitale Medien in der Schule?* Raabe.
- Girnat, B. (2021). *Mathematik Lernen mit digitalen Medien und forschungsbezogenen Lernumgebungen*. Springer. doi:10.1007/978-3-658-32368-4.
- Haapasalo, L., & Eronen, L. (2010). Design of pedagogical studies to shift mathematical profiles among student teachers. In B. Sriraman, S. Goodchild, B. D. Pälssdottir, & L. Haapasalo (Hrsg.), *The First Sourcebook on Nordic Research in Mathematics Education - Norway, Sweden, Iceland, Denmark and contriutions from Finnland* (Bd. 51, S. 711 - 717). Information Age Publishing Inc. & The Montana Council.
- Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen*. (W. Beywl, & K. Zierer, Übers.) Schneider-Verlag Hohengehren.
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht*. Bertelsmann Stiftung.
- Hettmann, M. (2022). *Motivationale Aspekte mathematischer Lernprozesse: Eine Untersuchung zu professionellen Kompetenzen der Motivationsförderung im Mathematikunterricht*. Springer.
- Heugl, H. (2014). *Mathematikunterricht mit Technologie. Ein didaktisches Handbuch mit einer Vielzahl an Aufgaben*. Vertias.
- Heugl, H., Klinger, W., & Lechner, J. (1996). *Mathematikunterricht mit Computeralgebra-Systemen. Ein didaktisches Lehrbuch mit Erfahrungen aus dem österreichischen DERIVE-Projekt*. Addison-Wesley.
- Hirscher, H. (2010). *Was sind und was sollen Medien, Netze und Vernetzungen? Vernetzung als Medium zur Weltaneignung*. Franzbecker.
- Honicke, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance. A systematic review. *Educational Research Review*, 17, S. 63 - 84.
- Ingelmann, M. (2009). *Evaluation eines Unterrichtskonzeptes für einen CAS-gestützten Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I*. Logos-Verlag.
- John, P. (2008). *Das Tabellenkalkulationsprogramm MS-EXCEL im Mathematikunterricht der Oberstufe: Anwendungsorientierte Beispiele, Möglichkeiten, Grenzen und Analysen*. GRIN Verlag.
- Kapfer, S. (2018). *Vermittlung digitaler Kompetenzen im fächerintegrativen Mathematikunterricht (Diplomarbeit)*. Graz: Technische Universität Graz. <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=5bebd96ce23ab&location=browse>.
- Kieran, C., & Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper and pencil techniques, and theoretical reflection: a study of cas use in secondary school algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(2), S. 205 - 263. doi:10.1007/s10758-006-0006-7.
- Laakmann, H. (2008). Multirepräsentationsprogramme im Mathematikunterricht. *Der Mathematikunterricht*, 54(6), S. 44 - 49.

- Lagrange, J.-B. (2003). Learning techniques and concepts using CAS: A practical and theoretical reflection. In J. T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin, & R. M. Zbiek (Hrsg.), *Computeralgebra systems in secondary school mathematics education* (S. 269 - 285). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lexikon der Psychologie. (2022). *Gewohnheit*. Abgerufen am 08. 05. 2022 von Spektrum.de: <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/gewohnheit/5939>.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik* (51), S. 47 - 70. doi:10.25656/01:7370.
- Meißner, J., & Wendler, T. (2015). *Statistik-Praktikum mit Excel*. Springer.
- Motiv. (2022). In *Dorsch - Lexikon der Psychologie*. Bern: Hans Huber/Hogrefe. Abgerufen am 04. 08. 2022 von <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/motiv>.
- Müller, M. (2014). *Schülerzentrierung im Mathematikunterricht mit Computeralgebra-Systemen: eine empirische Untersuchung der CAS-Einführung an Thüringer Schulen mit Oberstufe (Dissertation)*. Friedrich-Schiller Universität Jena.
- Neuwirth, E. (1995). Tabellenkalkulation als alternative Darstellungsform für formale Strukturen. In H.-C. Reichel (Hrsg.), *Computereinsatz im Mathematikunterricht* (S. 207 - 221). Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, Wissenschaftsverlag.
- OECD (2014). Schülerleistungen in Lesekompetenz, Mathematik und Naturwissenschaften. In *PISA 2012 Ergebnisse: Was Schülerinnen und Schüler wissen und können* (Bd. 1). Bielefeld: wbv.
- OECD (2016). Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung. In *PISA 2015 Ergebnisse*. Bielefeld: wbv.
- Ozgün-Koca, S. A. (2010). Prospective teachers' views on the use of calculators with computer algebra system in algebra instruction. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), S. 49 - 71.
- Petersen, T. (2014). *Der Fragebogen in der Sozialforschung* (1. Ausg.). Stuttgart/Konstanz: UTB GmbH UVK. doi:10.36198/9783838541297.
- Riemer, W. (2018). Statistik verstehen. In G. Freefrath, & H.-S. Siller (Hrsg.), *Digitale Werkzeuge, Simulationen und mathematisches Modellieren* (S. 205 - 227). Springer. doi:10.1007/978-3-658-21940-6_10.
- Rieß, M. (2018). *Zum Einfluss digitaler Werkzeuge auf die Konstruktion mathematischen Wissens*. Springer Spektrum.
- Ruppert, M., & Wörler, J. (Hrsg.). (2013). *Technologien im Mathematikunterricht*. Springer Spektrum.
- Ruthven, K. (1990). The influence of graphic calculator use on translation from graphic to symbolic forms. *Educational Studies in Mathematics*, 21(5), S. 431 - 450.
- Schmidt, R. (2011). GeoGebra — Die neuen Möglichkeiten des Alleskönners. *Computeralgebra Rundbrief*, 49, S. 18 - 21.
- Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H. G. (2015). Medien. In *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 461 - 490). Springer.
- Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (Hrsg.). (1999). *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der*

wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs selbstwirksame Schulen. Freie Universität Berlin.

- Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In M. Jerusalem, & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Bd. 44, S. 28 - 53). Beltz.
- Siefer, K., Leuders, T., & Obersteiner, A. (2020). Leistung und Selbstwirksamkeitserwartung als Kompetenzdimension: Eine Erfassung individueller Ausprägungen im Themenbereich lineare Funktionen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 41(2), S. 267 - 299.
- Stangl, W. (2022). *Motiv*. Abgerufen am 22. 07 2022 von Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik: <https://lexikon.stangl.eu/335/motiv>.
- Steiner, E., & Benesch, M. (2021). *Der Fragebogen: von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung* (6. Ausg.). Wien: facultas. doi:10.36198/9783838587882
- Tahiri, Y., Florian, L., & Hartmann, M. (2022). Intuitive Werkzeuge gestalten: Designprinzipien zur Entwicklung einer dynamischen Geometriesoftware im virtuellen Raum. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, S. 94 - 117.
- Weigand, H. -G., & Bichler, E. (2010). Towards a competence model for the use of symbolic calculators in mathematics lessons – The case of functions. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 42(7), S. 697 - 713.
- Weigand, H.-G. (2006). Der Einsatz eines Taschencomputers in der 10. Klassenstufe - Evaluation eines einjährigen Schulversuchs. *Journal für Mathematik-Didaktik (JMD)*, 27(2), S. 89 - 112.
- Wynands, A. (1984). Rechenfertigkeit und Taschenrechner. *Journal für Mathematik-Didaktik (JMD)*, 5, S. 3 - 32.
- Zbiek, R. M. (2003). Using Research to Influence Teaching and Learning with Computer Algebra Systems. In J. T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin, & R. M. Zbiek (Hrsg.), *Computer algebra systems in secondary school mathematics education* (S. 197 - 217). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Zeller, M., & Barzel, B. (2010). Influences of CAS and GC in early algebra. *The International Journal on Mathematics Education (ZDM Mathematics Education)*, 42(7), S. 775 - 788.
- Zimmermann, B. (2003). On the genesis of mathematics and mathematical thinking — a network of motives and activities drawn from the history of mathematics. In L. Haapasalo, & K. Sormunen (Hrsg.), *Towards meaningful mathematics and science education* (Bd. 86, S. 29 - 47). University of Joensuu: Bulletins of the Faculty of Education.
- Zimmermann, B., Fritzlar, T., Haapasalo, L., & Rehlich, H. (2011). Possible gain of IT in problem oriented learning environments from the viewpoint of history of mathematics and modern learning theories. *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, 2. Abgerufen am 09. 05 2022 von https://atcm.mathandtech.org/EP2010/invited/3052010_18307.pdf.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mathematische Hauptaktivitäten (Zimmermann 2003, S. 42).....	22
Abbildung 2: Technologieeinsatz im Lehrplan (BMBWF, 2018, S. 71 - 78).....	35
Abbildung 3: Teilnehmende Schulstandorte und ihre Ausbildungsschwerpunkte (d-maps, 2023).....	38
Abbildung 4: Fragebogenitem: Schulstufe	39
Abbildung 5: Fragebogenitem: Alter	40
Abbildung 6: Fragebogenitem: Geschlecht	40
Abbildung 7: Fragebogenitem: Schulnote	41
Abbildung 8: Fragebogenitem: Art der verwendeten Technologie	42
Abbildung 9: bipolare Ratingskala (Steiner, et. al., 2021, S. 55).....	42
Abbildung 10: unipolare Ratingskala (Steiner, et. al., 2021, S. 55)	42
Abbildung 11: Fragebogenitem: Häufigkeit der Technologienutzung	43
Abbildung 12: Fragebogenitem: Technologienutzung im Unterricht	44
Abbildung 13: Fragebogenitem: Tätigkeit Berechnen	45
Abbildung 14: Fragebogenitem: Tätigkeit Bewerten	46
Abbildung 15: Fragebogenitem: Tätigkeit Begründen	46
Abbildung 16: Fragebogenitem: Tätigkeit Finden	46
Abbildung 17: Fragebogenitem: Tätigkeit Spielen	47
Abbildung 18: Fragebogenitem: Tätigkeit Konstruieren	47
Abbildung 19: Fragebogenitem: Tätigkeit Ordnen	48
Abbildung 20: Fragebogenitem: Motive.....	49
Abbildung 21: Fragebogenitem: Selbstwirksamkeitserwartung	50
Abbildung 22: Einleitung Fragebogen	52
Abbildung 23: spss Rohdaten für H1 nach Schulstufe	95
Abbildung 25: spss Rohdaten für H3 nach Schulstufe	96
Abbildung 24: spss Rohdaten für H2 nach Schulstufe	96
Abbildung 26: spss Rohdaten für H4 nach Schulstufe	97
Abbildung 27: spss Rohdaten für H5.....	98

