Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft

Marcus Brändle, Bernd Zinn

Abschlussbericht der Evaluation des Schulversuchs „Zentrum für Digitalisierung und nachhaltige Berufs- und Studienorientierung“ (DIGIMINT)

Stuttgart, September 2025

Redaktionelle Bearbeitung

Wissenschaftliche Leitung	Marcus Brändle & Bernd Zinn
Autor:innen	Marcus Brändle & Bernd Zinn
Hilfskräfte	Julia Abele & Stefanie Frei

Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Bernd Zinn
Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft
Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)
Azenbergstraße 12
70174 Stuttgart
http://www.uni-stuttgart.de/bpt/

Urheberrecht: Die Inhalte dieser Publikation dürfen unter Nennung der folgenden Quellenangabe vervielfältigt und genutzt werden:

Brändle, M. & Zinn, B. (2025). Abschlussbericht der Evaluation des Schulversuchs „Zentrum für Digitalisierung und nachhaltige Berufs- und Studienorientierung“ (DIGIMINT). Universität Stuttgart. DOI: https://doi.org/10.18419/opus-17119

Diese Lizenzbedingungen werden durch die folgende Creative-Commons Lizenz festgelegt.
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Hinweis zum Deckblatt:
Die auf dem Deckblatt verwendeten Bilder stammen aus dem Microsoft 365 Premium-Kreativinhalte-Katalog. Sie sind urheberrechtlich geschützt und **nicht Teil der CC-BY-Lizenz** dieser Publikation. Ihre Nutzung erfolgt ausschließlich im Rahmen der Microsoft 365-Lizenzbedingungen. Eine Weiterverwendung oder separate Verarbeitung ist nicht gestattet.

Gefördert von:

Friedrich und Elisabeth BOYSEN Stiftung für Forschung und Innovation

Kurzzusammenfassung

Im Mittelpunkt des vorliegenden Abschlussberichts steht das Schulversuchsprojekt DIGIMINT („Zentrum für Digitalisierung und nachhaltige Berufs- und Studienorientierung"), das am Otto-Hahn-Gymnasium Nagold in Zusammenarbeit mit dem Jugendforschungszentrum Nagold, lokalen Unternehmen, Hochschulen sowie der Agentur für Arbeit durchgeführt wird. Zielgruppe von DIGIMINT sind Oberstufenschüler*innen der Klassen 10 bis 12, die sich durch ein besonderes Interesse an MINT-Themen sowie durch entsprechende schulische Leistungen in diesen Fächern auszeichnen. Das Projekt intendiert, die Schüler*innen im Bereich digitalisierungsbezogener Kompetenzen und MINT-fachlicher Methoden zu fördern und ihnen eine praxisorientierte Berufs- und Studienorientierung im Bezugsfeld zu ermöglichen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Förderung von motivierten und MINT-interessierten Schüler*innen, um diese für technische und naturwissenschaftliche Bereiche zu begeistern. Im Unterricht werden hierzu neben den etablierten Themen des Bildungsplans aktuelle Themen aus Wissenschaft und Wirtschaft integriert. Dabei stehen eigenständiges Lernen, forschendes Arbeiten und Projekte in Zusammenarbeit mit den Partnerinstitutionen im Vordergrund. DIGIMINT verfolgt zudem das Ziel, die regionale MINT-Bildung zu stärken, digitale und technische Zukunftsthemen aufzugreifen und durch die enge Vernetzung von Schule, Wirtschaft und Wissenschaft den Schüler*innen einen Ansatz für nachhaltige regionale berufliche Orientierung zu bieten.

Die wissenschaftliche Begleitung des Schulversuchsprojekts DIGIMINT erfolgte durch die Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT) im Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart. Im Rahmen der mehrjährigen Begleitevaluation wurden die Interessen und Vorkenntnisse der Jugendlichen beim Projektstart, ihre Motivation, Kompetenzentwicklung und berufliche Orientierung analysiert.

Mit der wissenschaftlichen Untersuchung wurden systematische anwendungsorientierte Erkenntnisse erstens zu Motivation, Interessen und MINT-Leistungsentwicklung der am Schulversuch beteiligten Schüler*innen generiert, zweitens zur inhaltlichen und methodisch-didaktischen Gestaltung des Unterrichts in den Klassenstufen 10 bis 12 eruiert und drittens zur Optimierung des Schulversuchs bereitgestellt. Das Ziel ist dabei, Bedingungen zu identifizieren, die für die Implementation und den weiteren Entwicklungsprozess der institutionellen Zusammenarbeit der einzelnen Akteure des Schulversuchs förderlich scheinen. Die Untersuchung folgt einem Mixed-Methods-Ansatz, der qualitative mit quantitativen Methoden kombiniert, um formative und summative Erkenntnisse im Sinne eines Design-Based-Research-Ansatzes zu generieren.

Die vorliegenden Ergebnisse der Begleitforschung zeigen, dass der Einsatz digitaler Werkzeuge, kooperativer Lernarrangements sowie anwendungsorientierter Projekte zur Steigerung von Interesse, Motivation und zur beruflichen Orientierung der beteiligten Schüler*innen im MINT-Bereich beiträgt. Die Integration aktueller wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Themen in den Unterricht fördert nicht nur die Zukunftsrelevanz der

behandelten Themen, sondern begünstigt auch die Entwicklung einer Entscheidungssicherheit der Schüler*innen im Hinblick auf ihre zukünftigen Studien- und Berufswege. Darüber hinaus geben die empirischen Befunde Hinweise auf projektspezifische Optimierungspotenziale, um die Effektivität und Attraktivität innovativer Unterrichtsmodelle im regionalen MINT-Kontext weiterzuentwickeln.

Inhaltsverzeichnis

Redaktionelle Bearbeitung I
Impressum II
Kurzzusammenfassung III
Inhaltsverzeichnis V
Abbildungsverzeichnis VII
Tabellenverzeichnis IX
Abkürzungsverzeichnis X
Einleitung 1
1 Theoretischer Hintergrund und methodisches Vorgehen 3
1.1 Theoretischer Hintergrund 3
1.1.1 Angebots-Nutzungs-Modell 3
1.1.2 Operationalisierung inhaltsbezogener Kompetenzen in MINT-Fächern 4
1.1.3 Interesse 5
1.1.4 Motivation 6
1.1.5 Berufliche Orientierung 7
1.2 Methodisches Vorgehen 8
1.2.1 Interviewstudie mit Lehrpersonen (FF 1) 8
1.2.2 Studie zum Vorwissen der Schüler*innen (FF 2) 9
1.2.3 Studie zu individuellen Merkmalen der Schüler*innen (FF 3) 9
1.2.4 Individuelle Lernaktivitäten unter Einsatz digitaler Medien und Lernformate (FF 4) 10
1.2.5 Interviewstudie mit AG-Teilnehmer*innen (FF 5) 10
1.2.6 Untersuchung in der Kursstufe (FF 6) 11
1.2.7 Auswertungssoftware 11
2 Ergebnisse 11
2.1 Interviewstudie mit Lehrpersonen (FF 1) 11
2.1.1 Qualifikation der Lehrpersonen 11
2.1.2 Lehrprozesse im Unterricht 12
2.1.3 Kontext der Schule, des Kollegiums und des Fachs 14
2.1.4 Kontext des Bildungssystems 15
2.2 Vorwissen der Schüler*innen in den MINT-Fächern (FF 2) 15

2.3 Interesse, Motivation und berufliche Orientierung der Schüler*innen (FF 3)...16
2.4 Individuelle Lernaktivitäten im Kontext der Digitalisierung (FF 4).....21
2.5 Interviewstudie mit den AG-Teilnehmer*innen (FF 5) 25
2.6 Befragung zur Kurswahl und MINT+ in der Kursstufe (FF 6) 27
2.6.1 Eingangsbefragung der Jahrgangsstufe 1.....27
2.6.2 Zwischenbefragung in der Jahrgangsstufe 2 30
3 Zusammenfassung, Limitationen und Diskussion..... 32
Literaturverzeichnis 37
Anhang 1 – Projektveröffentlichungen 41
Anhang 1.1 – Wissenschaftliche Beiträge mit Peer-Review-Verfahren.....41
Anhang 1.2 – Vorträge auf Tagungen 41
Anhang 1.3 – Weitere schriftliche Arbeiten 41
Anhang 2 – Ansprechpartner 42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau und zeitlicher Ablauf des Schulversuchs DIGIMINT. 2
Abbildung 2: Angebots-Nutzungs-Modell nach Seidel (2014, S. 858, unverändert übernommen). 4
Abbildung 3: Sechs Dimensionen der Lernmotivation (nach Prenzel, 1996). 6
Abbildung 4: Circumplexdarstellung der beruflichen Interessen entlang der Prediger-Achsen (nach Junkuhn und Nagy 2022, S. 663). 10
Abbildung 5: Testergebnisse der Experimental- und Kontrollgruppen nach Abschneiden in den Naturwissenschaften (links) und Mathematik (rechts). Die roten Punkte markieren jeweils den Mittelwert. 16
Abbildung 6: Bereichsspezifische Interessen der Schüler*innen. Vergleich der DIGI-Klasse mit der Kontrollgruppe. 17
Abbildung 7: Fachinteresse der Schüler*innen. Vergleich der DIGI-Klasse mit der Kontrollgruppe. 18
Abbildung 8: Entwicklung des Fachinteresses im Verlauf der Klassenstufe 10 der DIGI-Klasse im Vergleich zur Kontrollgruppe. Punkte stellen den Schuljahresanfang dar, Quadrate den Stand zum Schuljahresende. 19
Abbildung 9: Motivation der Schüler*innen in den MINT-Fächern. Vergleich der DIGI-Klasse mit der Kontrollgruppe. 20
Abbildung 10: Circumplexdarstellung der RIASEC-Interessenprofile von Schüler*innen in unterschiedlichen MINT-Förderinitiativen nach Junkuhn und Nagy (2022). Der Vergleich erfolgt über den Bezugspunkt der Kontrollgruppe mit Schüler*innen der Klassen 10 am OHG Nagold ohne DIGIMINT-Teilnahme. Abbildung entnommen aus Bahr et al. (2024, S. 19). 21
Abbildung 11: Nutzung des Tablets der Vergleichsgruppen im Unterricht, für Hausaufgaben und in der Freizeit. 22
Abbildung 12: Nutzung von Lernplattformen (links) und Cloud-Diensten (rechts) im Gruppenvergleich. 22
Abbildung 13: Nutzung von Chat-Diensten (links) und (schuleigenen) Mailprogrammen (rechts) im Gruppenvergleich. 23
Abbildung 14: Nutzung von Computer- (links) und Präsentationsprogrammen (rechts) im Gruppenvergleich. 24
Abbildung 15: Nutzung von Videoangeboten (links) und elektronischen Texten (rechts) im Gruppenvergleich. 24
Abbildung 16: Motivationale Aspekte des Lernens unter Einsatz von digitalen Medien. Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe. 25
Abbildung 17: Eingangsbefragung zur Kurswahlentscheidung für MINT+ der Kursstufe (Jahrgangsstufe 1). 27
Abbildung 18: Einschätzung der Schüler*innen zur inhaltlichen Relevanz des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 1). 28

Abbildung 19: Schüler*inneneinschätzung zur Instruktionsklarheit des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 1)..... 29
Abbildung 20: Schüler*inneneinschätzung zur Überforderung innerhalb des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 1)..... 29
Abbildung 21: Zwischenbefragung zur Kurswahlentscheidung für MINT+ der Kursstufe (Jahrgangsstufe 2)..... 30
Abbildung 22: Schüler*inneneinschätzung zur inhaltlichen Relevanz des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 2)..... 31
Abbildung 23: Schüler*inneneinschätzung zur Instruktionsklarheit des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 2)..... 31
Abbildung 24: Schüler*inneneinschätzung zur Überforderung innerhalb des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 2)..... 32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der sechs Dimensionen der Lernmotivation nach Prenzel (1996). 7
Tabelle 2: Deskriptive Ergebnisse des bereichsspezifischen Interesses. 17
Tabelle 3: Zusammenfassung der Mittelwerte des Fachinteresses an den MINT-Fächern. 18
Tabelle 4: Deskriptive Ergebnisse der Motivation. 19

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgemeinschaft
BOGY	Berufsorientierung am Gymnasium
BPT	Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik
DIGIMINT	Schulversuch „Zentrum für Digitalisierung und nachhaltige Berufs- und Studienorientierung“
DBR	Design-Based-Research
GW	Gesellschaftswissenschaftlich
JFZ	Jugendforschungszentrum
k. A.	Keine Angabe
KMK	Kultusministerkonferenz
m	männlich
Max.	Maximum
M	Mittelwert
Med	Median
Min.	Minimum
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
NwT	Naturwissenschaft und Technik
OHG	Otto-Hahn-Gymnasium
RIASEC	Realistic Investigative Artistic Social Enterprising Conventional
SD	Standardabweichung (engl. Standard Deviation)
SEVT	Situated Expectancy-Value Theory
SLK	Sprachlich-literarisch-künstlerisch
w	weiblich
WLAN	Wireless Local Area Network

Einleitung

Das Evaluationsprojekt zu DIGIMINT begleitet wissenschaftlich die Einführung des Schulversuchs „Zentrum für Digitalisierung und nachhaltige Berufs- und Studienorientierung“ und untersucht dessen Wirkung in Bezug auf kognitive, motivationale und affektive Merkmale der teilnehmenden Schüler*innen.

Das Projekt DIGIMINT am Otto-Hahn-Gymnasium Nagold richtet sich an besonders motivierte und MINT-interessierte Schüler*innen der Oberstufe (in G8 ab Klasse 10). Ziel ist es, sowohl die Digitalisierungskompetenz als auch die mathematischen, naturwissenschaftlichen, informatischen und technikwissenschaftlichen Methodenkompetenzen nachhaltig zu fördern. Gleichzeitig soll das Projekt im Bezugsfeld eine fundierte Berufs- und Studienorientierung ermöglichen. Es wird insbesondere auf ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis und die Förderung von Mädchen im MINT-Bereich geachtet. Die Umsetzung (Abbildung 1) beginnt in Klasse 10 mit einem vertieften Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Mathematik innerhalb einer eigenen Lerngruppe. Ergänzt wird dies durch die Arbeitsgemeinschaft DIGI+ (DIGI-AG), in der digitalisierungsbezogenen Themen wie Künstliche Intelligenz (KI), Netzwerktechnologien, Cloud Computing, Datenschutz und Webentwicklung behandelt werden. In der Jahrgangsstufe 1 wird ein Seminarkurs mit dem Titel „Engineering Academy by JFZ“ angeboten, der in Kooperation mit dem Jugendforschungszentrum (JFZ), lokalen Unternehmen, der Agentur für Arbeit sowie Hochschulen durchgeführt wird. Hier bearbeiten die Teilnehmenden reale Projektaufgaben und erhalten Einblicke in wissenschaftliches Arbeiten sowie berufliche Perspektiven. Parallel dazu belegen sie das Basisfach MINT+, in dem naturwissenschaftliche Inhalte vertieft und digitale Werkzeuge sowie wissenschaftliche Methoden praxisnah eingesetzt werden (z. B. Daten aus Datenbanken verwenden, um Modelle zu erstellen oder naturwissenschaftliche Fragestellungen zu beantworten). Zusätzlich wird in den fünfstündigen MINT-Fächern eine Vertiefungszeit eingerichtet.

Im Projekt erfolgt eine strukturelle Zusammenarbeit zwischen Schule, Jugendforschungszentrum, Wirtschaft, Agentur für Arbeit und Hochschulen der Region. Jede Institution soll dabei ihre spezifischen Kompetenzen einbringen. Diese erstrecken sich von der Organisation und Koordination über die Durchführung von Kursen und AGs bis hin zur Bereitstellung der Ausstattung für natur- und technikwissenschaftliche Experimente sowie der Ermöglichung von berufspraktischen Erfahrungen für die Schüler*innen. Das Projekt fügt sich in die bestehende Schulstruktur ein und soll damit eine innovative Verbindung von Digitalisierung und MINT-Förderung im Begabtenbereich abbilden.

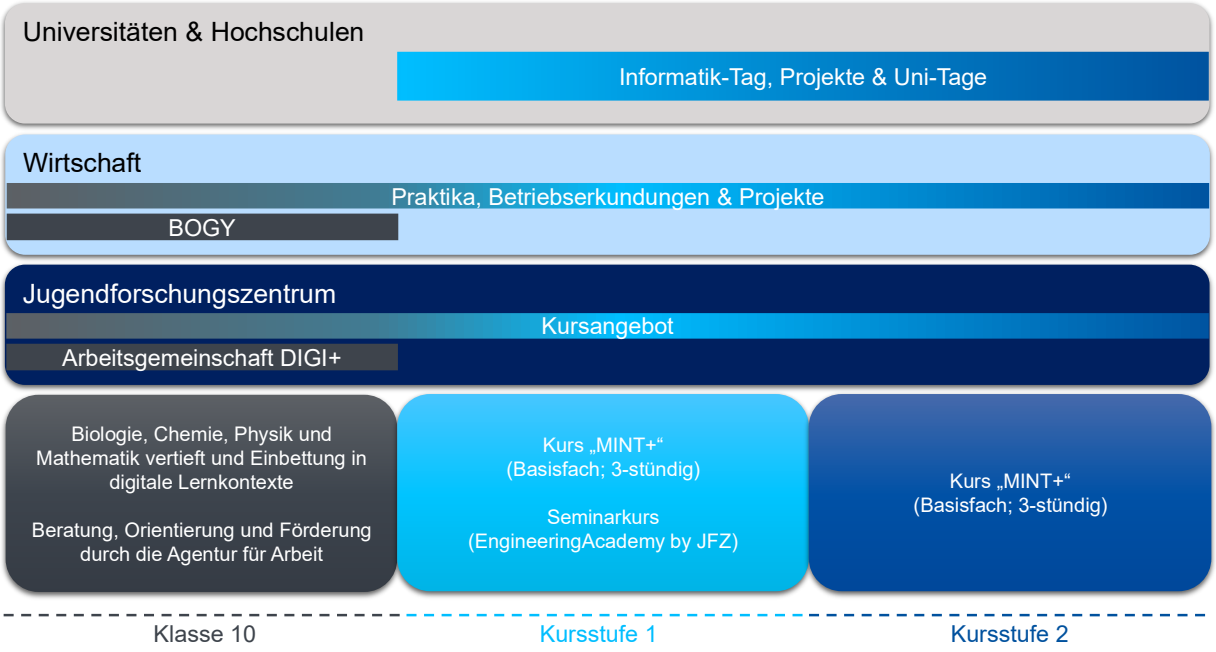

Abbildung 1: Aufbau und zeitlicher Ablauf des Schulversuchs DIGIMINT.