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Häufigkeiten Schulstufen in %	54
Tabelle 2: Alter nach Schulstufe (absolute Zahlen)	55
Tabelle 3: Altersverteilung nach Schulstufe in %	55
Tabelle 4: Geschlechterverteilung nach Schulstufe in %	56
Tabelle 5: Schulnote nach Schulstufe in %	56
Tabelle 6: Verwendete Technologien (absolut).....	57
Tabelle 7: Häufigkeiten der verwendeten Technologien	58
Tabelle 8: Häufigkeit der verwendeten Technologien (Mittelwerte)	59
Tabelle 9: Technologienutzung im Unterricht.....	60
Tabelle 10: Häufigkeit der Technologienutzung im Unterricht	60
Tabelle 11: Reliabilität Tätigkeiten	61
Tabelle 12: Tätigkeiten Mittelwerte.....	62
Tabelle 14: Motive Technologienutzung (Mittelwerte).....	62
Tabelle 13: Motive Technologienutzung (absolut)	63
Tabelle 15: Reliabilität SWE	63
Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung SWE	64
Tabelle 17: Deskriptive Auswertung SWE.....	64
Tabelle 18: H1a	65
Tabelle 19: H1b	66
Tabelle 20: H1c	66
Tabelle 21: H1d	67
Tabelle 22: H1e	67
Tabelle 23: H1f	68
Tabelle 24: H2a	69
Tabelle 25: H2b	69
Tabelle 26: H2c	70
Tabelle 27: H3	71
Tabelle 28: H4a	72
Tabelle 29: H4b	73
Tabelle 30: H4c	73
Tabelle 31: H4d	74
Tabelle 32: H4e	74
Tabelle 33: H5	75

13 Abkürzungsverzeichnis

AHS.....	Allgemeinbildende Höhere Schule
BHS.....	Berufsbildende Höhere Schule
CAS.....	Computer Algebra System
DGS	Dynamische Geometrie Software
DRGS.....	Dynamische Raumgeometrie Software
GTR.....	Graphikfähiger Taschenrechner
HLW	Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe
KB	Kompetenzbereich
SWE.....	Selbstwirksamkeitserwartung
TC	Taschencomputer
TKP	Tabellenkalkulationsprogramme
TR	Taschenrechner
WKR.....	Wahrscheinlichkeitsrechner

14 Anhang

14.1 Bestätigung zur Datenerhebung

 **Bildungsdirektion**
Niederösterreich



bildung-noe.gv.at

Frau
Lisa Pacchiani, BEd
per Mail: a01636883@unet.univie.ac.at

HRⁱⁿ Mag.^a Dr.ⁱⁿ Brigitte Schuckert
Leiterin des Bereichs Pädagogischer Dienst

FI Sabine Hößl
Sachbearbeiterin
sabine.hoessl@bildung-noe.gv.at
+43 2742 280 4133
Rennbahnstraße 29, 3109 St. Pölten

Antwortschreiben bitte unter Anführung
der Geschäftszahl:
Präs-420/3016-2022

Ihr Zeichen: -

St. Pölten, 19. Mai 2022

Genehmigung der Durchführung einer empirischen Untersuchung

Die Bildungsdirektion für Niederösterreich genehmigt die Durchführung der vorgelegten Untersuchung im Rahmen Ihrer Masterarbeit zum Thema „*Veränderungen von Technologienutzungsgewohnheiten im Laufe der Sekundarstufe II – am Beispiel HLW*“ durch Frau Lisa Pacchiani, BEd.

Die Untersuchung, die sich in Form einer Online-Fragebogenerhebung an Schülerinnen und Schüler richtet, darf in dem vorliegenden Umfang antragsgemäß an folgenden niederösterreichischen Schulen durchgeführt werden:

HLW Türritz
HLW St. Pölten
HLW Horn

Auf die Einhaltung der Datenschutzbestimmungen darf hingewiesen werden, außerdem ist vor Beginn der Befragung das Einverständnis der Eltern bzw. Erziehungsberechtigten und die Zustimmung der jeweiligen Direktion einzuholen. Die an dieser Befragung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sind vor Beginn auf die Freiwilligkeit ihrer Teilnahme hinzuweisen, außerdem ist deren Anonymität im Rahmen Ihrer Masterarbeit jedenfalls zu wahren.

Für den Bildungsdirektor:
Mag. Markus Loibl
Hofrat

Elektronisch gefertigt

Unterschrift zu Geschäftszahl 420/3016-Präs/2022

Signaturwert	884d6086bfca46458cc8bdfa26aa473f
	Unterzeichner
	Bildungsdirektion für Niederösterreich
	Datum/Zeit-UTC
	20.05.2022 09:11:17
	Aussteller-Zertifikat
	CN=a-sign-corporate-light-02, OU=a-sign-corporate-light-02, O=A-Trust Ges. f. Sicherheitssysteme im elektr. Datenverkehr GmbH, C=AT
	Serien-Nr.
	173709985936
Prüfinformation	Dieses Dokument wurde amtssigniert. Informationen zur Prüfung der elektronischen Signatur finden Sie unter: http://www.a-trust.at/pdfverify/ . Informationen zur Prüfung des Ausdrucks finden Sie unter: http://www.a-trust.at/pdfverify/
Hinweis	Dieses Dokument wurde amtssigniert. Auch ein Ausdruck dieses Dokuments hat gemäß § 20 E-Government-Gesetz die Beweiskraft einer öffentlichen Urkunde.

Frau
Lisa Pacchiani, BEd
per Mail: a01636883@unet.univie.ac.at

HRⁱⁿ Mag.^a Dr.ⁱⁿ Brigitte Schuckert
Leiterin des Bereichs Pädagogischer Dienst

FI Sabine Hößl
Sachbearbeiterin
sabine.hoessl@bildung-noe.gv.at
+43 2742 280 4133
Rennbahnstraße 29, 3109 St. Pölten

Antwortschreiben bitte unter Anführung
der Geschäftszahl:
Präs-420/3016-2022

Ihr Zeichen: -

St. Pölten, 20. Mai 2022

Genehmigung der Durchführung einer empirischen Untersuchung

Mit ha. Schreiben vom 12.4.2022, GZ Präs.-420/3016-2022, wurde Ihnen die Durchführung der vorgelegten Untersuchung im Rahmen Ihrer Masterarbeit zum Thema „*Veränderungen von Technologienutzungsgewohnheiten im Laufe der Sekundarstufe II – am Beispiel HLW*“ durch Frau Lisa Pacchiani, BEd genehmigt.

Sie haben nunmehr per Mail vom 20.5.2022 um Genehmigung ersucht, diese Untersuchung, die sich in Form einer Online-Fragebogenerhebung an Schülerinnen und Schüler richtet, an einer weiteren niederösterreichischen Schule durchgeführt zu dürfen.

Hierzu erteilt die Bildungsdirektion für Niederösterreich die Zustimmung:

Die mit ha. Schreiben vom 12.4.2022, GZ Präs.-420/3016-2022 genehmigte Untersuchung zum oben angeführten Thema darf antragsgemäß auch an der **HLW Hollabrunn, Mühlgasse** durchgeführt werden.

Auf die Einhaltung der Datenschutzbestimmungen darf hingewiesen werden, außerdem ist vor Beginn der Befragung das Einverständnis der Eltern bzw. Erziehungsberechtigten und die Zustimmung der jeweiligen Direktion einzuholen. Die an dieser Befragung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sind vor Beginn auf die Freiwilligkeit ihrer Teilnahme hinzuweisen, außerdem ist deren Anonymität im Rahmen Ihrer Masterarbeit jedenfalls zu wahren.

Für den Bildungsdirektor:

Mag. Markus Loibl
Hofrat

Elektronisch gefertigt

Unterschrift zu Geschäftszahl 420/3016-Präs/2022

	Signaturwert	8e8db020242457faef82d7f8a308164b
	Unterzeichner	Bildungsdirektion für Niederösterreich
	Datum/Zeit-UTC	20.05.2022 11:12:23
	Aussteller-Zertifikat	CN=a-sign-corporate-light-02, OU=a-sign-corporate-light-02, O=A-Trust Ges. f. Sicherheitssysteme im elektr. Datenverkehr GmbH, C=AT
	Serien-Nr.	173709985936
Prüfinformation	Dieses Dokument wurde amtsigniert. Informationen zur Prüfung der elektronischen Signatur finden Sie unter: http://www.a-trust.at/pdfverify/ . Informationen zur Prüfung des Ausdrucks finden Sie unter: http://www.a-trust.at/pdfverify/ .	
Hinweis	Dieses Dokument wurde amtsigniert. Auch ein Ausdruck dieses Dokuments hat gemäß § 20 E-Government-Gesetz die Beweiskraft einer öffentlichen Urkunde.	

14.2 Einwilligung der Erziehungsberechtigten



EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG ONLINE-BEFRAGUNG

Liebe Erziehungsberechtigte,

Mein Name ist Lisa Pacchiani und ich bin Studentin für Lehramt an der Universität Wien. Für meine Masterarbeit beschäftige ich mich mit der *Veränderung der Technologienutzungsgewohnheiten im Mathematikunterricht* am Beispiel des Schultyps *HLW*. Dafür wird eine Untersuchung in Form eines Online-Fragebogens durchgeführt, bei der es um die Selbsteinschätzung der Schüler*innen bzgl. ihres Technologienutzungsverhaltens geht. Die Fragen zielen nicht auf Wissen ab, sondern auf die persönlichen Einschätzungen, weshalb es auch keine richtigen und falschen Antworten gibt. Nebenbei werden auch noch einige demografische Daten (Alter, Geschlecht, Mathematiknote) abgefragt, die Befragung erfolgt aber anonym, sodass die Daten im Anschluss nichtmehr den einzelnen Teilnehmer*innen zugeordnet werden können.

Damit Ihre Schüler*in bei der Umfrage teilnehmen darf, ersuche ich Sie um Ihr Einverständnis und den unten angeführten Abschnitt, der Mathematiklehrkraft ausgefüllt zurückzugeben.