Die Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT) des Instituts für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart begleitete DIGIMINT von 2020 bis 2025 im Rahmen der Mixed-Methods-Begleitforschung. Analysiert wurden dabei die inhaltliche, kontextuelle und methodisch-didaktische Gestaltung des MINT-Unterrichts unter Einbezug digitaler Lernformen, das fachliche Vorwissen der Schüler*innen in Mathematik, Chemie, Biologie und Physik sowie ihre Interessen, Motivation und berufliche Orientierung. Zudem wurden fördernde und hemmende Faktoren des Lernens im Kontext der Digitalisierung betrachtet und die Erfahrungen der Teilnehmenden in der DIGI-AG qualitativ erfasst. Das zentrale Untersuchungsanliegen besteht darin, die Wirkungen des Projekts auf die Schüler*innen und ihre Bildungs- und Berufswege systematisch zu erfassen und dadurch Gelingensbedingungen für zukünftige vergleichbare Bildungsinnovationen im MINT-Bereich ableiten zu können.

Zur Zielerreichung wurden die nachfolgenden Forschungsfragen (FF 1–6) untersucht:

- Welche inhaltlichen, kontextuellen und methodisch-didaktischen Gestaltungsmerkmale rahmen den Schulversuch DIGIMINT? **(FF 1)**
- Wie gestaltet sich das fachliche Vorwissen der an DIGIMINT teilnehmenden Schüler*innen in den Fächern Mathematik, Physik, Biologie und Chemie im Vergleich zu einer Kontrollgruppe? **(FF 2)**
- Wie gestalten sich die Interessen, die Motivation und die berufliche Orientierung der an DIGIMINT teilnehmenden Schüler*innen in Bezug auf die MINT-Fächer im Vergleich zu einer Kontrollgruppe? **(FF 3)**
- Welche Faktoren (individuell und strukturell) beeinflussen die Nutzung digitaler Lernumgebungen durch die Schüler*innen? **(FF 4)**

- Welche konkreten subjektiven Erfahrungen machen die Schüler*innen in der DIGI-AG und wie schätzen sie diese in Bezug auf ihre Motivation und Berufsorientierung ein? **(FF 5)**
- Wie begründen die Schüler*innen ihre Wahl des MINT+ Kurses in der Oberstufe und welche Relevanz schreiben sie diesem im Hinblick auf ihre zukünftigen Bildungs- und Berufswege zu? **(FF 6)**

Der Bericht gliedert sich in eine Einführung zu den Modellannahmen, den verwendeten theoretischen Konstrukten sowie zum methodischen Vorgehen (Kapitel 1). Es schließt sich eine strukturierte Darstellung der zentralen Ergebnisse der Untersuchungen zur Beantwortung der Forschungsfragen an (Kapitel 2). Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst betrachtet und im Projektkontext interpretiert sowie die Limitationen der Studien diskutiert (Kapitel 3).

1 Theoretischer Hintergrund und methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen in der hier vorgelegten Untersuchung beinhaltet eine qualitative Interviewstudie mit den am Schulversuch beteiligten MINT-Lehrpersonen (erläutert in Abschnitt 1.2.1) und eine quantitative Studie mit Schüler*innen der zehnten Klassen des Otto-Hahn-Gymnasiums (OHG) Nagold. Über ein Experimental-Kontrollgruppen-Design fokussiert diese Studie das MINT-Vorwissen der Schüler*innen (erläutert in Abschnitt 1.2.2) und erfasst querschnittlich deren Interessen, Motivation und berufliche Orientierung (erläutert in Abschnitt 1.2.3). Darüber hinaus werden individuelle Lernaktivitäten im Kontext digitaler Medien und Lernformate untersucht (erläutert in Abschnitt 1.2.4). Ergänzt wird dies durch eine Interviewstudie mit den Teilnehmenden der DIGI-AG, die subjektive Erfahrungen und Einschätzungen zum Kursformat erfasst (erläutert in Abschnitt 1.6). Abschließend erfolgt eine quantitative Befragung der Schüler*innen der Kursstufe, in der Wahlmotive, wahrgenommene Relevanz sowie Erfahrungen im MINT+ Kurs erhoben werden (erläutert in Abschnitt 1.7). Bevor auf die genannten Punkte näher eingegangen wird, erfolgt die Darstellung des zugrunde gelegten theoretischen Hintergrunds.

1.1 Theoretischer Hintergrund

1.1.1 Angebots-Nutzungs-Modell

Für das Erhebungskonzept und dessen inhaltliche Analyseschwerpunkte bildet das Angebots-Nutzungs-Modell nach Seidel (2014) den übergeordneten theoretischen Hintergrund (Abbildung 2).

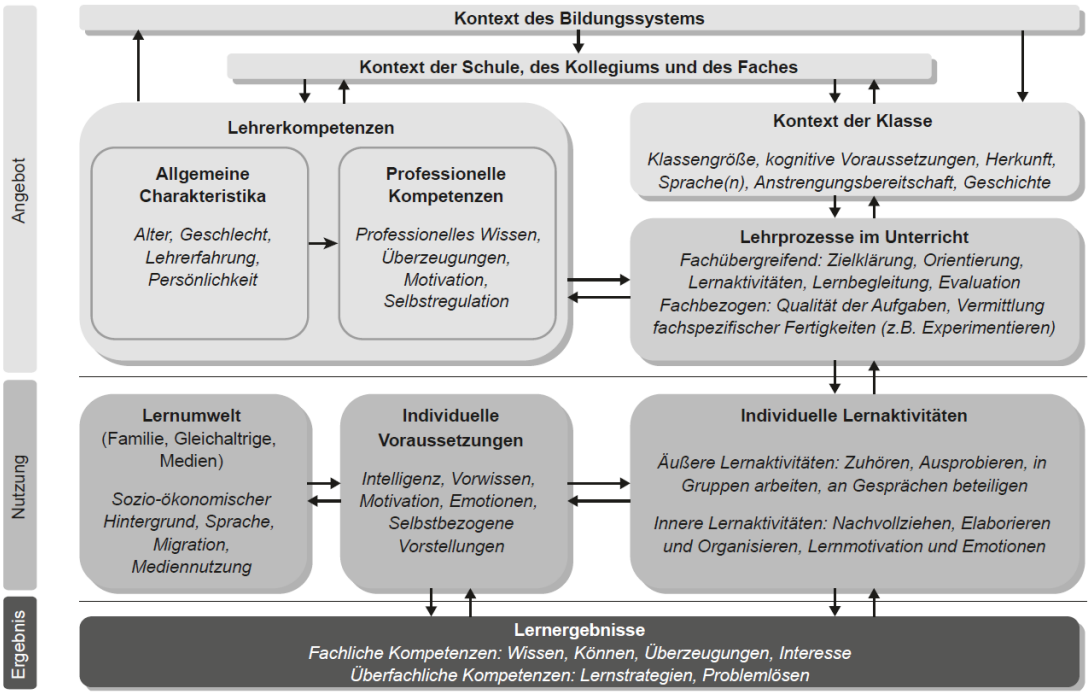

Abbildung 2: Angebots-Nutzungs-Modell nach Seidel (2014, S. 858, unverändert übernommen).

Das Modell definiert Unterricht als „[...] das Gestalten von Lernumgebungen mit dem Ziel, optimale Gelegenheiten für die effektive Ausführung von Lernaktivitäten der Schüler*innen bereitzustellen“ (Seidel & Reiss, 2014, zitiert nach Seidel, 2014, S. 857). Dabei werden unterschiedlichste Einflussfaktoren betrachtet, die sich nach einer Angebots- und einer Nutzungsstruktur in Bezug auf die Lernenden gliedert. Übergeordnet steht das Angebot, das den Lernenden durch die Kontexte des Bildungssystems zur Verfügung steht und in Lehrpersonenkompetenzen, Kontext der Klasse und unterrichtliche Lehrprozesse unterteilt ist. Die Nutzung des Angebots hängt wiederum von individuellen Voraussetzungen und Lernaktivitäten sowie von der Lernumwelt ab. Unter der Annahme, dass Angebot und Nutzung die Lernergebnisse im Unterricht maßgeblich beeinflussen, werden zu diesem Zweck die bereitgestellten Angebote und die individuellen Voraussetzungen der Lernenden untersucht. Darüber hinaus sollen individuelle Lernaktivitäten im Kontext der Digitalisierung erfasst und einem gruppenspezifischen Vergleich innerhalb eines Experimental-Kontrollgruppen-Designs unterzogen werden (Seidel, 2014).

1.1.2 Operationalisierung inhaltsbezogener Kompetenzen in MINT-Fächern

In den Naturwissenschaften (Biologie, Chemie und Physik) bilden die einschlägigen Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife mit ihrem Rahmenmodell der naturwissenschaftlichen Kompetenz eine Grundlage für eine kompetenzorientierte Ausrichtung eines entsprechenden Unterrichts (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2020a, 2020b, 2020c). Im Rahmenmodell wird von den Kompetenzbereichen Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz ausgegangen. Diese vier Kompetenzbereiche sollen sich gegenseitig durchdringen und die Fachkompetenz in Biologie, Chemie und

Physik abbilden (ebd.). Eines der Hauptanliegen dieser Standards besteht darin, vielfältige Gelegenheiten zur inhaltlichen Vernetzung sowohl innerhalb eines einzelnen Fachs, um eine schlüssige Wissensbasis zu schaffen, als auch zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen und darüber hinaus zu eröffnen (Pant et al., 2013).

Da Kompetenzen[1] nicht allgemeingültig, sondern immer an fachspezifische Kontexte gebunden sind (Klieme et al., 2003), sollten Maßnahmen zu ihrer Förderung und Überprüfung diese Kontextgebundenheit berücksichtigen. Eine wichtige Rolle übernehmen hierbei Lern- und Leistungsaufgaben, die in allen naturwissenschaftlichen Fächern eingesetzt werden, um Kompetenzen systematisch zu entwickeln und zu überprüfen (Kleinknecht, Bohl, Maier & Metz, 2013). Untersuchungen von Kauertz und Kolleg*innen (2010) verdeutlichen, dass Fachwissen nicht isoliert betrachtet werden kann, sondern in allen Kompetenzbereichen bedeutsam ist. Zwar ist eine trennscharfe empirische Abgrenzung der einzelnen Bereiche nicht abschließend gesichert, doch finden sich erste Hinweise darauf, dass eine Differenzierung zwischen Fachwissen und Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften tragfähig sein könnte. Dieses Konzept findet sich auch in Erhebungen wie dem IQB-Bildungstrend wieder (Mahler, Schipolowski & Weirich, 2019). Darüber hinaus weisen Kauertz et al. (2010) darauf hin, dass Fachwissen die Basis dafür bildet, prozessbezogene Kompetenzen erfolgreich anzuwenden. Für die empirische Erfassung von MINT-Kompetenzen eröffnet dies den Ansatz, Fachwissen als repräsentatives Maß für die Kompetenz heranzuziehen.

1.1.3 Interesse

In der wissenschaftlichen Literatur wird Interesse als eine spezifische Beziehung zwischen einer Person und einem Themengebiet, Objekt oder Tätigkeitsfeld definiert (Krapp, 1992). Grundsätzlich unterscheidet die Forschung zwei Formen: Individuelles Interesse beschreibt eine langfristige Veranlagung, sich wiederholt und über einen längeren Zeitraum hinweg mit bestimmten Inhalten oder Aktivitäten zu beschäftigen. Situatives Interesse hingegen entsteht kurzfristig durch externe Reize in einer bestimmten Situation und kann unabhängig von bisherigen Präferenzen auftreten (Krapp, 1992; Mitchell, 1993).

Vor allem in Bildungskontexten haben beide Formen eine zentrale Bedeutung, da sie maßgeblich die Motivation und das Lernverhalten beeinflussen (Pintrich, 2000; Roth, 2001). Von besonderem Forschungsinteresse ist dabei, unter welchen Bedingungen aus einer anfänglich flüchtigen Aufmerksamkeit ein dauerhaftes Engagement entstehen kann. Krapp (1998) betont, dass wiederholte anregende Umwelteinflüsse dazu beitragen, ein situatives Interesse in ein stabiles individuelles Interesse zu überführen. Mitchell (1993) beschreibt diesen Prozess als Abfolge zweier Phasen: Die Catch-Phase lenkt

[1]Nach Weinert (2001, S. 27): „Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“

zunächst die Aufmerksamkeit auf ein Thema und weckt Neugier. Die Hold-Phase stabilisiert das Interesse und erhält es über einen längeren Zeitraum.

Über den Bildungsbereich hinaus spielt Interesse auch eine zentrale Rolle bei der beruflichen Orientierung. Nach der Situierten Erwartung-Wert-Theorie (*Situated Expectancy-Value Theory*, SEVT) beeinflusst es maßgeblich die Berufswahl (Eccles & Wigfield, 2020). Das Modell geht davon aus, dass Entscheidungen insbesondere von der Erfolgserwartung und den Aufgabenwerten abhängen. Letztere umfassen den Bedeutungswert (Relevanz für eigene Ziele und Selbstbild), den intrinsischen Wert (Freude und Interesse an der Tätigkeit), den Nützlichkeitswert (praktischer Nutzen für zukünftige Pläne) sowie die Kosten (wahrgenommene Nachteile) (Eccles & Wigfield, 2020; Wigfield & Eccles, 1992). Die SEVT verdeutlicht, dass Karriereentscheidungen auf subjektiven Einschätzungen und persönlichen Wertzuschreibungen beruhen.

1.1.4 Motivation

Etablierte Theorien zur Lernmotivation (z. B. Prenzel, 1996) gehen von einem sechsdimensionalen Konstrukt (Abbildung 3) aus: Dabei gliedert sich die Motivation in die Bereiche *Amotivation, extrinsische, introjizierte, identifizierte, intrinsische* und *interessierte Motivation*. Zurückzuführen ist diese Aufteilung auf die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1993) sowie die pädagogische Interessentheorie (Krapp, 1992; Prenzel, Krapp & Schiefele, 1986; Prenzel, 1996).

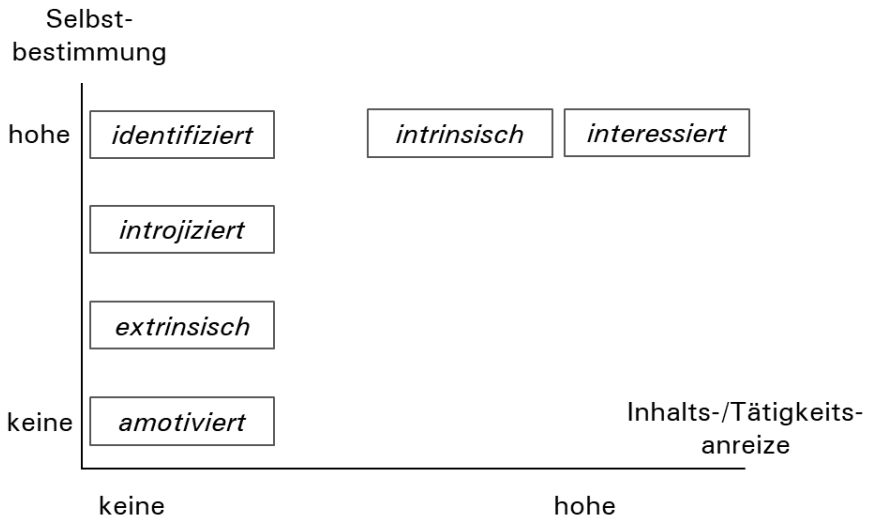

Abbildung 3: Sechs Dimensionen der Lernmotivation (nach Prenzel, 1996).