Herzlichen Dank für Ihre Mithilfe!

Lisa Pacchiani

Lisa Pacchiani, BEd

✂ - - - - -

Ich bestätige, dass _____ an der Befragung teilnehmen darf:
Name Schüler*in, Klasse

☐ ja

☐ nein

Datum & Unterschrift Erziehungsberechtigte

14.3 Online-Fragebogen

Seite 1



0% ausgefüllt

Herzlich Willkommen!

Liebe*r Schüler*in,

mein Name ist Lisa Pacchiani und ich studiere Lehramt an der Universität Wien.
Im Rahmen meiner Masterarbeit beschäftige ich mich mit der *Technologienutzung im Mathematikunterricht*.
Dabei stellt diese Umfrage einen wichtigen Bestandteil meiner Arbeit dar.

Die Bearbeitung dauert ca. 10 Minuten. Die Fragen zielen nicht darauf ab, Wissen abzufragen, sondern sollen die *Nutzungsgewohnheiten* von Technologie (Taschenrechner, GeoGebra, Excel,...) im Mathematikunterricht erheben. Bei der Beantwortung der Fragen bin ich an deiner persönlichen Einschätzung interessiert und es gibt keine falschen Antworten. Außerdem wirst du um einige Angaben zu deiner Person gebeten - die Auswertung erfolgt aber vollkommen anonym, deine Daten können also nicht deiner Person zugeordnet werden.

Vielen Dank für Deine Mithilfe!

Lisa Pacchiani

Durch Klicken auf „Weiter“ erkläre ich, dass ich über Ziele und Ablauf der Studie informiert wurde und diese verstanden habe.

WK01

Weiter

Lisa Pacchiani, BEd, Universität Wien – 2022

Seite 2



0% ausgefüllt

1. Welche Klasse/Schulstufe besuchst du aktuell?

(wähle eine der Optionen aus)

- ☐ 1. Klasse (9. Schulstufe)
- ☐ 2. Klasse (10. Schulstufe)
- ☐ 3. Klasse (11. Schulstufe)
- ☐ 4. Klasse (12. Schulstufe)
- ☐ 5. Klasse (13. Schulstufe)

DG01

2. Wie alt bist du?

(gib dein Alter in Zahlen an)

Ich bin Jahre alt.

DG02

3. Welchem Geschlecht fühlst du dich zugehörig?

(wähle eine der Optionen aus)

- ☐ Männlich
- ☐ Weiblich
- ☐ Divers

DG03

4. Welche Note hattest du im Fach Mathematik im vergangenen Semester?

(wähle eine der Optionen aus)

- ☐ Sehr gut
- ☐ Gut
- ☐ Befriedigend
- ☐ Genügend
- ☐ Nicht genügend

DG04

Weiter

Lisa Pacchiani, BEd, Universität Wien – 2022

1. Es folgen einige Fragen zum Technologieeinsatz in deinem Mathematikunterricht.

TH04

Welche Art von Technologie wird in deinem Mathematikunterricht verwendet?

(Mehrfachauswahl möglich)

☐ gewöhnlicher Taschenrechner☐ TI Nspire☐ Casio Classpad☐ GeoGebra☐ Microsoft Office (z. B. Excel,...)☐ andere

Wie häufig wird die untenstehende Technologie in deinem Mathematikunterricht typischerweise verwendet?

TH03

	nie	selten (ca. 1x im Monat)	manchmal (mehrmals pro Monat)	oft (mehrmals pro Woche)	immer (jede Stunde)
gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	☐	☐	☐	☐	☐
grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Tabellenkalkulationsprogramme (z.B. Excel, GeoGebra,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	☐	☐	☐	☐	☐
Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	☐	☐	☐	☐	☐
sonstige	☐	☐	☐	☐	☐

2. Wie häufig wird irgendeine Form von höherer Technologie im Unterricht verwendet?

TN01

höhere Technologie = jegliche Technologie ausgenommen gewöhnliche (wissenschaftliche) Taschenrechner

	nie	selten (ca. 1x im Monat)	manchmal (mehrmals pro Monat)	oft (mehrmals pro Woche)	immer (jede Stunde)
Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	☐	☐	☐	☐	☐
Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	☐	☐	☐	☐	☐
Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	☐	☐	☐	☐	☐

Weiter

soSci
oFb - der onlineFragebogen

40% ausgefüllt

TE01

1. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Tätigkeiten im Mathematikunterricht.
 Sie sind in sieben Teilabschnitte gegliedert, wovon jeder einen Tätigkeitsbereich (z. B. Berechnen, Bewerten,...) abdeckt.
 Gib an, wie sehr du den einzelnen Aussagen zustimmst.

stimme gar nicht zu = ich benutze *niemals* höhere Technologie dafür
 teils/teils = ich benutze *manchmal* höhere Technologie dafür
 stimme voll zu = ich benutze *immer* höhere Technologie dafür
höhere Technologie = jegliche Technologie ausgenommen gewöhnliche (wissenschaftliche) Taschenrechner

	stimme gar nicht zu	teils/teils			stimme voll zu
Berechnen: Ich verwende höhere Technologie, um...					
mit Zahlen zu rechnen (z. B. addieren, Wurzel ziehen,...).	☐	☐	☐	☐	☐
Größen zu vergleichen.	☐	☐	☐	☐	☐
mit Variablen zu rechnen (z. B. Lösen von Gleichungen, Rechnen mit Termen).	☐	☐	☐	☐	☐