Prenzel (1996, S. 219) beschreibt die sechs Dimensionen folgendermaßen: Amotiviert beschreibt Situationen, in denen keine gezielte Lernmotivation vorhanden ist. Die betroffene Person zeigt Gleichgültigkeit, Apathie, Unordnung oder wirkt hilflos. Extrinsisch motiviertes Lernen im engen Sinn bedeutet, dass Lernende nur aufgrund erwarteter Belohnungen oder zur Vermeidung drohender Strafen aktiv werden. Das Lernen ist dabei stark von äußerem Druck geprägt und überwiegend fremdbestimmt. Introjizierte Motivation liegt vor, wenn äußere Anreize und Bewertungen verinnerlicht wurden. Obwohl der Antrieb nun aus

dem Inneren kommt, geschieht das Lernen noch nicht wirklich selbstbestimmt, sondern aus einem inneren Pflicht- oder Schuldgefühl heraus. Identifizierte Motivation beschreibt das Lernen von Inhalten oder Tätigkeiten, die möglicherweise wenig attraktiv oder sogar belastend erscheinen, jedoch als wichtig erachtet werden. Sie werden ausgeführt, weil sie als Mittel dienen, um eigene, bewusst gesetzte Ziele zu erreichen. Intrinsische Motivation entsteht, wenn die Freude oder das Interesse an der Tätigkeit selbst zum Motor des Lernens wird. Sie ist unabhängig von äußeren Belohnungen oder Zwängen und daher selbstbestimmt. Interessierte Motivation stellt eine gesteigerte Form der intrinsischen Motivation dar. Neben der Freude an der Tätigkeit führt die persönliche und allgemeine Bedeutung des Themas dazu, dass sich Lernende intensiv damit befassen und ihr Wissen über den konkreten Anlass hinaus erweitern möchten. Tabelle 1 fasst diese sechs Dimensionen übersichtlich zusammen.

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der sechs Dimensionen der Lernmotivation nach Prenzel (1996).

Motivationstyp	Beschreibung
Amotivation	Keine gezielte Lernmotivation, Gleichgültigkeit, Apathie, Hilflosigkeit oder chaotisches Verhalten.
Extrinsisch	Lernen nur wegen erwarteter Belohnung oder zur Vermeidung von Strafen; stark fremdbestimmt.
Introjiziert	Äußere Anreize wurden verinnerlicht; Lernen erfolgt aus innerem Pflicht- oder Schuldgefühl, aber nicht freiwillig.
Identifiziert	Inhalte/Tätigkeiten wirken wenig attraktiv, werden aber als wichtig erachtet, um eigene Ziele zu erreichen.
Intrinsisch	Anreiz und Freude liegen in der Tätigkeit selbst; unabhängig von äußeren Belohnungen.
Interessiert	Steigerung der intrinsischen Motivation; sowohl inhaltliche Freude als auch hohe persönliche Bedeutung treiben an.

Anm.: Der Grad der Selbstbestimmung nimmt von Amotivation hin zu interessierter Motivation zu (s. Abbildung 3).

1.1.5 Berufliche Orientierung

Die Kultusministerkonferenz (KMK) schreibt in ihrer „Empfehlung zur beruflichen Orientierung an Schulen“ von 2017:

„Berufliche Orientierung findet im Rahmen einer individuellen Förderung über mehrere Jahre hinweg als Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit ihren Neigungen und Wünschen, Perspektiven und Möglichkeiten statt. Ausgehend von Interessen, Kompetenzen und Potenzialen sollen die Schülerinnen und Schüler in einem langfristig angelegten Prozess befähigt werden, sich reflektiert, selbstverantwortlich, frei von Klischees und aktiv für ihren weiteren Bildungs- und Berufsweg, vor allem für einen Beruf und damit für eine Ausbildung bzw. ein Studium oder ein Berufsfeld zu entscheiden. Die Schülerinnen und Schüler erweitern durch die Verzahnung von Informationen, Beratung, Erfahrungen in der Arbeitswelt und Reflexion in unterrichtlichen und außerunterrichtlichen

Lernsituationen ihre Vorstellungen und Kenntnisse über Berufe. Sie vergleichen ihre eigenen beruflichen Interessen und Möglichkeiten mit den Anforderungen und Bedingungen, die mit den jeweiligen Berufen bzw. der Arbeitswelt einhergehen. In diesem Prozess ist die Einbindung aller schulischen und außerschulischen Akteure vor Ort unabdingbar.“ (KMK, 2017, S. 2)

Nach Bigos (2020) ist eine erfolgreiche Berufsorientierung an Schulen maßgeblich von einem engagierten Kollegium, einer aktiven Schulleitung sowie dem systematischen Aufbau vertrauensvoller Kooperationen mit externen Partnern abhängig. Ein gemeinsames pädagogisches Grundverständnis innerhalb des Teams und die nachhaltige Integration in schulische Strukturen stellen dabei wesentliche Erfolgsfaktoren dar (Bigos, 2020). Für eine langfristige Wirksamkeit dieser Prozesse bedarf es laut Bigos (2020) zudem einer verbindlichen curricularen Verankerung, angemessener personeller Ressourcen sowie klar strukturierter Förderprogramme, die den Schulen stabile Rahmenbedingungen gewährleisten. Obwohl schulische Berufsorientierung zunehmend durch Kooperationen und curriculare Maßnahmen gestärkt wird, bleibt die Evidenz zur langfristigen Wirksamkeit spezifischer Angebote im MINT-Bereich bislang begrenzt. Wie Nickolaus, Steffensky und Parchmann (2018) zeigen, sind die Effekte solcher Programme auf das Interesse der Schüler*innen, deren Selbstkonzept sowie die tatsächliche Berufs- und Studienwahl noch nicht ausreichend erforscht und bedürfen weiterer empirischer Fundierung. Erste Indizien zur Wirksamkeit von DIGIMINT und weiteren MINT-Förderinitiativen liefert eine Studie von Bahr, Brändle und Zinn (2024).

1.2 Methodisches Vorgehen

1.2.1 Interviewstudie mit Lehrpersonen (FF 1)

Die am Schulversuch beteiligten Lehrpersonen der MINT-Fächer (n = 4, w = 2, m = 2) wurden in einem teilstandardisierten Interviewverfahren zu Projektbeginn (Januar 2020) in einer Eingangsstudie befragt. Dabei wurden verschiedene Aspekte der Angebotsebene aus ihrer Perspektive erfasst.

Die Studie beinhaltet die folgenden Evaluationsbereiche: (1) Kontext des Bildungssystems, (2) Kontext der Schule, des Kollegiums und des Fachs, (3) professionelle Kompetenzen und (4) Lehrprozesse im Unterricht. Alle Interviews wurden transkribiert und qualitativ inhaltsanalytisch ausgewertet. Die durchschnittliche Interviewdauer beträgt 28 Minuten (Min. = 19 min, Max. = 38 min). Zur Gewährleistung einer objektiven Auswertung wurden die Transkripte von zwei Personen (Ratern) analysiert. Die Interrater-Reliabilität ist als gut zu bewerten (durchschnittliches Cohens Kappa = 0,81). Die Bewertung erfolgt anhand eines induktiven/deduktiven Kategoriensystems (Mayring, 2015) und umfasst insgesamt 250 Codes.

1.2.2 Studie zum Vorwissen der Schüler*innen (FF 2)

Die Erhebung des Vorwissens erfolgte über die Schuljahre 2019, 2020 und 2021 jeweils zu Schuljahresbeginn (Oktober) mit $n = 265$ Schüler*innen (w = 54 %, m = 43 %, k. A. = 3 %) aus vier Parallelklassen der Klassenstufe 10 des OHG Nagold. Die Gesamtstichprobe teilt sich in der Untersuchung in $n_{DIGI} = 54$ Teilnehmende an DIGIMINT und $n_{KON} = 211$ Lernende aus den Parallelklassen als Kontrollgruppe. Zur Erfassung des Vorwissens wurde ein Testinstrument aus etablierten Aufgaben der MINT-Bildungsforschung (vgl. Baumert, 1998; Stanat, Schipolowski, Mahler, Weirich & Henschel, 2019) zusammengestellt und an notwendigen Stellen durch weitere Aufgaben ergänzt. Das eingesetzte Instrument beinhaltet insgesamt 40 Aufgaben zu Kompetenzfacetten der MINT-Fächer aus der Klassenstufe 9, die primär anhand des Schulcurriculums und unter Berücksichtigung des auslaufenden Bildungsplans 2004 (MKJS, 2004) ausgewählt wurden.

1.2.3 Studie zu individuellen Merkmalen der Schüler*innen (FF 3)

An der Erhebung zu den individuellen Lernendenmerkmalen haben über den Studienverlauf insgesamt $n_{ges} = 255$ (w = 57 %, m = 35 %, k. A. = 8 %) Schüler*innen aus den vier befragten Parallelklassen des OHG Nagold teilgenommen. Die Befragung wurde jeweils zu Beginn (Oktober) und zum Ende (Juli) der Schuljahre 2019/20, 2020/21 und 2021/22 umgesetzt. Die kombinierte Stichprobe der Eingangserhebungen setzt sich aus $n_{DIGI} = 54$ und $n_{KON} = 201$ Schüler*innen zusammen. An den Erhebungen zu Schuljahresende haben insgesamt $n_{DIGI} = 54$ und $n_{KON} = 157$ Lernende teilgenommen.

Zur Erfassung der Motivation wurde eine Adaption der etablierten Skala von Prenzel (Prenzel, 1996) eingesetzt, mit der die sechs Dimensionen der Lernmotivation (Abbildung 3) in den MINT-Fächern erschlossen werden können. Die Skala umfasst 18 geschlossene Fragen und erstreckt sich mit jeweils drei Items über jede der sechs Dimensionen.

Anhand einer Adaption des RIASEC-Modells (nach Mokhonko, 2016) zur beruflichen Orientierung von Holland (Holland, 1997) wurden über insgesamt 21 Items die folgenden sechs Bereiche erfasst: **R**ealistic (Orientierung an praktischen Tätigkeiten), **I**nvestigative (Orientierung an intellektuellen Aufgaben), **A**rtistic (Orientierung an künstlerischen und kreativen Tätigkeiten), **S**ocial (Orientierung an informierenden, vernetzenden oder ausbildenden Tätigkeiten), **E**nterprising (Orientierung an administrativen Tätigkeiten) und **C**onventional (Orientierung an strukturierten Tätigkeiten) (Dierks, Höffler, Blankenburg, Peters & Parchmann, 2016). In Anlehnung an Krapp und Prenzel kann für die zwei Bereiche Investigative und Realistic ein hauptsächliches Interesse der Testpersonen an (wissenschaftlichen) Berufen im MINT-Bereich angenommen werden (Krapp & Prenzel, 2011). Konkrete Berufsbeispiele lassen sich anhand der Kombination der drei höchstbewerteten Kategorien ableiten (Jörin, Stoll, Bergmann & Eder, 2006). Zur Einordnung der Wirkung von DIGIMINT auf die berufliche Orientierung im Vergleich mit anderen Förderprogrammen wird die Auswertung nach Junkuhn und Nagy (2022) erweitert. Eine

Circumplexdarstellung (Abbildung 4) der beruflichen Interessen zeigt die Orientierung entlang der Prediger-Achsen „Personen vs. Dinge“ und „Ideen vs. Daten“ (Junkuhn & Nagy, 2022, S. 663).

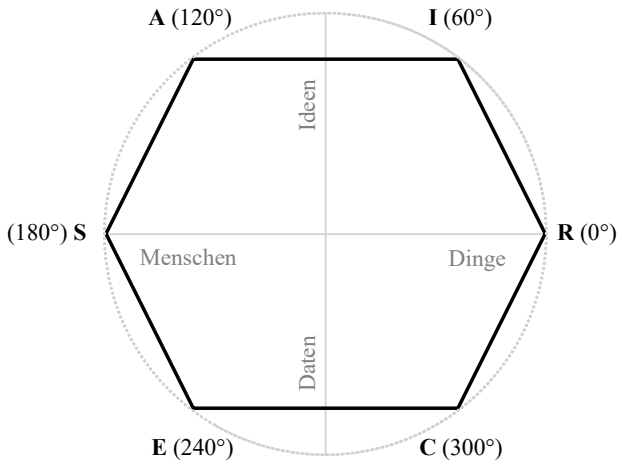

Abbildung 4: Circumplexdarstellung der beruflichen Interessen entlang der Prediger-Achsen (nach Junkuhn und Nagy 2022, S. 663).

Das Fachinteresse der Lernenden wurde über Einzelitems und das bereichsspezifische Interesse mithilfe einer eigenentwickelten Skala erfasst.

1.2.4 Individuelle Lernaktivitäten unter Einsatz digitaler Medien und Lernformate (FF 4)

Zur Erfassung individueller Lernaktivitäten im Kontext der Digitalisierung wird das Instrument der Bertelsmann Stiftung für die Schülerbefragung des Projekts *Monitor Digitale Bildung* adaptiert (Schmid, Goertz & Behrens, 2017). Bei dieser Befragung ist vor allem das etwaig unterschiedliche Nutzungsverhalten der Schüler*innen im Umgang mit digitalen Medien und der Einsatz von digitalen Lernformaten in der DIGI-Klasse im Vergleich zur Kontrollgruppe von Interesse. Außerdem werden motivationale Aspekte des Lernens im Kontext der digitalen Medien erfasst. Die Skala war im Fragebogen aus Abschnitt 1.2.3 integriert.

1.2.5 Interviewstudie mit AG-Teilnehmer*innen (FF 5)

Im Rahmen der qualitativen Interviewstudie wurden insgesamt n_{AG} = 13 Teilnehmer*innen der DIGI-AG in einem teilstandardisierten Verfahren befragt. Die durchschnittliche Dauer der Interviews betrug rund 20 Minuten. Alle Interviews wurden transkribiert und mittels eines Kategoriensystems qualitativ-inhaltsanalytisch ausgewertet. Für die Analyse wurden vier zentrale Oberkategorien gebildet: förderliche Faktoren (z. B. gestärktes fachliches Interesse und positive Bewertungen der AG), hemmende Faktoren (z. B. Motivationsschwankungen, Zweifel oder wahrgenommene Herausforderungen), berufliche Interessen (z. B. Bezug der AG zu Studien- und Berufswünschen) sowie Verbesserungsvorschläge der Teilnehmenden.

1.2.6 Untersuchung in der Kursstufe (FF 6)

Zur Erfassung der Erfahrungen im MINT+ Kurs wurden die Schüler*innen der Kursstufe in mehreren Erhebungsabschnitten befragt. Die erste Befragung erfolgte zu Beginn der Jahrgangsstufe 1 im Winter 2020, 2021 und 2022. Insgesamt nahmen n_{KS1} = 13 Schüler*innen an der Eingangsbefragung teil (w = 54 %; m = 46 %). In der Jahrgangsstufe 2 erfolgte im Winter 2021, 2022 und 2023 eine Zwischenbefragung mit insgesamt n_{KS2} = 16 Schüler*innen (w = 44 %; m = 56 %).

Die Befragungen zielen darauf ab, Kurswahlmotive sowie zentrale Einschätzungen der Schüler*innen zum MINT+ Kurs zu erfassen: Abgefragt werden dabei insbesondere die wahrgenommene inhaltliche Relevanz des Kurses, die individuellen Wahlmotive für die Teilnahme, mögliche Überforderungen durch die Kursanforderungen sowie die Instruktionsklarheit innerhalb des Unterrichts.

1.2.7 Auswertungssoftware

Statistische Werte werden mit IBM SPSS 28 (IBM Corp., 2021) oder R (R Core Team, 2025) unter der Verwendung der Packages *tidyverse* (Wickham et al., 2019), *psych* (Revelle, 2025) und *effectsize* (Ben-Shachar, Lüdecke & Makowski, 2020) berechnet. Die Abbildungen werden mit *ggplot2* (Wickham, 2016) und *patchwork* (Pedersen, 2025) bzw. *sjplot* (Lüdecke, 2025) erstellt. Die qualitative Inhaltsanalyse wird mit MAXQDA 2022 (VERBI Software, 2021) durchgeführt.

2 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse gliedert sich auf der Angebotsebene in die Bereiche Qualifikation der Lehrpersonen (Abschnitt 2.1.1), Lehrprozesse im Unterricht (Abschnitt 2.1.2), Kontext der Schule, des Kollegiums und des Fachs (Abschnitt 2.1.3) sowie Kontext des Bildungssystems (Abschnitt 2.1.4). Zur Illustration der qualitativen Ergebnisse aus der Interviewstudie sind exemplarische Zitate der (in der Auswertung anonymisierten) Lehrpersonen eingebunden. Auf der Nutzungsebene werden das Vorwissen der Schüler*innen in den MINT-Fächern (Abschnitt 2.2) und deren Interesse, Motivation sowie berufliche Orientierung betrachtet (Abschnitt 2.3). Zudem werden individuelle Lernaktivitäten im Kontext der Digitalisierung eruiert (Abschnitt 2.4). Darüber hinaus werden die Erfahrungen der AG-Teilnehmer*innen (Abschnitt 2.5) sowie die Befragung der Lernenden im MINT+ Kurs (Abschnitt 2.6) dargestellt.

2.1 Interviewstudie mit Lehrpersonen (FF 1)

2.1.1 Qualifikation der Lehrpersonen

Zur eigenen Professionalisierung für die Einbindung digitaler Inhalte in den Unterricht geben drei der vier Lehrpersonen an, eine Zusatzqualifikation (mindestens in Form einer Fortbildung) erworben zu haben. Eine Lehrperson gibt an, dass sie sich über zwei Jahre hinweg für das Fach Informatik weitergebildet hat. Spezielle Weiterbildungsprogramme

im Kontext digitaler Medien und Lernformate wurden von den Lehrpersonen nicht besucht.

2.1.2 Lehrprozesse im Unterricht

Die Lehrprozesse im Unterricht gliedern sich nach der fachübergreifenden unterrichtlichen Rahmenorganisation (Absprachen zur Planung, Literaturgrundlage und Vorgehensweise im Unterricht) und der fachbezogenen Einbindung digitaler Inhalte in den Unterricht der DIGI-Klasse.

Unterrichtliche Rahmenorganisation

Die Rahmenorganisation für die DIGI-Klasse erfolgt über fachübergreifende Absprachen der MINT-Lehrkräfte.

„Wir tauschen uns jetzt eher auf der Klassenebene aus."

Letztlich wird der spezifische Unterricht in den einzelnen Fächern von der jeweiligen Fachlehrkraft allein geplant und durchgeführt.

„Die Konzeption erfolgt weiterhin allein."

Zur Unterrichtsplanung führen alle Lehrpersonen herkömmliche Quellen wie Internet, Schulbuch und Unterrichtsinhalte aus vergangenen Schuljahren auf.

„Natürlich erst mal als Quelle das Schulbuch."

Eine Lehrperson gibt an, dass sie in der DIGI-Klasse zusätzlich auf wissenschaftliche Artikel zurückgreift, um Inhalte vertiefend zu behandeln.

*„[...], dass wir einen Artikel aus einer wissenschaftlichen Zeitschrift uns vornehmen und daran auch Leitfragen [erörtern], dass ich [die Schüler*innen] eben an direkte wissenschaftliche Abhandlungen heranführe."*

Alle Lehrpersonen geben an, dass sie die Inhalte, die von den Schüler*innen im Rahmen der AG behandelt werden, bisher nicht in ihren Unterricht einbinden. Es gibt jedoch bereits erste Planungen, welche Inhalte aus Klasse 10 sich innerhalb von MINT+ als dreistündigem Basisfach in der Kursstufe aufgreifen lassen.

„Wir sind in der Planung, was wir dann für die Kursstufe aus der DIGI-AG in Klasse 10 mitnehmen können."

Einbindung digitaler Inhalte in den Unterricht

Die Einführung digitaler Inhalte wird von den Lehrpersonen in den beteiligten Fächern fachspezifisch vorgenommen. Jede Lehrperson sucht für ihren Fachbereich bspw. nach geeigneten Anwendungen, die sich in ihrem Unterricht einsetzen lassen.

*„Das heißt, wenn ein Fachlehrer in der Schule eine App entdeckt, setzt er sie mit den Schüler*innen ein."*

Der Unterrichtsgang der Einheit gleicht dabei in seinem prinzipiellen Aufbau dem in anderen Klassen, um den Bildungsplan einzuhalten, eine Vergleichbarkeit des Prüfungsniveaus mit den Parallelklassen des Jahrgangs zu gewährleisten und der Vorgabe des Schulversuchs zu entsprechen.

„[...], sodass aber dennoch die Klassenarbeit vom Niveau auf dem der Vergleichsklassen bleibt."

Der Unterschied zum herkömmlichen Unterricht besteht jedoch darin, dass die Lehrpersonen gezielt nach Möglichkeiten suchen, digitale Medien – vor allem das Tablet – einzusetzen.

„Im Grunde ist es schon ähnlich wie in meinen anderen Klassen. Nur, dass ich halt schaue, wo kann ich jetzt innerhalb dieser Einheit so ein digitales Medium einbauen."

Die hauptsächlichen Anwendungsbereiche in den Naturwissenschaften sind dabei das Dokumentieren von Versuchsabläufen sowie die Aufnahme und Verarbeitung von Messdaten. In Mathematik stehen vor allem analytische und veranschaulichende Anwendungen im Vordergrund. Zwei Lehrpersonen bemängelten, dass bei den Schüler*innen anfangs elementare Fähigkeiten im Umgang mit grundlegenden Programmen (z. B. Tabellenkalkulation) und der effizienten Nutzung des Tablets als Arbeitsmedium fehlten.

*„Es [das Tablet] wird immer wieder in bestimmten Situationen eingeführt. Aber da die Grundverarbeitungsprogramme bei den Schüler*innen ein großes Problem darstellten, haben wir da erst einmal Zeit verloren."*

*„Also ich finde man merkt bei den Schüler*innen schon einen Fortschritt, dass sie jetzt die Möglichkeiten ausschöpfen, die das Tablet bietet, die sie am Anfang noch nicht hatten."*

Als Sozialform, bei der sich Elemente der Digitalisierung besonders gut einsetzen lassen, wird von allen Lehrpersonen die Partnerarbeit genannt, da sich Erarbeitungen einfach teilen lassen.

„[...] lässt es sich durchaus als Partnerinstrument einsetzen, weil ich Dinge per Airdrop sehr schnell teilen kann."

Weitere Methoden und Sozialformen, die für den Einsatz digitaler Elemente als geeignet beschrieben werden, sind:

- Gruppenarbeit (n = 2)
- Einzelarbeit und Selbstlernphasen (n = 2)
- Schüler*innenpraktikum (Messwerterfassung und -auswertung) (n = 2)
- Schüler*innenpräsentationen (n = 1)

2.1.3 Kontext der Schule, des Kollegiums und des Fachs

Im schulischen Kontext sind bereits einige Klassen im Rahmen eines weiteren Projekts mit Tablets ausgestattet worden. Dadurch konnte bei der Einarbeitung für den Einsatz im Unterricht und bei der Verwendung digitaler Inhalte bereits auf einen Erfahrungsschatz von Seiten der Lehrpersonen zurückgegriffen werden.

„Von der technischen Seite war es eine große Hilfe, dass wir das Tablet-Projekt davor schon hatten. Das war für die Einarbeitung sicher sehr hilfreich."

Die Veranstaltungen der zugehörigen AG werden von Vertreter*innen der Industrie organisiert und durchgeführt. Im Rahmen von Industriepartnerschaften zeigen sie Interesse am Projekt und unterstützen dieses durch die Ausstattung mit Lehrmaterialien (bspw. Industrie 4.0 Lernfabrik) und die Expertise der Dozent*innen. Zusätzlich stellt das ortsansässige Jugendforschungszentrum Räumlichkeiten für die AG zur Verfügung und organisiert den terminlichen Rahmenablauf der AG.

Schulische Ausstattung und verfügbare Ressourcen

Alle Schüler*innen und Lehrpersonen der DIGI-Klasse wurden mit Tablets ausgestattet. In den Klassenzimmern der DIGI-Klasse besteht die Möglichkeit, dass sich jedes Tablet mit dem Beamer verbinden kann. Die Internetverbindung über WLAN ist stabil. Den Einwahl- und Freigabevorgang des Netzwerks nehmen zwei Lehrpersonen als optimierungsbedürftig wahr.

„Wenn ich jetzt praktisch das Gebäude wechsle, loggt sich alles aus und ich muss mich wieder neu anmelden."

„Also was mich tatsächlich jetzt nervt, das ist die WLAN-Freigabe."

Als Verbesserungsvorschlag wird die Möglichkeit der Freigabe über ein Zeitfenster eingebracht, um Unterrichtszeit zu sparen.

*„[...], wenn ich mir bei der Vorbereitung ein Zeitfenster aussuchen könnte und schalte die Schüler*innen dann schon im Vorfeld frei."*

Für die o. a. hauptsächlichen Anwendungen des Tablets im Unterricht haben die Schüler*innen die Möglichkeit, ausschließlich kosten- und werbefreie Anwendungen zu installieren und webbasierte Anwendungen zu verwenden. Dazu gehören bspw. *GeoGebra* für geometrische Veranschaulichungen, *Tinkercad* für die Konstruktion im NwT-Unterricht, die *Vernier-App* zur Erfassung von Messdaten des zugehörigen Messsystems, *Flora Incognita* zur botanischen Bestimmung von Pflanzen, *Chemsketch* zur Darstellung organisch-chemischer Moleküle sowie *Kahoot!* als allgemeine und fächerübergreifend nutzbare Plattform und zur selbstständigen Überprüfung des Lernstands. Die Lehrpersonen nehmen zusätzlich digitale Angebote der Schulbuchverlage, darunter bspw. dem Schulbuch zugehörige digitale Unterrichtsmanager, in Anspruch.

2.1.4 Kontext des Bildungssystems

Alle Lehrpersonen geben an, dass sie in der DIGI-Klasse eine Erweiterung der Themen des Bildungsplans vornehmen können, wenngleich alle verpflichtenden Inhalte mit Priorität vermittelt werden.

„[…] noch bewusst Aufgaben einbauen, die wir freiwillig zusätzlich stellen, sodass wir in die Tiefe gehen können."

„[…] es bleibt dann auch noch Zeit übrig, um über die Inhalte des Bildungsplans hinaus zu gehen."

Eine Einhaltung des Bildungsplans wird dahingehend von allen Lehrpersonen forciert, dass Klassenarbeiten auf einem inhaltlichen Vergleichsniveau zu den Parallelklassen bleiben.

„[…], sodass aber dennoch die Klassenarbeit vom Niveau auf dem der Parallelklassen bleibt."

2.2 Vorwissen der Schüler*innen in den MINT-Fächern (FF 2)

Die Auswertung der Daten bezieht sich auf die Testung des MINT-Vorwissens der Schüler*innen der zehnten Klassen zu Beginn der jeweiligen Schuljahre (s. 1.2.2)[2]. Es wurden keine statistischen Anpassungen der Rohdaten vorgenommen. Von besonderem Interesse ist das Abschneiden der Schüler*innen in der DIGI-Klasse, die alle ein Bewerbungsverfahren für die Teilnahme durchlaufen haben, in dem Interesse, Leistungsstand und Motivation berücksichtigt wurden. Die Ergebnisse der DIGI-Klasse werden im Folgenden mit einer Kontrollgruppe verglichen, die sich aus drei weiteren zehnten Klassen des OHG Nagold zusammensetzt. Hierbei wird das Abschneiden in den MINT-Fächern betrachtet. Die Daten sind nach Shapiro-Wilk[3] normalverteilt (W_{ges} = .97, p = .117). Die Gruppenunterschiede werden mittels t-Test[4] berechnet.

Es zeigt sich, dass die DIGI-Klasse in den MINT-Fächern mit hoher Effektstärke signifikant besser abschneidet ($t(75) = 8.46$, $p < .001$, $d = 1.34$) als die Kontrollgruppe (Abbildung 5). In den Naturwissenschaften erreichen diese Schüler*innen eine mittlere Lösungsquote von M = 44.13 % (Med = 44.83 %) im Vergleich zur Kontrollgruppe mit M = 27.96 % (Med = 27.59 %). In Mathematik beträgt die mittlere Lösungsquote der DIGI-Klasse M = 54.97 % (Med = 59.09 %) im Vergleich zur Kontrollgruppe mit M = 38.86 % (Med = 40.91 %). Gleichfalls ist die Streuung der Testergebnisse in der DIGI-Klasse geringer. Diese Ergebnisse erweisen sich als erwartungskonform mit der Annahme, dass es

[2] Teile dieser Auswertung sind ebenfalls in der Publikation von Bahr und Brändle (2024) einsehbar.
[3] Eine Normalverteilung liegt dann vor, wenn das Signifikanzniveau $p > .05$ wird.
[4] Bezogen auf die Ergebnisinterpretation entspricht p dem Signifikanzniveau und d der Effektstärke. Die Interpretation erfolgt gemäß Cohen (1988) Dabei entsprechen Werte von $d = 0.2$ bis $d = 0.5$ einem kleinen, von $d = 0.5$ bis $d = 0.8$ einem mittleren und Werte von $d > 0.8$ einem großen Effekt.

sich bei der Experimentalgruppe um eine querschnittliche Auswahl leistungsstarker Schüler*innen des Jahrgangs im MINT-Bereich handelt.

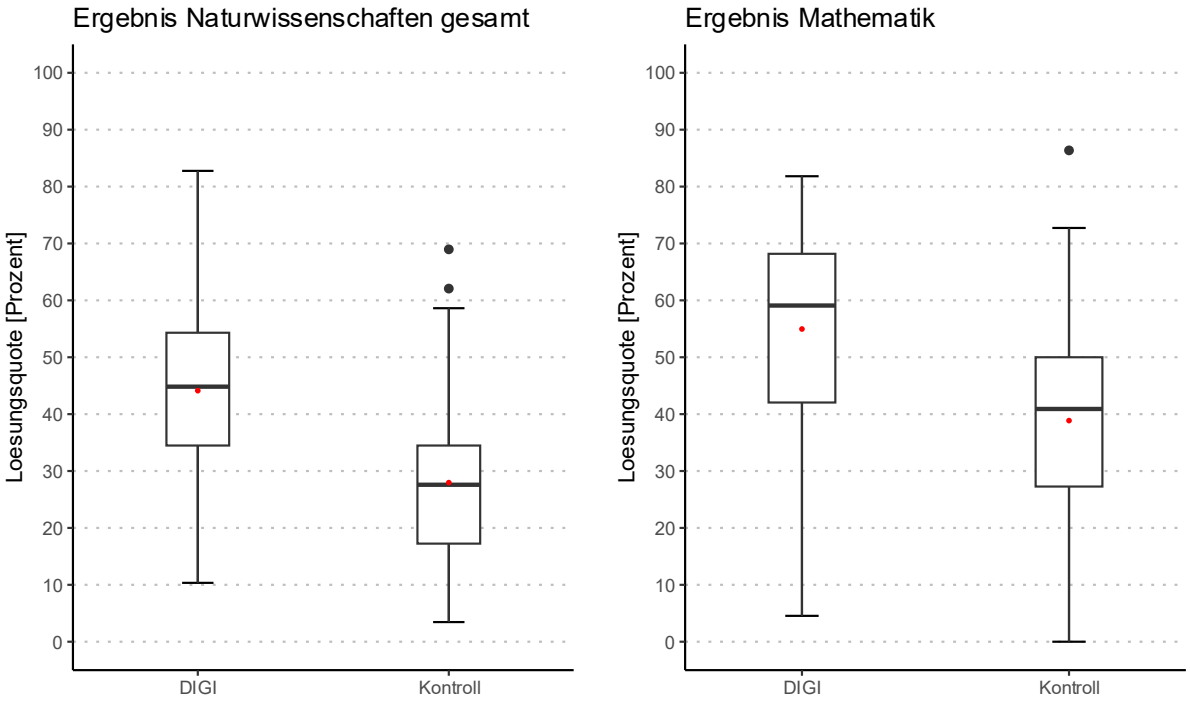

Abbildung 5: Testergebnisse der Experimental- und Kontrollgruppen nach Abschneiden in den Naturwissenschaften (links) und Mathematik (rechts). Die roten Punkte markieren jeweils den Mittelwert.

2.3 Interesse, Motivation und berufliche Orientierung der Schüler*innen (FF 3)

Zur Generierung eines umfassenden Beschreibungswissens werden Interesse, Motivation und berufliche Orientierung der Schüler*innen erfasst[5]. Zur statistischen Auswertung wird aufgrund einer ordinalskalierten Datengrundlage und höherer Robustheit für die vorliegenden Stichproben für jegliche Gruppenvergleiche der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

Das Interesse untergliedert sich in zwei Facetten und beleuchtet zum einen die bereichsspezifische Ebene. Zum anderen wird das Interesse an einzelnen Schulfächern erfragt. Die bereichsspezifische Ebene misst das Interesse an sprachlich-literarisch-künstlerischen, gesellschaftswissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Fächern (Abbildung 6) und wurde anhand einer vierstufigen Likert-Skala erfasst. Der zu untersuchende Sachverhalt folgt der Annahme, dass das Interesse in den MINT-Fächern der Schüler*innen in der DIGI-Klasse höher ist als das Interesse der Schüler*innen in der Vergleichsgruppe. Die Werte sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

[5] Teile dieser Auswertung sind ebenfalls in der Publikation von Bahr und Brändle (2024) einsehbar.

Tabelle 2: Deskriptive Ergebnisse des bereichsspezifischen Interesses.

Bereich	Gruppe	*M*	*SD*	*Med*	*Min.*	*Max.*
SLK	DIGI	2.48	.67	2.50	1.50	3.75
	Kontroll	2.51	.76	2.50	1.00	4.00
GW	DIGI	2.49	.69	2.50	1.00	3.75
	Kontroll	2.65	.62	2.75	1.00	4.00
MINT	DIGI	3.34	.57	3.50	1.00	4.00
	Kontroll	2.48	.81	2.50	1.00	4.00

Im bereichsspezifischen Interesse der sprachlich-literarisch-künstlerischen Fächer sowie bei gesellschaftswissenschaftlichen Fächern sind keine signifikanten Gruppenunterschiede festzustellen.