TE03

	stimme gar nicht zu	teils/teils			stimme voll zu
Bewerten: Ich verwende höhere Technologie, um...					
ein Ergebnis zu schätzen.	☐	☐	☐	☐	☐
zu bewerten, ob ein Ergebnis richtig ist (z.B. Durchführen einer Probe).	☐	☐	☐	☐	☐

TE04

	stimme gar nicht zu	teils/teils			stimme voll zu
Begründen: Ich verwende höhere Technologie, um...					
etwas mit mir bekannten Regeln zu begründen.	☐	☐	☐	☐	☐
Vermutungen zu überprüfen.	☐	☐	☐	☐	☐

TE05 ▾

	stimme gar nicht zu		teils/teils		stimme voll zu
Finden: Ich verwende höhere Technologie, um...					
etwas mittels einer Vorschrift oder Lösungsformel zu finden.	☐	☐	☐	☐	☐
etwas durch Raten oder Probieren zu finden.	☐	☐	☐	☐	☐

TE06 ▾

	stimme gar nicht zu		teils/teils		stimme voll zu
Spielen: Ich verwende höhere Technologie, um...					
zu spielen.	☐	☐	☐	☐	☐
neue Spielregeln zu entwickeln.	☐	☐	☐	☐	☐

TE07 ▾

	stimme gar nicht zu		teils/teils		stimme voll zu
Konstruieren: Ich verwende höhere Technologie, um...					
konkrete Objekte mit bestimmten Eigenschaften herzustellen/zu konstruieren.	☐	☐	☐	☐	☐
eine Skizze zu erstellen, um einen Sachverhalt zu verstehen.	☐	☐	☐	☐	☐
eine Vorstellung von einem komplexen Sachverhalt zu entwickeln.	☐	☐	☐	☐	☐
Funktionen darzustellen (Funktionsgraphen zu zeichnen).	☐	☐	☐	☐	☐

TE08 ▾

	stimme gar nicht zu		teils/teils		stimme voll zu
Ordnen: Ich verwende höhere Technologie, um...					
Dinge oder Objekte zu ordnen.	☐	☐	☐	☐	☐
Dinge oder Objekte nach persönlichen Maßstäben in Gruppen zusammenzufassen.	☐	☐	☐	☐	☐
Dinge oder Objekte nach wichtigen Eigenschaften einzuteilen.	☐	☐	☐	☐	☐

TE02 ▾

	nie	selten	manchmal	oft	immer
2. Wie häufig verwendest du typischerweise höhere Technologie für folgende Dinge?					
Ich benutze höhere Technologie typischerweise...					
um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	☐	☐	☐	☐	☐
um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	☐	☐	☐	☐	☐
für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	☐	☐	☐	☐	☐
um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	☐	☐	☐	☐	☐
um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	☐	☐	☐	☐	☐

Weiter

Seite 5



60% ausgefüllt

1. Gib an, wie sehr du den einzelnen Aussagen zustimmst. SW01

	trifft nicht zu	teils/teils			trifft zu
Auch wenn ich bei einer Prüfung/Schularbeit in Mathematik schlecht abschneide, bin ich zuversichtlich, die Note wieder ausgleichen zu können.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich bin zuversichtlich, die Matura/Schularbeit in Mathematik mit angemessener Vorbereitung bewältigen zu können.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich mich anstrengte, kann ich den Unterrichtsstoff in Mathematik gut nachvollziehen.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich mich auf die Prüfung/Schularbeit in Mathematik gründlich vorbereite, erziele ich gute Ergebnisse.	☐	☐	☐	☐	☐

Weiter

Lisa Pacchiani, BEd, Universität Wien – 2022

Seite 6



Dies ist die letzte Seite des Fragebogens.

Vielen Dank für Deine Teilnahme!

Ich möchte mich herzlich für Deine Mithilfe bedanken.
Deine Antworten wurden nun gespeichert und Du kannst das Browser-Fenster nun schließen.