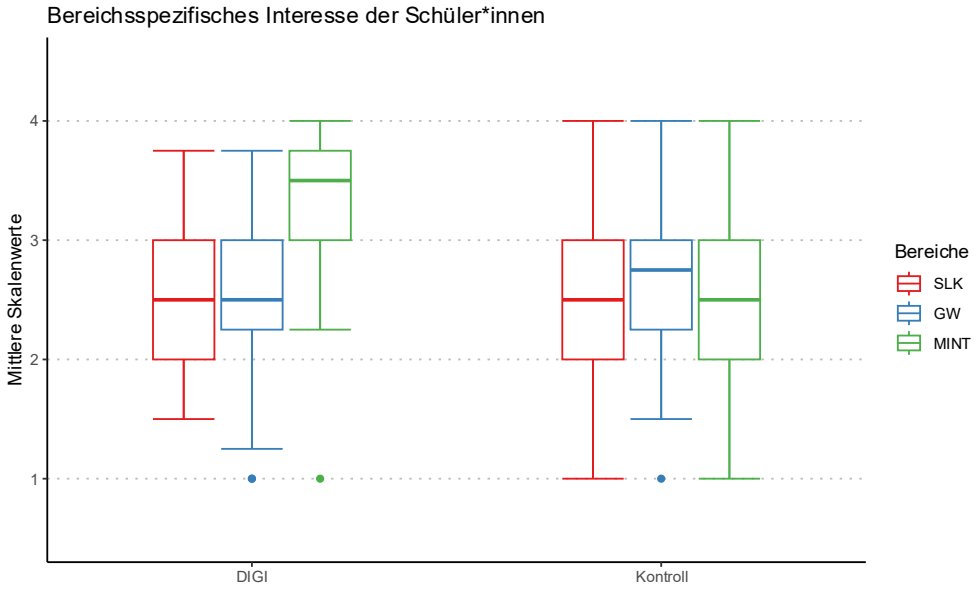

*Abbildung 6: Bereichsspezifische Interessen der Schüler*innen. Vergleich der DIGI-Klasse mit der Kontrollgruppe.*

In den MINT-Fächern unterscheidet sich das Interesse jedoch signifikant ($U = 1991.0$, $p < .001$, $Z = -6.97$, $r = .44$) mit einer mittleren Effektstärke (r)[6] und ist bei der DIGI-Klasse stärker ausgeprägt. Eine weitere Aufschlüsselung nach einzelnen Fächern (Abbildung 7) präzisiert die zuvor erhaltenen Erkenntnisse aus den bereichsspezifischen Interessen und bestätigt die o. a. Annahme. Es wurde nach dem Interesse an einzelnen Schulfächern gefragt und zur Erfassung eine fünfstufige Likert-Skala eingesetzt. Hier zeigen sich signifikante Gruppenunterschiede mit stärkeren Ausprägungen in der DIGI-Klasse bei den Fächern Mathematik ($U = 2288.5$, $p < .001$, $Z = -6.696$, $r = -.433$), Chemie ($U = 2439.0$, $p < .001$, $Z = -6.294$, $r = -.396$) und Physik ($U = 2035.5$, $p < .001$, $Z = -7.146$, $r = -.451$) sowie

[6] Interpretation nach Cohen (1988) Es gilt: ab r = .1 klein; ab r = .3 mittel; ab r ≥ .5 groß.

mit geringerer Effektstärke im Fach Biologie ($U = 3973.5$, $p < .003$, $Z = -3.009$, $r = -.190$). Die entsprechenden Mittelwerte sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Mittelwerte des Fachinteresses an den MINT-Fächern.

Gruppe	Mathematik	Chemie	Physik	Biologie	NwT	Informatik
DIGI	4.32	4.13	4.09	4.05	3.70	3.57
Kontroll	3.21	2.99	2.79	3.58	3.04	3.21

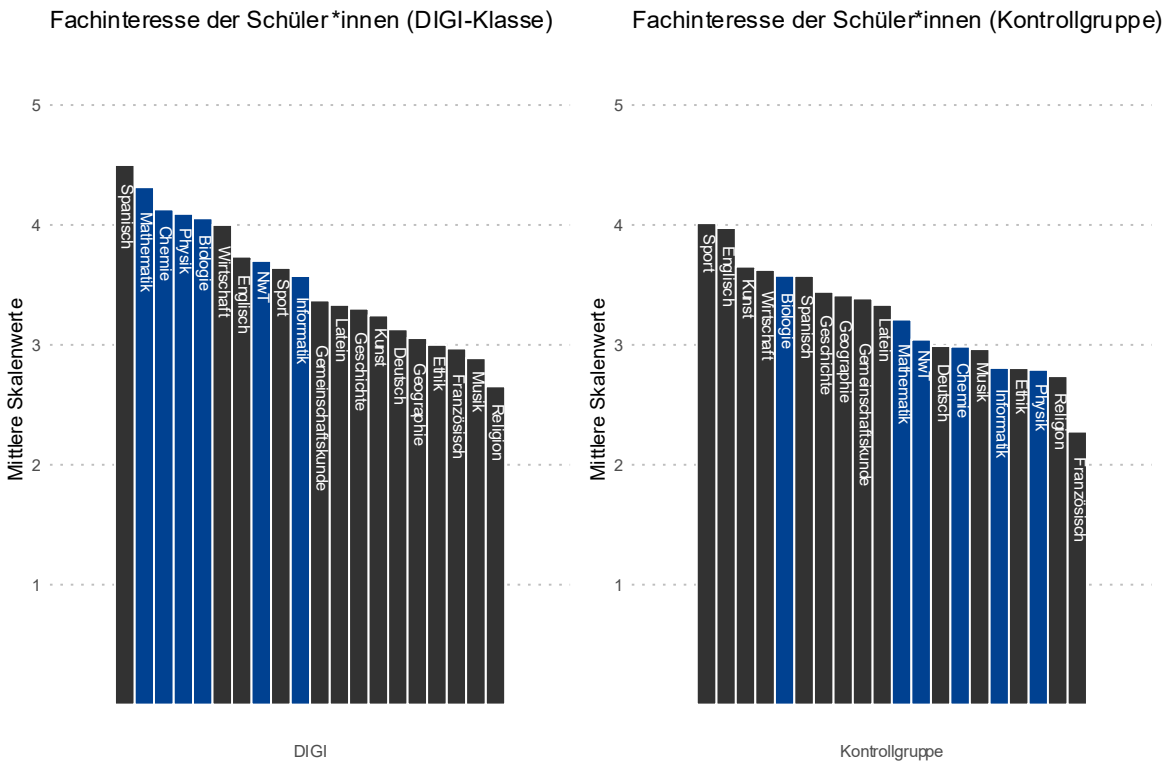

*Abbildung 7: Fachinteresse der Schüler*innen. Vergleich der DIGI-Klasse mit der Kontrollgruppe.*

Über den Verlauf eines Schuljahres lässt sich ein Absinken des Fachinteresses bei den Vergleichsgruppen erkennen (Abbildung 8). Dennoch verbleibt das Fachinteresse an den MINT-Fächern bei Schüler*innen in der DIGI-Klasse auf einem hohen Niveau. Gleichzeitig ist in der Kontrollgruppe zum Schuljahresende mit Ausnahme von Biologie und Mathematik[7] ebenfalls ein weiteres Absinken zu beobachten. Die generelle Problematik der Beliebtheit von bzw. Rückgänge des Interesse an den MINT-Fächern über den Verlauf der Schulzeit sind literaturbekannt (z. B. Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017). Da zum Ende der Sekundarstufe I Kurswahlentscheidungen u. a. durch Selbstkonzept und Interesse beeinflusst werden (Blotnicky, Franz-Odendaal, French & Joy, 2018), sind der nur geringfügige Rückgang und Verbleib des Interesses auf einem hohen Niveau als positiv zu werten.

[7] Hierbei handelt es sich möglicherweise um einen Schuleffekt, wobei der Anstieg in Biologie zum Ende der Sekundarstufe I bereits in anderen Studien beobachtet wurde (vgl. Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017, S. 132).

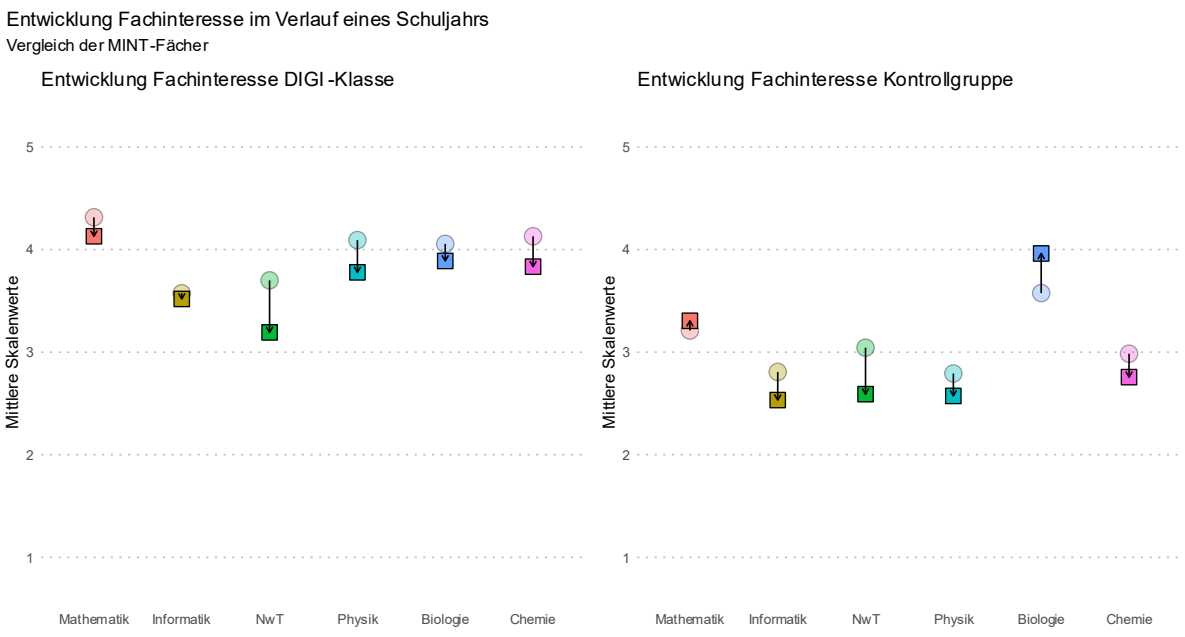

Abbildung 8: Entwicklung des Fachinteresses im Verlauf der Klassenstufe 10 der DIGI-Klasse im Vergleich zur Kontrollgruppe. Punkte stellen den Schuljahresanfang dar, Quadrate den Stand zum Schuljahresende.

Weiterhin wurde im Fragebogen die Motivation der Schüler*innen in den MINT-Fächern erfragt. Es wird erwartet, dass die Schüler*innen der DIGI-Klasse eine höhere selbstbestimmte Motivation bei gleichzeitig hohen Inhalts- und Tätigkeitsanreizen aufweisen. Die deskriptiven Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Deskriptive Ergebnisse der Motivation.

Facette	**Gruppe**	***M***	***SD***	***Med***	***Min.***	***Max.***
Amotivation	DIGI	1.54	.45	1.67	1.00	2.67
	Kontroll	2.24	.85	2.00	1.00	5.00
Extrinsisch	DIGI	1.74	.67	1.67	1.00	4.00
	Kontroll	2.44	.94	2.33	1.00	5.00
Introjiziert	DIGI	3.96	.69	4.00	2.00	5.00
	Kontroll	3.57	.89	3.67	1.00	5.00
Identifiziert	DIGI	3.98	.80	4.33	2.00	5.00
	Kontroll	3.37	.95	3.33	1.00	5.00
Intrinsisch	DIGI	3.37	.63	3.33	2.33	4.67
	Kontroll	2.52	.91	2.67	1.00	4.67
Interessiert	DIGI	3.52	.70	3.33	2.00	5.00
	Kontroll	2.56	.94	2.33	1.00	5.00

Diese Annahme bestätigt sich durch signifikante Gruppenunterschiede, die vor allem in den Ausprägungen der Amotivation ($U = 2559.0$, $p < .001$, $Z = -5.702$, $r = .36$), der extrinsischen Motivation ($U = 2643.5$, $p < .001$, $Z = -5.098$, $r = .32$), der introjizierten Motivation ($U = 6507.0$, $p < .01$, $Z = -2.984$, $r = .19$), der identifizierten Motivation ($U = 7162.5$, $p < .01$, $Z = -4.412$, $r = .28$), der intrinsischen Motivation ($U = 7892.5$, $p < .001$, $Z = -6.116$, $r = .38$) und der interessierten Motivation ($U = 4189.0$, $p < .001$, $Z = -5.394$, $r = .34$) festzustellen sind (Abbildung 9). Die Schüler*innen in der DIGI-Klasse erreichen signifikant geringere Werte bei der extrinsischen Motivation und Amotivation bei gleichzeitig höheren Werten im Bereich der intrinsischen und interessierten Motivation. Die beobachteten Gruppenunterschiede zeigen mittlere bis hohe Effektstärken.

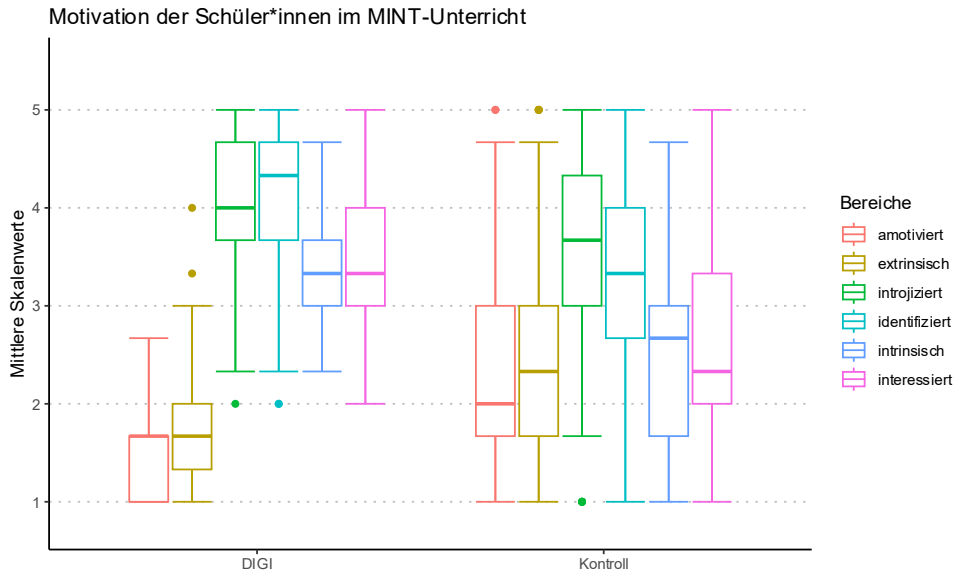

*Abbildung 9: Motivation der Schüler*innen in den MINT-Fächern. Vergleich der DIGI-Klasse mit der Kontrollgruppe.*

Zur Einordnung der Wirkung von DIGIMINT wurde von Bahr, Brändle und Zinn (2024) eine Vergleichsstudie der RIASEC-Profile von Schüler*innen in unterschiedlichen Förderinitiativen durchgeführt[8]. Die Orientierung des Interessenprofils der Teilnehmer*innen in DIGIMINT zeigt eine Tendenz in Richtung des Interessenprofils der Personen, die nachweislich ein MINT-Studium ergriffen haben und bewegt sich von der Größenordnung in einem vergleichbaren Rahmen zu anderen Förderprogrammen wie z. B. Haribo (Bahr et al., 2024).

[8] Eine umfangreiche und vertiefte Analyse befindet sich in der Abhandlung von Bahr, Brändle und Zinn (2024). Die Publikation ist unter folgendem Link verfügbar: https://doi.org/10.1007/s41979-024-00129-w

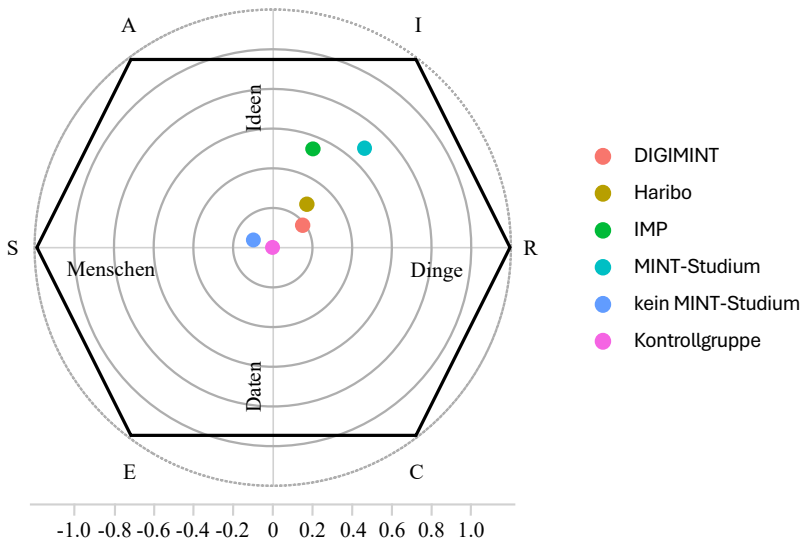

*Abbildung 10: Circumplexdarstellung der RIASEC-Interessenprofile von Schüler*innen in unterschiedlichen MINT-Förderinitiativen nach Junkuhn und Nagy (2022). Der Vergleich erfolgt über den Bezugspunkt der Kontrollgruppe mit Schüler*innen der Klassen 10 am OHG Nagold ohne DIGIMINT-Teilnahme. Abbildung entnommen aus Bahr et al. (2024, S. 19).*

2.4 Individuelle Lernaktivitäten im Kontext der Digitalisierung (FF 4)

Für die individuellen Lernaktivitäten zur Digitalisierung[9] ist zunächst das Nutzungsverhalten von digitalen Medien in beiden Gruppen von Interesse. Es wurde daher nach der Nutzung im Unterricht, für Hausaufgaben und in der Freizeit gefragt. Mehrfachnennungen waren möglich. Zur statistischen Auswertung wird aufgrund einer ebenfalls ordinalskalierten Datengrundlage für jegliche Gruppenvergleiche der Chi-Quadrat-Test[10] verwendet.

Es lässt sich feststellen, dass die Schüler*innen der DIGI-Klasse das Tablet, mit dem sie seitens der Schule ausgestattet wurden, erwartungsgemäß signifikant häufiger im Unterricht ($X^2(1) = 61.044$, $p < .001$, $\varphi = 0539$) und für Hausaufgaben ($X^2(1) = 25.762$, $p < .001$, $\varphi = .350$) einsetzen (Abbildung 11). Auffallend ist zudem, dass sie das Tablet in ihrer Freizeit nicht signifikant häufiger verwenden als die Testpersonen der Kontrollgruppe, die im privaten Bereich mit Tablets ausgestattet sind. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass die Schüler*innen das Tablet als Arbeitsmedium auffassen, auch wenn die Nutzung im Privaten erlaubt ist. Die Installationsrechte von Apps sind jedoch eingeschränkt, sodass die Schüler*innen keine selbstgewählten Apps installieren können. Bei den weiteren erfassten Geräten (Smartphone, PC/Notebook, Taschenrechner, Whiteboard, Beamer, Dokumentenkamera, Spielekonsole und Overheadprojektor) lassen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede beim Nutzungsverhalten feststellen.

[9] Teile dieser Auswertung sind ebenfalls in der Publikation von Bahr und Brändle (2024) einsehbar.
[10] Bezogen auf die Ergebnisinterpretation entspricht p dem Signifikanzniveau und φ der Effektstärke (Interpretation analog zu r).

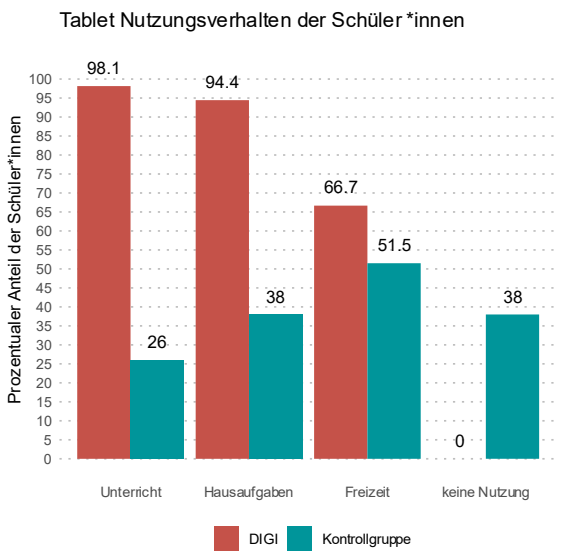

Abbildung 11: Nutzung des Tablets der Vergleichsgruppen im Unterricht, für Hausaufgaben und in der Freizeit.

In der Kategorie *Nutzung digitaler Lernformen* wurden die Schüler*innen zu digitalen Anwendungen und Lernformaten befragt. Es können für die Nutzung in den Kategorien Lernplattformen, Cloud-Dienste, Mailprogramme, Textverarbeitungs- und Präsentationsprogramme, Videoangebote sowie elektronische Texte signifikante Gruppenunterschiede festgestellt werden. Im Folgenden wird die AG, an der die Schüler*innen der DIGI-Klasse teilnehmen, der Kategorie Freizeit zugeordnet, da es sich um ein außerschulisches Angebot handelt.

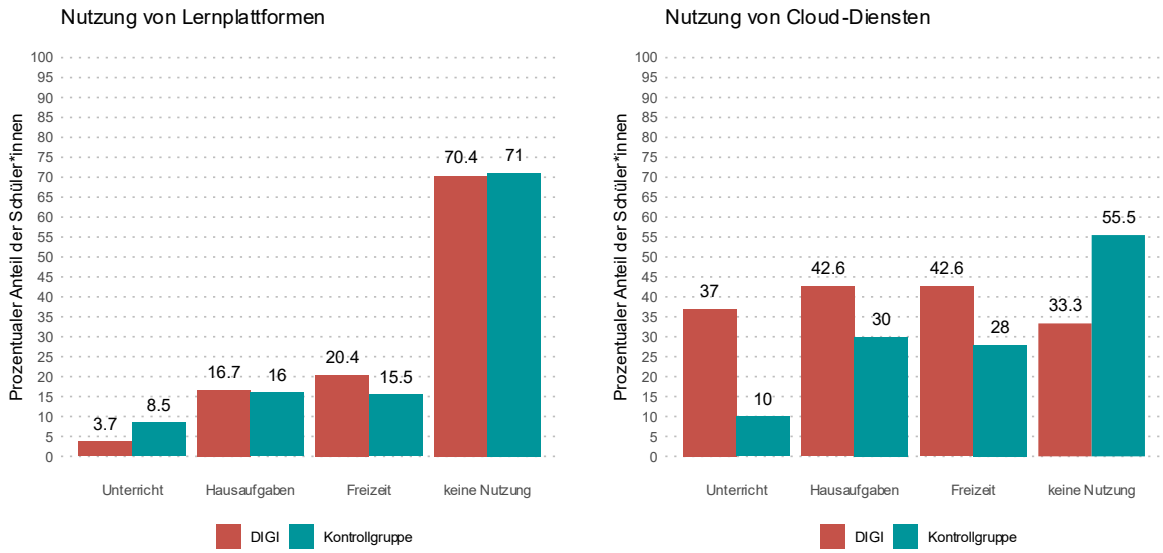

Abbildung 12: Nutzung von Lernplattformen (links) und Cloud-Diensten (rechts) im Gruppenvergleich.

Auffallend ist zunächst, dass Lernplattformen im Unterricht kaum zur Anwendung kommen, sondern in beiden Testgruppen lediglich von einem geringen Prozentsatz der Schüler*innen im Rahmen von Hausaufgaben und dem Lernen in der Freizeit eingesetzt werden. Eine mögliche Erklärung dafür liefert die Nutzung von Cloud-Diensten, die in beiden Gruppen deutlich höher ausfällt. Eine Redundanz an Systemen wird vermutlich durch die

Einigung zur Verwendung einer gemeinsamen Cloud vermieden. In diesem Kontext ist dennoch ein signifikanter Unterschied der Nutzer*innenzahlen zwischen DIGI-Klasse und Kontrollgruppe zu verzeichnen. Die höchsten Effektstärken im Gruppenvergleich zeigen sich bei der Nutzung von Cloud-Diensten im Unterricht ($X^2(1) = 8.523$, $p < .004$, $\varphi = .203$) und in der Freizeit ($X^2(1) = 1.776$, $p < .183$, $\varphi = .093$).

Zur Kommunikation wird im schulischen Kontext (z. B. mit der Lehrkraft) die Verwendung eines (schuleigenen) Mailprogramms vorgezogen. Die Schüler*innen beider Gruppen geben an, dass sie Chatdienste, wie z. B. WhatsApp, eher nicht für schulische (vierstufige Likert-Skala, $M = 1.90$, $Med = 2.00$, $SD = 1.01$) sondern nur für private Zwecke (vierstufige Likert-Skala, $M = 3.25$, $Med = 4.00$, $SD = 0.94$) verwenden wollen. In Abbildung 13, links ist die Nutzung von Chat-Diensten im Gruppenvergleich dargestellt.

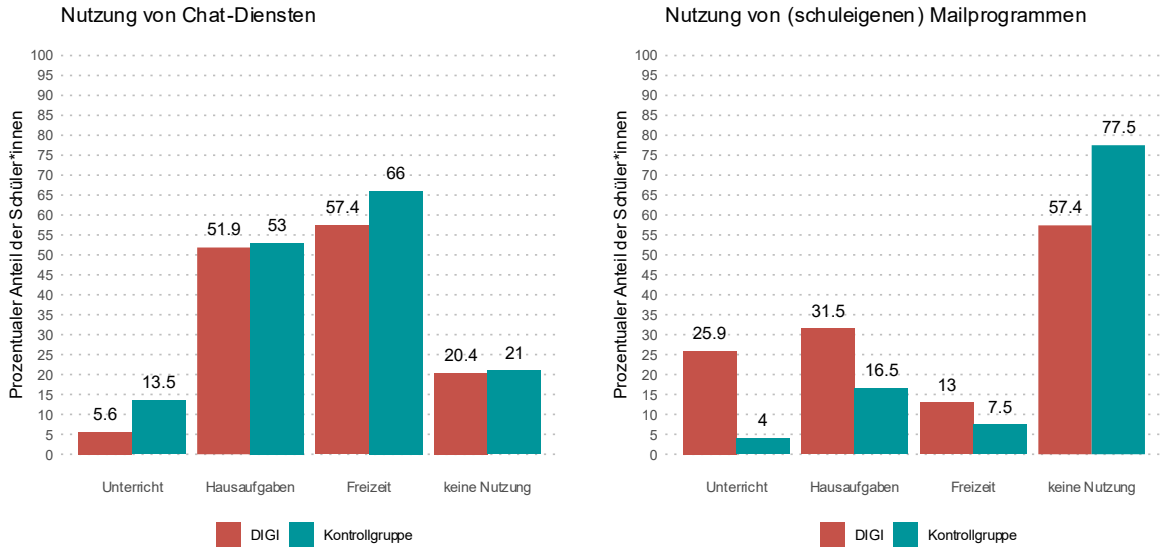

Abbildung 13: Nutzung von Chat-Diensten (links) und (schuleigenen) Mailprogrammen (rechts) im Gruppenvergleich.

Es zeigt sich aber darüber hinaus (Abbildung 13, rechts), dass in der DIGI-Klasse die schuleigene Kommunikation via Mailprogramm sowohl im Unterricht ($X^2(1) = 8.542$, $p < .003$, $\varphi = .203$) als auch bei Hausaufgaben ($X^2(1) = 14.757$, $p < .001$, $\varphi = .266$) von signifikant mehr Schüler*innen genutzt wird als in der Vergleichsgruppe.

Bei der Nutzung von Computerprogrammen (Abbildung 14, links) (z. B. zur Textverarbeitung) lässt sich zwischen den Gruppen ein signifikanter Unterschied bei der Freizeitnutzung ($X^2(1) = 0.653$, $p < .419$, $\varphi = .056$) feststellen.

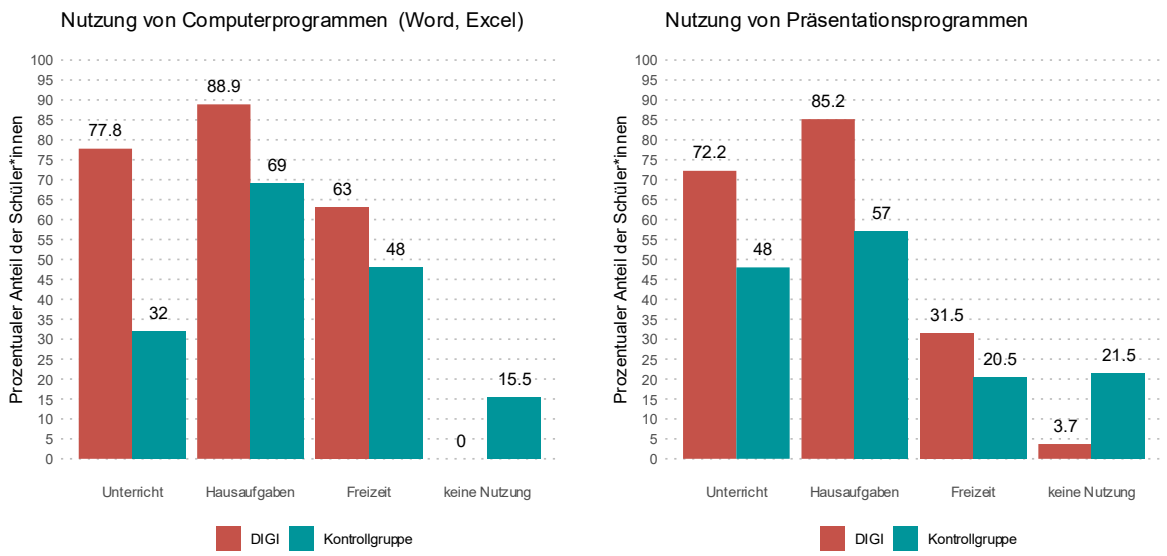

Abbildung 14: Nutzung von Computer- (links) und Präsentationsprogrammen (rechts) im Gruppenvergleich.

Signifikant höher ist auch die Verwendung von Präsentationsprogrammen im Rahmen von Hausaufgaben ($X^2(1) = 9.112$, $p < .003$, $\varphi = .21$) im Vergleich zur Kontrollgruppe. 85 % der Schüler*innen der DIGI-Klasse geben an, diese für ihre Hausaufgaben zu nutzen (Abbildung 14, rechts).

Bei der Nutzung von Videoangeboten lassen sich vor allem im unterrichtlichen Rahmen signifikante ($X^2(1) = 8.166$, $p < .004$, $\varphi = .198$) Gruppenunterschiede feststellen (Abbildung 15).

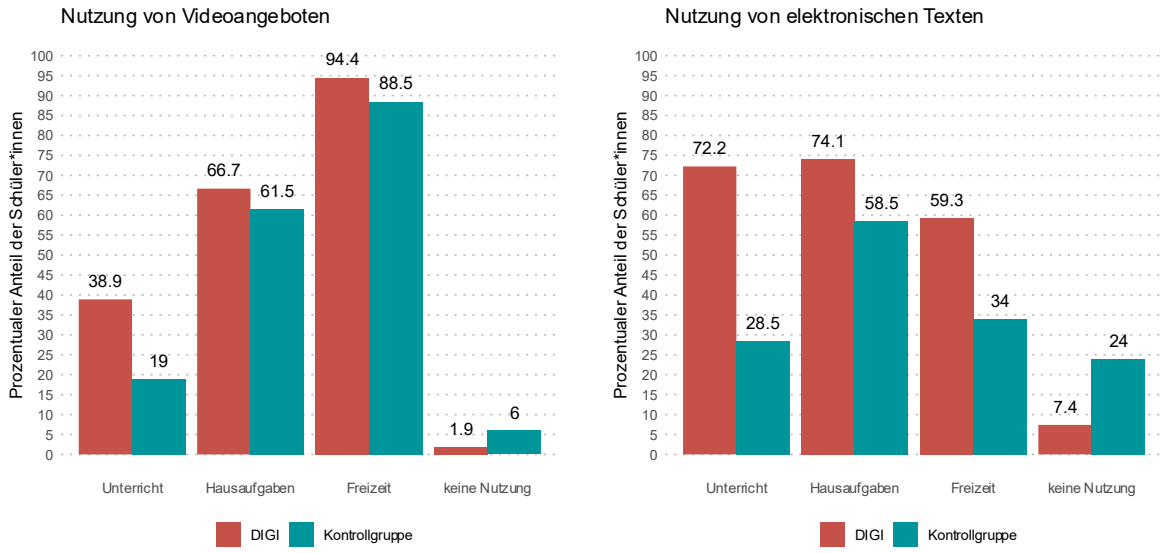

Abbildung 15: Nutzung von Videoangeboten (links) und elektronischen Texten (rechts) im Gruppenvergleich.

Elektronische Texte werden von signifikant mehr Schüler*innen der DIGI-Klasse im Unterricht ($X^2(1) = 25.20$, $p < .001$, $\varphi = .351$) und in der Freizeit ($X^2(1) = 18.807$, $p < .001$, $\varphi = .303$) konsultiert.

Abschließend wurden die Schüler*innen zu motivationalen Faktoren des Lernens mit digitalen Medien befragt (Abbildung 16). Hierbei lässt sich kein signifikanter

Gruppenunterschied messen. Beide Gruppen erreichen durchschnittliche Skalenwerte (M_{DIGI} = 2.76, Med_{DIGI} = 2.80, SD_{DIGI} = .49; M_{Kont} = 2.60, Med_{Kont} = 2.60, SD_{Kont} = .57) im mittleren bis oberen Teil der vierstufigen Likert-Skala. Daraus ergibt sich, dass beide Gruppen Lernen im Kontext mit digitalen Medien als eher motivationsfördernd für den Unterricht wahrnehmen.

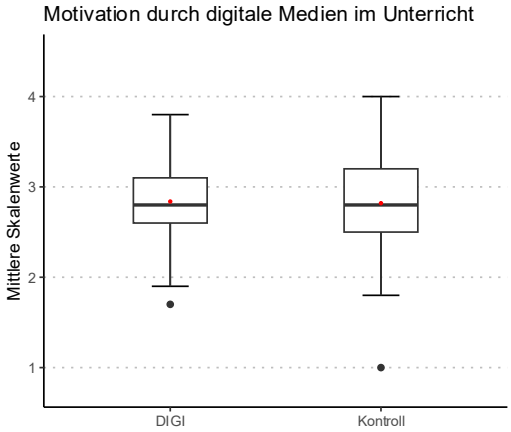

Abbildung 16: Motivationale Aspekte des Lernens unter Einsatz von digitalen Medien. Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe.

2.5 Interviewstudie mit den AG-Teilnehmer*innen (FF 5)

Die Auswertung der Interviews zur DIGI-AG zeigt ein vielschichtiges Bild der Erfahrungen der Teilnehmenden: Die Teilnahmegründe waren überwiegend intrinsisch motiviert (n = 11), insbesondere durch ein generelles Interesse an MINT-Fächern oder digitalen Technologien. Insgesamt wird deutlich, dass die AG wichtige Impulse sowohl im Hinblick auf fachliches Interesse als auch auf die berufliche Orientierung gesetzt hat. Gleichzeitig lassen sich aus den Rückmeldungen Hinweise für die zukünftige Ausgestaltung ableiten.

Mehrere Teilnehmende äußern zu Beginn ein klares fachliches Interesse.

„[...] ich interessiere mich sehr stark für die MINT-Fächer.“

„Also mich interessiert die Künstliche Intelligenz in Verbindung mit den naturwissenschaftlichen Fächern und der Digitalisierung und wie es weiter geht.“

Dieses Interesse scheint in vielen Fällen auch berufliche und akademische Ziele zu stützen.