Lisa Pacchiani, BEd, Universität Wien – 2022

14.4 Auswertung Rohdaten

Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a			
	N	Mittelwert			N	Mittelwert			N	Mittelwert			N	Mittelwert			N	Mittelwert	
	Statistik	Statistik	Std.-Fehler		Statistik	Statistik	Std.-Fehler		Statistik	Statistik	Std.-Fehler		Statistik	Statistik	Std.-Fehler		Statistik	Statistik	Std.-Fehler
TH: gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	25	3,56	0,192	TH: gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	62	4,10	0,112	TH: gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	11	4,55	0,207	TH: gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	54	3,94	0,125	TH: gewöhnlicher Taschenrechner (z.B. TI 30,...)	14	4,07	0,305
TH: grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	25	1,08	0,080	TH: grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	62	1,76	0,137	TH: grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	11	1,91	0,392	TH: grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	54	1,70	0,160	TH: grafikfähiger Taschenrechner (z.B. TI-89, TI Nspire ohne CAS,...)	14	1,43	0,251
TH: Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	25	1,00	0,000	TH: Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	62	3,10	0,094	TH: Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	11	4,18	0,122	TH: Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	54	4,20	0,093	TH: Computer Algebra Systeme [CAS] (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	14	4,21	0,214
TH: Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel, GeoGebra,...)	25	1,00	0,000	TH: Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel, GeoGebra,...)	62	2,10	0,132	TH: Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel, GeoGebra,...)	11	3,45	0,282	TH: Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel, GeoGebra,...)	54	2,98	0,155	TH: Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel, GeoGebra,...)	14	3,07	0,267
TH: Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	25	1,00	0,000	TH: Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	62	1,95	0,141	TH: Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	11	2,36	0,432	TH: Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	54	3,13	0,187	TH: Wahrscheinlichkeitsrechner (z.B. GeoGebra, TI Nspire,...)	14	3,43	0,202
TH: Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	25	1,16	0,111	TH: Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	62	2,82	0,121	TH: Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	11	3,91	0,251	TH: Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	54	4,07	0,102	TH: Grafik zum Zeichnen von Funktionsgraphen oder geometrischen Figuren (z.B. GeoGebra,...)	14	3,50	0,327
TH: sonstige %input.ZE01_01%	20	1,00	0,000	TH: sonstige %input.ZE01_01%	45	1,53	0,179	TH: sonstige %input.ZE01_01%	6	1,17	0,167	TH: sonstige %input.ZE01_01%	33	1,18	0,102	TH: sonstige %input.ZE01_01%	10	1,00	0,000
Gültige Werte (listenweise)	20			Gültige Werte (listenweise)	45			Gültige Werte (listenweise)	6			Gültige Werte (listenweise)	33			Gültige Werte (listenweise)	10		
a. Schulstufe = 1. Klasse (9. Schulstufe)				a. Schulstufe = 2. Klasse (10. Schulstufe)				a. Schulstufe = 3. Klasse (11. Schulstufe)				a. Schulstufe = 4. Klasse (12. Schulstufe)				a. Schulstufe = 5. Klasse (13. Schulstufe)			

Abbildung 23: spss Rohdaten für H1 nach Schulstufe

Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a			
Statistik	N		Mittelwert		Statistik	N		Mittelwert		Statistik	N		Mittelwert		Statistik	N		Mittelwert	
	Statistik	Std.-Fehler				Statistik	Std.-Fehler				Statistik	Std.-Fehler				Statistik	Std.-Fehler		
TN: Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	25	2,56	0,332	TN: Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	62	3,77	0,135	TN: Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	11	4,27	0,384	TN: Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	54	4,48	0,098	TN: Wie häufig verwendet die Lehrperson typischerweise Technologie im Unterricht?	14	4,14	0,275
TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	25	1,80	0,238	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	62	3,40	0,144	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	11	4,00	0,234	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	54	4,09	0,103	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Schulübung typischerweise Technologie?	14	4,36	0,199
TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	25	2,28	0,314	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	62	3,87	0,139	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	11	4,00	0,302	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	54	4,30	0,098	TN: Wie häufig verwendest du zur Bearbeitung der Hausübung typischerweise Technologie?	14	4,50	0,174
Gültige Werte (listenweise)	25			Gültige Werte (listenweise)	62			Gültige Werte (listenweise)	11			Gültige Werte (listenweise)	54			Gültige Werte (listenweise)	14		
a. Schulstufe = 1. Klasse (9. Schulstufe)				a. Schulstufe = 2. Klasse (10. Schulstufe)				a. Schulstufe = 3. Klasse (11. Schulstufe)				a. Schulstufe = 4. Klasse (12. Schulstufe)				a. Schulstufe = 5. Klasse (13. Schulstufe)			