„Also ich will sowieso in den technischen Bereich gehen und da haben mir dann die MINT-Fächer auch geholfen [...].“

Dennoch zeigen die Daten auch, dass dieses Interesse durch das AG-Format nicht in allen Fällen aufrechterhalten werden konnte. Einzelne Teilnehmende (n = 7) berichten von einem Rückgang der Motivation.

„Also anfangs war ich schon sehr motiviert und jetzt so gegen Ende […] hat sich meine Motivation schon verändert, also ist weniger geworden, würde ich sagen.“

Diese Aussagen decken sich mit der Nennung von Zweifeln an der Fortsetzung des Kurses (n = 7), die vor allem auf Wiederholungen der Themengebiete, eine sehr geringe Interaktivität innerhalb der Vorträge oder zeitliche Belastung zurückgeführt werden.

Diese Rückmeldungen deuten darauf hin, dass eine stärkere Ausrichtung der DIGI-AG auf interaktive und praxisnahe Elemente im MINT-Bereich dazu beitragen könnte, das Interesse an der Thematik schülerorientierter zu fördern.

Die fachliche Tiefe der AG-Inhalte wurde von einigen Befragten positiv bewertet. Besonders positiv hervorgehoben wurde die Möglichkeit, aktuelle digitale Themen, insbesondere im Bereich Künstliche Intelligenz, praktisch zu erleben.

„Also, bei dem ganzen Thema AI fand ich das schon ganz interessant, was für eine Rolle es jetzt schon in unserem Alltag spielt und auch in Zukunft spielen wird und wie komplex das Programm eigentlich sein muss.“

Allerdings steht dem eine vergleichbare Anzahl an Personen gegenüber, die in der DIGI-AG keinen oder nur einen sehr geringen direkten Mehrwert erkennen.

Auch die berufliche Orientierung wird nach Aussage der Schüler*innen unterschiedlich stark beeinflusst. Während einige Teilnehmende berichten, dass die AG ihre Entscheidung stärkt oder neue Perspektiven eröffnet, sehen andere nur eine Bestätigung ihrer bereits vorhandenen individuellen beruflichen Interessen.

„Also ich denke schon, dass das jetzt auch eine Rolle spielt in meiner beruflichen Entscheidung, weil ich dann vielleicht auch solche gelernten Sachen damit einbeziehe.“

„Also beeinflusst würde ich jetzt nicht unbedingt sagen. Ich hatte davor schon meine Vorstellung, was ich machen will, die habe ich danach auch noch.“

Die zum regulären Unterricht zusätzliche zeitliche Belastung durch die AG ist für einige herausfordernd. Dieser Aufwand wird von mehreren Jugendlichen insbesondere in der Prüfungszeit als problematisch empfunden. Auch das Projekt „Jugend forscht“, das mit der AG verknüpft ist, wird sowohl als bereichernde Erfahrung mit hohem Lerneffekt als auch als zeitintensiv und herausfordernd beschrieben.

„Einfach, dass die AG und das damit verbundene […] ‘Jugend forscht’ Projekt natürlich sehr viel Zeit kostet, […] die man dann halt beim Lernen für die Arbeiten gehabt hätte oder nutzen hätte können.“

Zusammenfassend verdeutlichen die Interviews: Die DIGI-AG bietet ein hohes Potenzial, junge Menschen mit bereits elaboriertem individuellen MINT-Interesse weitergehend für MINT-Themen zu begeistern (sog. Hold-Komponente; s. 1.1.3) und ihre Interessen – insbesondere in Bezug auf Modernisierung, Digitalisierung, KI und Alltagsobjekte wie Smart

Home – weiterzuentwickeln. Gleichzeitig deuten die mündlichen Rückmeldungen der Schüler*innen darauf hin, dass durch eine stärkere Praxisorientierung, mehr Interaktivität, abwechslungsreichere Formate und eine bessere zeitliche Abstimmung die Attraktivität und Wirksamkeit des Angebots gesteigert werden könnte.

2.6 Befragung zur Kurswahl und MINT+ in der Kursstufe (FF 6)

Die Befragung der Schüler*innen erfolgte an zwei Erhebungszeitpunkten über die Kursstufe hinweg. Neben einer Eingangsbefragung zu Beginn des ersten Schuljahrs in Jahrgangsstufe 1 wurde eine Zwischenerhebung in der Jahrgangsstufe 2 durchgeführt. Bei der Befragung der Kursstufe sind vor allem die Kurswahlentscheidung, die Einschätzung der Teilnehmer*innen zur inhaltlichen Relevanz von MINT+, die Instruktionsklarheit und eine mögliche Überforderung innerhalb des Kurses von Interesse.

2.6.1 Eingangsbefragung der Jahrgangsstufe 1

Für die Betrachtung der Kurswahlentscheidungen wurden den Schüler*innen Fragen gestellt, bei denen sie jeweils auf einer fünfstufigen Likert-Skala angeben sollten, ob die Aussage ihrer Meinung nach nicht zutrifft (rot), eher nicht zutrifft (orange), teils/teils zutrifft (weiß), eher zutrifft (hellblau) oder voll zutrifft (blau). Da die Befragung insgesamt rund 30 Fragen umfasst, werden nachfolgend die prägnantesten Ergebnisse dargestellt (Abbildung 17).

Es ist zunächst auffällig, dass die meisten Schüler*innen das Modul aufgrund ihrer fachlichen Interessen gewählt haben. Hinzu kommt, dass viele Schüler*innen davon ausgehen, dass der Kurs sie auf ihren späteren Berufs- bzw. Studienwunsch vorbereitet. Neben den fachlichen und beruflichen Gesichtspunkten wurde auch die Aussage, dass der Kurs Spaß machen könnte, von den meisten Schüler*innen als Begründung für die Kurswahl angegeben.

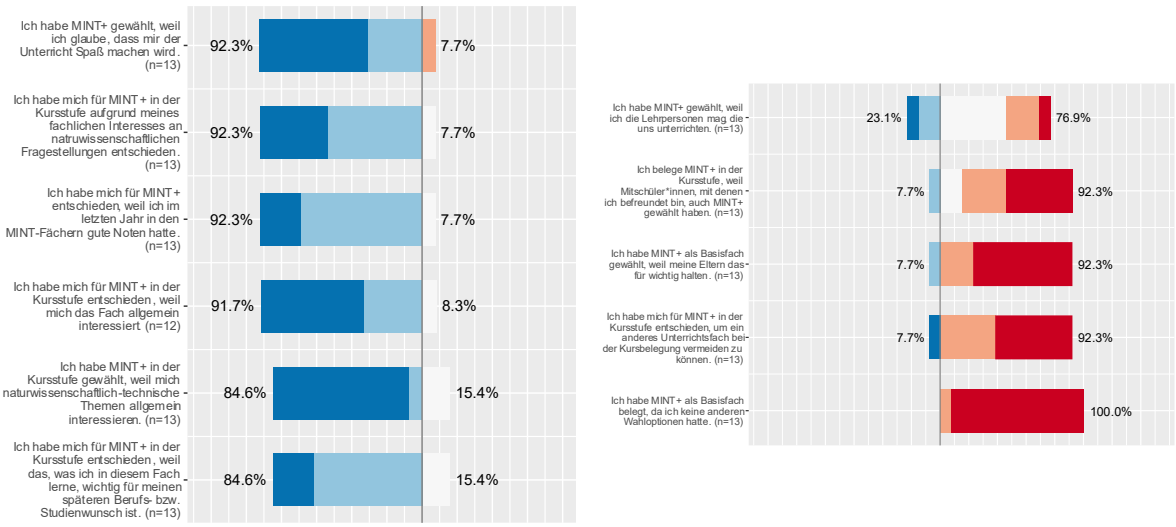

Abbildung 17: Eingangsbefragung zur Kurswahlentscheidung für MINT+ der Kursstufe (Jahrgangsstufe 1).

Die am wenigsten zutreffenden Begründungen für die Kurswahlentscheidung waren in erster Linie äußere Faktoren: Hierunter waren bspw. Aussagen wie: „... weil

Mitschüler*innen [...] auch MINT+ gewählt haben“, „... weil meine Eltern das für wichtig halten“ und „... da ich keine anderen Wahloptionen hatte“. Es wird somit deutlich erkennbar, dass die meisten Schüler*innen den Kurs aus eigenem Antrieb, aufgrund der Inhalte und zu ihren eigenen Zwecken dienend gewählt haben.

Die Betrachtung der Einschätzung der Schüler*innen zur inhaltlichen Relevanz des MINT+ Kurses (Abbildung 18) zeigt, dass die meisten von ihnen den Stoff als Voraussetzung für andere wichtige Inhalte ansehen. Ebenso bestätigen sie, dass die Relevanz der Inhalte an Beispielen und Problemen veranschaulicht wurde. Etwas mehr als die Hälfte der befragten Schüler*innen äußern, dass sie gemerkt haben, dass sie das Gelernte auch in anderen Bereichen anwenden können.

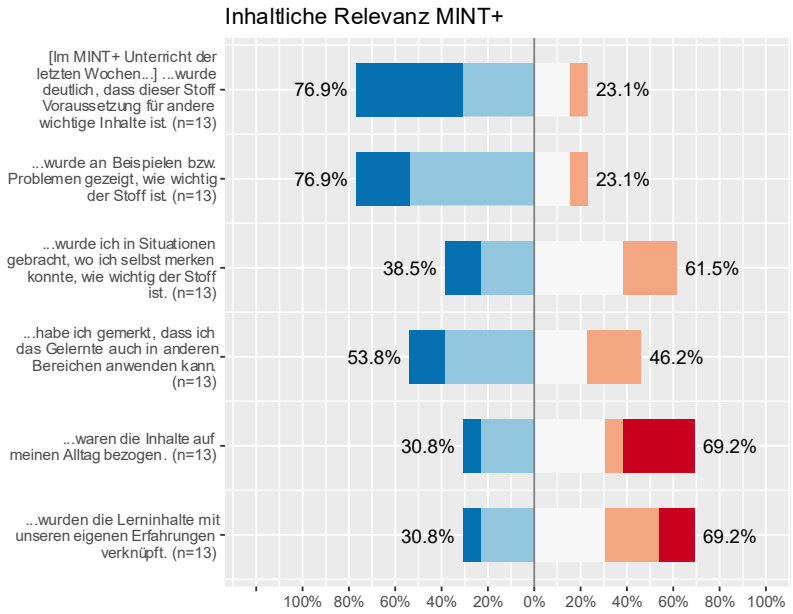

*Abbildung 18: Einschätzung der Schüler*innen zur inhaltlichen Relevanz des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 1).*

Rund 40 % der befragten Schüler*innen empfinden die Inhalte des Kurses als nicht auf ihren Alltag bezogen und äußern, dass die Lerninhalte eher nicht mit ihren eigenen Erfahrungen verknüpft werden. Hinzu kommen etwa 30 % der Schüler*innen, die sich bei beiden Aussagen nicht ganz sicher sind und diese daher als teilweise zutreffend / teilweise nicht zutreffend angeben.

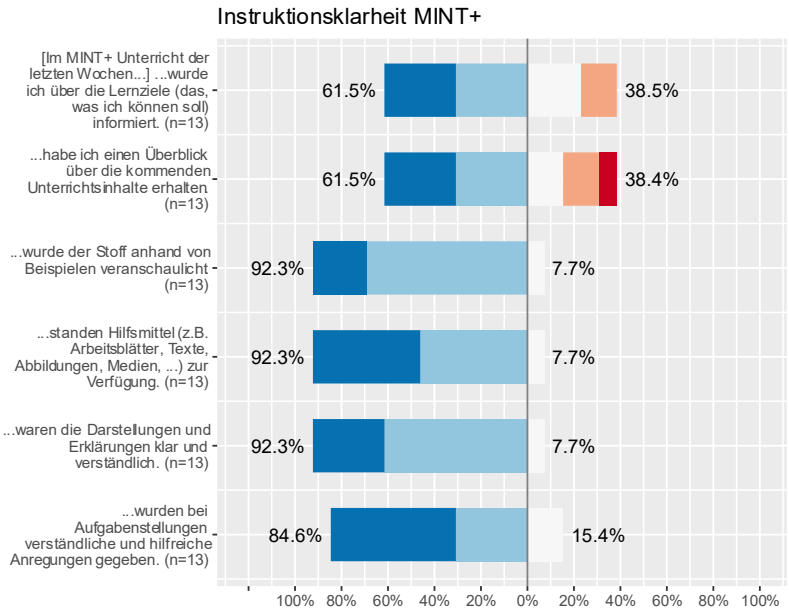

*Abbildung 19: Schüler*inneneinschätzung zur Instruktionsklarheit des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 1).*

Die Betrachtung der Instruktionsklarheit (Abbildung 19) zeigt deutlich, dass die meisten der befragten Schüler*innen die Darstellungen und Erklärungen als klar und verständlich empfinden, der Stoff anhand von Beispielen veranschaulicht wird und Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Zudem geben die Schüler*innen mehrheitlich als zutreffend an, dass bei Aufgabenstellungen verständliche und hilfreiche Anregungen gegeben werden. Über die Lernziele und die kommenden Unterrichtsinhalte fühlen sich etwa 60 % der Schüler*innen eher bzw. voll informiert.

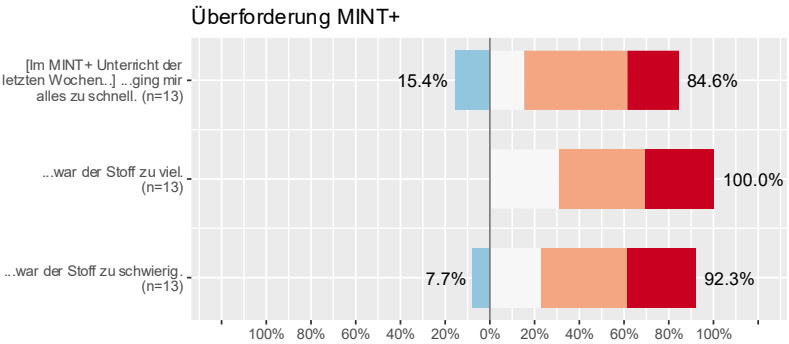

*Abbildung 20: Schüler*inneneinschätzung zur Überforderung innerhalb des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 1).*

Das Thema der Überforderung (Abbildung 20) wurde in drei zentralen Bereichen abgefragt: die Geschwindigkeit der vermittelten Inhalte, die Stoffmenge und der Schwierigkeitsgrad der vermittelten Inhalte. Es wird direkt ersichtlich, dass sich die meisten Schüler*innen mit den Inhalten des Kurses nicht überfordert fühlen. Lediglich bei der Geschwindigkeit und dem Schwierigkeitsgrad empfinden wenige Schüler*innen das Tempo als eher zu schnell und die Inhalte als eher zu schwierig.

2.6.2 Zwischenbefragung in der Jahrgangsstufe 2

Analog zur Eingangsbefragung im ersten Jahr der Kursstufe wurde eine erneute Befragung im Verlauf des zweiten Jahres durchgeführt. Ähnlich zu den Ergebnissen der Erstbefragung spiegelt sich in der Begründung für die Kurswahl (Abbildung 21) vor allem das bereits vorhandene Fachinteresse der Schüler*innen (individuelles Interesse) wider. Hinzu kommt die explizite Erwähnung der Begeisterung für die Fächer Physik, Biologie und Chemie, welche die Schüler*innen offensichtlich darin bestärkt hat, MINT+ zu wählen. Anders als in der Erstbefragung werden nicht mehr die Berufs- bzw. Studienwünsche als ausschlaggebend für die Kurswahl benannt, sondern die Annahme, dass man mit einer technischen und digitalisierungsbezogenen Grundbildung gute Chancen auf dem derzeitigen Arbeitsmarkt hat.

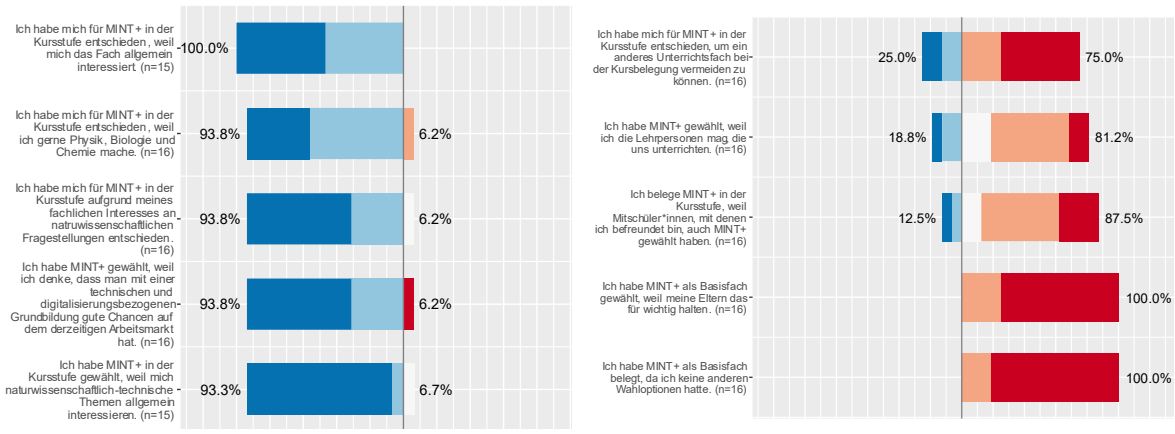

Abbildung 21: Zwischenbefragung zur Kurswahlentscheidung für MINT+ der Kursstufe (Jahrgangsstufe 2).