Abbildung 24: spss Rohdaten für H2 nach Schulstufe

Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a				Deskriptive Statistiken ^a			
Statistik	N		Mittelwert		Statistik	N		Mittelwert		Statistik	N		Mittelwert		Statistik	N		Mittelwert	
	Statistik	Std.-Fehler				Statistik	Std.-Fehler				Statistik	Std.-Fehler				Statistik	Std.-Fehler		
Tätigkeit_berechnen_mean	25	2,1887	0,24197	Tätigkeit_berechnen_mean	62	3,3172	0,09818	Tätigkeit_berechnen_mean	11	3,6081	0,25353	Tätigkeit_berechnen_mean	54	3,6728	0,09470	Tätigkeit_berechnen_mean	14	3,8333	0,17732
Tätigkeit_bewerten_mean	25	1,8600	0,20108	Tätigkeit_bewerten_mean	62	3,2500	0,10007	Tätigkeit_bewerten_mean	11	3,5455	0,34015	Tätigkeit_bewerten_mean	54	3,8798	0,11053	Tätigkeit_bewerten_mean	14	3,6071	0,28794
Tätigkeit_begründen_mean	25	1,9200	0,24097	Tätigkeit_begründen_mean	62	3,5845	0,11885	Tätigkeit_begründen_mean	11	3,5000	0,33710	Tätigkeit_begründen_mean	54	3,8811	0,12568	Tätigkeit_begründen_mean	14	3,7500	0,29534
Tätigkeit_finden_mean	25	1,5000	0,15811	Tätigkeit_finden_mean	62	3,2661	0,10330	Tätigkeit_finden_mean	11	3,5909	0,35559	Tätigkeit_finden_mean	54	3,6481	0,10950	Tätigkeit_finden_mean	14	3,7857	0,25524
Tätigkeit_spielen_mean	25	1,2800	0,11930	Tätigkeit_spielen_mean	62	1,5726	0,10014	Tätigkeit_spielen_mean	11	1,5455	0,31228	Tätigkeit_spielen_mean	54	1,9722	0,15829	Tätigkeit_spielen_mean	14	1,3571	0,18928
Tätigkeit_konstruieren_mean	25	1,1900	0,09496	Tätigkeit_konstruieren_mean	62	2,7823	0,12086	Tätigkeit_konstruieren_mean	11	3,5455	0,22058	Tätigkeit_konstruieren_mean	54	3,4259	0,13857	Tätigkeit_konstruieren_mean	14	3,2500	0,24584
Tätigkeit_ordnen_mean	25	1,1087	0,06588	Tätigkeit_ordnen_mean	62	2,0591	0,14269	Tätigkeit_ordnen_mean	11	2,4545	0,27441	Tätigkeit_ordnen_mean	54	2,7531	0,16181	Tätigkeit_ordnen_mean	14	2,5000	0,23113
Gültige Werte (listenweise)	25			Gültige Werte (listenweise)	62			Gültige Werte (listenweise)	11			Gültige Werte (listenweise)	54			Gültige Werte (listenweise)	14		
a. Schulstufe = 1. Klasse (9. Schulstufe)				a. Schulstufe = 2. Klasse (10. Schulstufe)				a. Schulstufe = 3. Klasse (11. Schulstufe)				a. Schulstufe = 4. Klasse (12. Schulstufe)				a. Schulstufe = 5. Klasse (13. Schulstufe)			

Abbildung 25: spss Rohdaten für H3 nach Schulstufe

Deskriptive Statistiken ^a			Deskriptive Statistiken ^a			Deskriptive Statistiken ^a			Deskriptive Statistiken ^a			Deskriptive Statistiken ^a		
	N	Mittelwert		N	Mittelwert		N	Mittelwert		N	Mittelwert		N	Mittelwert
M: um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	25	1,12	M: um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	62	2,53	M: um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	11	2,91	M: um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	54	3,07	M: um geometrische Figuren in der Ebene (2D) zu zeichnen.	14	3,14
M: um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	25	1,08	M: um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	62	2,11	M: um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	11	2,36	M: um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	54	2,17	M: um geometrische Figuren oder Körper im Raum (3D) zu zeichnen.	14	1,93
M: für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	25	1,16	M: für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	62	1,98	M: für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	11	2,73	M: für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	54	2,56	M: für das Untersuchen von Zufallsgeschehen (Wahrscheinlichkeiten).	14	4,07
M: um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	25	2,28	M: um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	62	4,03	M: um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	11	4,27	M: um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	54	4,28	M: um Fehler beim Rechnen zu vermeiden.	14	4,36
M: um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	25	2,40	M: um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	62	4,21	M: um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	11	4,45	M: um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	54	4,37	M: um Zeit zu sparen/schneller zu einer Lösung zu gelangen.	14	4,36
Gültige Werte (listenweise)	25		Gültige Werte (listenweise)	62		Gültige Werte (listenweise)	11		Gültige Werte (listenweise)	54		Gültige Werte (listenweise)	14	
a. Schulstufe = 1. Klasse (9. Schulstufe)			a. Schulstufe = 2. Klasse (10. Schulstufe)			a. Schulstufe = 3. Klasse (11. Schulstufe)			a. Schulstufe = 4. Klasse (12. Schulstufe)			a. Schulstufe = 5. Klasse (13. Schulstufe)		

Abbildung 26: spss Rohdaten für H4 nach Schulstufe

Schulstufe = 1. Klasse (9. Schulstufe)

Deskriptive Statistiken^a

	N	Mittelwert
SW_sum	25	14,2800
Gültige Werte (listenweise)	25	

a. Schulstufe = 1. Klasse (9. Schulstufe)

Schulstufe = 2. Klasse (10. Schulstufe)

Deskriptive Statistiken^a

	N	Mittelwert
SW_sum	61	14,4262
Gültige Werte (listenweise)	61	

a. Schulstufe = 2. Klasse (10. Schulstufe)

Schulstufe = 3. Klasse (11. Schulstufe)

Deskriptive Statistiken^a

	N	Mittelwert
SW_sum	11	14,7273
Gültige Werte (listenweise)	11	

a. Schulstufe = 3. Klasse (11. Schulstufe)

Schulstufe = 4. Klasse (12. Schulstufe)

Deskriptive Statistiken^a

	N	Mittelwert
SW_sum	54	14,5185
Gültige Werte (listenweise)	54	

a. Schulstufe = 4. Klasse (12. Schulstufe)

Schulstufe = 5. Klasse (13. Schulstufe)

Deskriptive Statistiken^a

	N	Mittelwert
SW_sum	14	16,4286
Gültige Werte (listenweise)	14	

a. Schulstufe = 5. Klasse (13. Schulstufe)

Abbildung 27: spss Rohdaten für H5