Die Aussagen, welche am seltensten als zutreffend bezeichnet wurden, gleichen nahezu den Aussagen aus der Erstbefragung. Der einzige offensichtliche Unterschied liegt in der Wahl des Kurses, um ein anderes Fach bei der Kursbelegung vermeiden zu können. Die bisherigen rund 92 % der befragten Schüler*innen, die dies als nicht oder eher nicht zutreffend angaben, haben sich auf 75 % reduziert.

Die erneute Einschätzung zur inhaltlichen Relevanz des MINT+ Kurses (Abbildung 22) ergibt einige Veränderungen im Vergleich zur Erstbefragung: Nur noch die Hälfte der befragten Schüler*innen gibt an, dass sie die Kursinhalte als Voraussetzung für andere wichtige Inhalte sehen und dass die Relevanz der Inhalte mit Beispielen und Problemen belegt wird. Der Anteil an Schüler*innen, die einen Alltagsbezug feststellen, ist nahezu unverändert geblieben. Allerdings empfinden rund 13 % mehr, dass die Lerninhalte eher mit ihren eigenen Erfahrungen verknüpft werden.

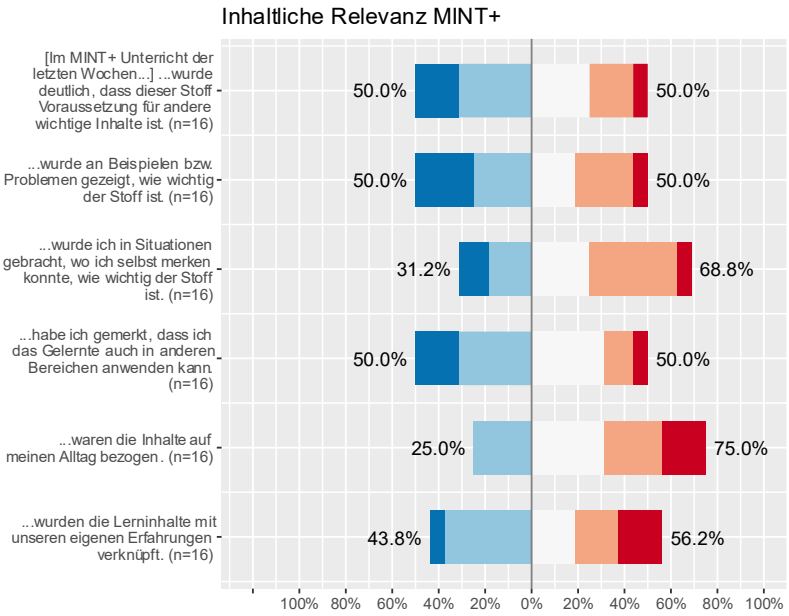

*Abbildung 22: Schüler*inneneinschätzung zur inhaltlichen Relevanz des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 2).*

Die Analyse der Befragung zur Instruktionsklarheit (Abbildung 23) zeigt Veränderungen zur Erstbefragung: Während das Empfinden der Schüler*innen, über die Lernziele informiert zu sein, zurückgeht, geben deutlich mehr Schüler*innen an, einen Überblick über die kommenden Unterrichtsinhalte erhalten zu haben.

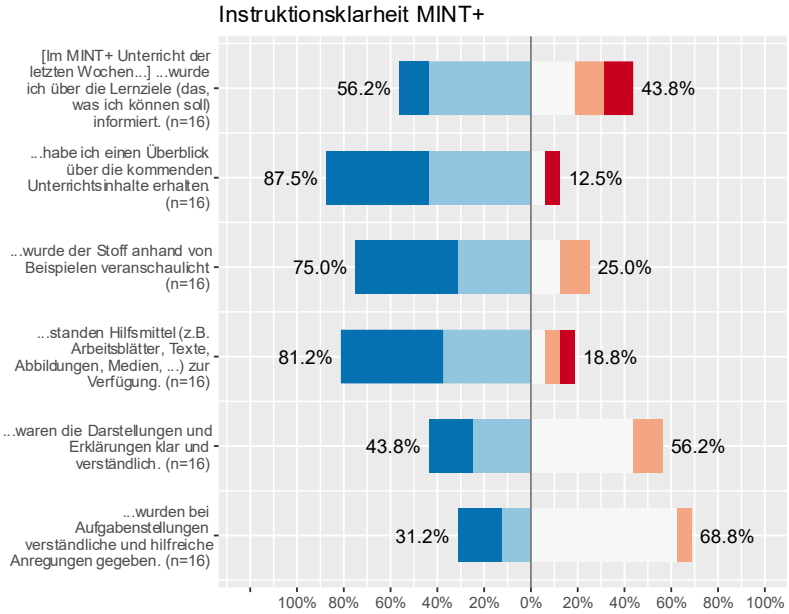

*Abbildung 23: Schüler*inneneinschätzung zur Instruktionsklarheit des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 2).*

Der Anteil der Schüler*innen, die Darstellungen und Erklärungen als klar und verständlich empfinden, ist um rund 50 % gesunken; ebenso der Anteil an Schüler*innen, welche die Aussage unterstützen, dass bei Aufgabenstellungen verständliche und hilfreiche Anregungen gegeben werden. Die meisten Schüler*innen, die zuvor „trifft eher zu“ und „trifft voll zu“ angaben, entschieden sich nun dafür, dass diese Aussage teilweise zutrifft, teilweise aber auch nicht. Auch in den Aussagen zur Veranschaulichung des Stoffs mit

Beispielen und den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln sind die Anteile der eher zustimmenden und voll zustimmenden Schüler*innen etwas gesunken.

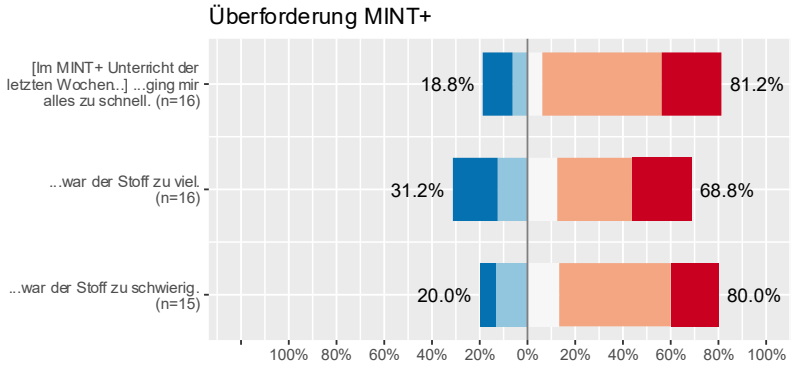

*Abbildung 24: Schüler*inneneinschätzung zur Überforderung innerhalb des MINT+ Kurses (Jahrgangsstufe 2).*

Die Befragung zur Überforderung der Schüler*innen (Abbildung 24) weist ebenfalls leichte Veränderungen in den Ergebnissen auf: Während zuvor rund 30 % der befragten Schüler*innen nur teilweise mit der Stoffmenge überfordert waren und etwa 70 % sogar angaben, dass sie eher nicht bzw. nicht damit überfordert seien, antworten nun rund 30 % der Schüler*innen, dass sie die Stoffmenge als eher zu viel bzw. zu viel empfinden. Der Anteil an Schüler*innen, die die Inhalte als eher zu schwer bzw. zu schwer empfinden, ist von 7,7 % auf 20 % angestiegen.

3 Zusammenfassung, Limitationen und Diskussion

Im Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung des Schulversuchs DIGIMINT werden sowohl die **Angebotsebene aus der Perspektive der Lehrpersonen** als auch die **Nutzungsebene von Seiten der Lernenden** gemäß dem eingangs dargestellten Angebots-Nutzungs-Modell (Abbildung 2; Seidel, 2014) anhand von sechs Forschungsfragen untersucht. Auf Seiten der Lehrenden wurden hierzu deren Qualifikation, die Lehr- und Lernprozesse im Unterricht, der Kontext der Schule, des Lehrpersonenkollegiums und des Fachs sowie der Kontext des Bildungssystems analysiert (FF 1). Bei den Schüler*innen wurde das MINT-Fachwissen erfasst und ausgewertet (FF 2). Darüber hinaus erfolgte eine Befragung zu ihren fach- und bereichsspezifischen Interessen, zu ihrer Motivation im MINT-Unterricht, zur beruflichen Orientierung (FF 3) und zum Unterricht im Kontext der Digitalisierung (FF 4). Darüber hinaus waren die Erfahrungen der Schüler*innen in der DIGI-AG von Interesse (FF 5) und wie das Fach MINT+ in der Kursstufe von den Lernenden bewertet wird (FF 6).

In der **Interviewstudie mit Lehrpersonen (FF 1)** zeigt sich, dass der Unterricht in der DIGI-Klasse an keine spezielle Qualifikation der Lehrpersonen zu Digitalisierung geknüpft ist. Die Auswahl der Lehrpersonen erfolgt nach ihrer Motivation, den Unterricht unter Einbeziehung von Tablets durchzuführen. Zur projektspezifischen Professionalisierung besuchen die Lehrpersonen mehrheitlich Weiterbildungsprogramme zur Einbindung digitaler

Medien in den Unterricht (in einem Fall zusätzlich zum Fach Informatik). Die Rahmenorganisation zum Projekt erfolgt auf Basis fachübergreifender Absprachen der beteiligten Lehrpersonen. Der Unterricht im einzelnen Fach wird von den Lehrpersonen jedoch allein geplant und durchgeführt. Im Unterschied zum herkömmlichen Unterricht können in der DIGI-Klasse Inhalte vertieft behandelt werden, wodurch zusätzlich zu gängigen Quellen im Unterricht (Schulbuch, Internet, Ergänzungsmaterialien zum Schulbuch) auch wissenschaftliche Artikel zum Einsatz kommen können. Aktuell findet explizit keine Vernetzung der Lerninhalte aus der AG mit den regulären Unterrichtsinhalten der Klasse 10 statt. Planungen zur Vernetzung der Inhalte aus der zehnten Klasse mit dem Basisfach MINT+ gehen aus der Konzeptidee des Schulversuchs hervor, indem z. B. in der DIGI-AG Grundlagen der digitalen Datenanalyse und digitalen Infrastruktur vermittelt und in MINT+ im Kontext der Naturwissenschaften aufgegriffen werden sollen. Im Gesamtkontext des Bildungssystems wird darauf geachtet, dass den Schüler*innen in der DIGI-Klasse vornehmlich die Inhalte der regulären Bildungspläne der MINT-Fächer (wenngleich an manchen Stellen vertieft oder erweitert) vermittelt werden, um Klassenarbeiten inhaltlich mit den Parallelklassen vergleichbar zu halten.

Die Einbettung digitaler Lerninhalte erfolgt fachspezifisch und ergänzt den herkömmlichen Unterricht der MINT-Fächer. Hauptsächlich finden im naturwissenschaftlichen Unterricht Applikationen zur Dokumentation im Rahmen von Schüler*innenpraktika (z. B. Pflanzenbestimmung und Protokollierung) und der Aufnahme und Verarbeitung von Messdaten eine Anwendung. In der Mathematik kommen hauptsächlich Anwendungen zur Simulation und Veranschaulichung von mathematischen Zusammenhängen (z. B. Geogebra) zum Einsatz.

Im schulischen Kontext können die Lehrpersonen teilweise auf ihre Expertise aus dem Unterricht in den etablierten Tablet-Klassen zurückgreifen. Diese Erfahrung stufen sie als hilfreich ein. Die Vermittlung der speziellen Inhalte der AG werden von Vertreter*innen der kooperierenden Industriebetriebe organisiert und durchgeführt, die gleichermaßen ein persönliches Interesse am Projekt zeigen und dieses mit Vorträgen sowie dem Sponsoring von Lernträgern etc. unterstützen. Die technische Ausstattung für die Durchführung des digitalisierten Unterrichts wird als gut beschrieben und die Schule verfügt über ein stabiles WLAN-Netz. Lehrpersonen und Lernende haben gleichermaßen die Möglichkeit, sich über ihr Tablet mit dem Beamer zu verbinden oder innerhalb der Lerngruppe zu vernetzen. Die Schüler*innen können selbstständig kostenfreie Applikationen installieren, die sie für die schulischen Arbeiten benötigen.

Auf Lernendenseite lässt sich unter einer kombinierten Betrachtung der erfassten Facetten im Hinblick auf **Interesse, Motivation und berufliche Orientierung der Schüler*innen (FF 3)** sowie beim **Vorwissen der Schüler*innen in den MINT-Fächern (FF 2)** ein besseres Abschneiden der DIGI-Klasse bei gleichzeitig größerem Interesse und höherer intrinsischer und interessierter Motivation im Vergleich zur Kontrollgruppe erwartungskonform bestätigen. Es zeigt sich darüber hinaus ebenfalls erwartungskonform, dass die

Schüler*innen in der DIGI-Klasse nach RIASEC im Vergleich mit anderen vergleichbaren Förderprogrammen eine Interessentendenz hin zu Berufen im MINT-Bereich zeigen (Bahr et al., 2024).

Individuelle Lernaktivitäten im Kontext der Digitalisierung (FF 4) sind bei Schüler*innen der DIGI-Klasse vor allem bei der Häufigkeit der Nutzung von Lernplattformen, Cloud-Diensten, Computer- und Präsentationsprogrammen, Videoangeboten und elektronischen Texten im schulischen Kontext signifikant stärker ausgeprägt. Darüber hinaus deuten die Befunde darauf hin, dass der Einsatz von digitalen Medien im Rahmen des Unterrichts dazu führt, dass die Lernenden in einem höheren Maße nach weiteren Einsatzmöglichkeiten der digitalen Medien im schulischen und außerschulischen Alltag suchen. Der Einsatz von Digitalisierungselementen zur Unterstützung und Ergänzung im Lehr- und Lernkontext wirkt sich auf die Schüler*innen motivationssteigernd aus. Dies trifft sowohl auf die Experimental- als auch auf die Kontrollgruppe zu.

Die **Interviewstudie mit den AG-Teilnehmer*innen (FF 5)** zeigt, dass das Interesse am Kurs überwiegend durch eigene Motivation und Neugier an digitalen und fachlichen MINT-Themen geprägt ist. Viele wählen die AG aus Begeisterung für MINT-Fächer oder mit Blick auf ihren geplanten Berufsweg. Die Befunde belegen, dass die AG vielfältige Inspirationen in den Bereichen Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und praktische Anwendungen im Alltag bietet. Allerdings lässt die Motivation im Projektverlauf für einige nach. Gründe dafür sind nach Aussagen der Befragten vor allem wiederkehrende Lerninhalte, wenig Interaktivität in den Veranstaltungen (hohes Maß an Dozent*innenorientierung) und eine hohe zeitliche Belastung. Bisweilen sind die Rückmeldungen indifferent. Gerade die Verbindung mit dem Projekt „Jugend forscht“ wird sowohl als bereichernde Lernerfahrung als auch als zusätzliche Herausforderung empfunden, besonders in Zeiten starker schulischer Beanspruchung. Positiv hervorgehoben wird von einigen, dass die AG neue Impulse für die Studien- und Berufswahl bereitstellt. Zusammenfassend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass eine stärkere Praxisorientierung, abwechslungsreichere Lernformate und mehr Interaktivität dazu beitragen können, das Interesse und die Motivation in Zukunft nachhaltiger zu fördern. Die DIGI-AG besitzt damit ein hohes Potenzial, bereits an MINT-Themen interessierte Jugendliche weitergehend für MINT und die Digitalisierung zu begeistern.

Die Auswertung der **Befragung zur Kurswahl und MINT+ in der Kursstufe (FF 6)** unterstreicht die hohe Wertschätzung der Schüler*innen für das Unterrichtsfach MINT+. Ein Großteil der Lernenden entscheidet sich aus eigenem Antrieb sowie zur gezielten Vorbereitung auf den weiteren Bildungs- und Berufsweg für die Teilnahme. Fachliche Neugier und die Freude am Lernprozess stehen dabei im Vordergrund, wobei äußere Einflüsse wie Mitschüler*innen oder Eltern lediglich eine untergeordnete Rolle spielen. Inhaltlich wird der Kurs von der Mehrheit als relevant eingestuft, da die Lerninhalte oftmals als Grundlage für weiterführende Themen betrachtet werden. Positiv hervorzuheben ist, dass die

Verknüpfung zu eigenen Erfahrungen und der erkannte Alltagsbezug im Verlauf der Kursstufe zunimmt.

Wie bei jeder Untersuchung sind auch für diese vorliegende Untersuchung die Limitationen zu spiegeln: Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf den spezifischen Projektzuschnitt der DIGI-Klasse. Die Auswertung basiert auf einem projektspezifischen Datensatz und dem unterrichtlichen und schulischen Kontext. Eine externe Validierung durch unabhängige Studien oder die Einbeziehung weiterer Vergleichsgruppen aus anderen Regionen oder Schultypen mit gleichem Programm fehlt. Daraus ergibt sich eine eingeschränkte Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Schulen, Jahrgangsstufen oder Bildungslandschaften. Faktoren wie die technische Ausstattung, die Kooperation mit Industriepartner*innen oder die spezifische Zusammensetzung der Lerngruppen können sich von Schule zu Schule teils erheblich unterscheiden. Die Auswertung vergleicht die DIGI-Klasse mit einer Kontrollgruppe der im Projekt beteiligten Schule. Die Kontrollgruppe ist damit schulübergreifend eingeschränkt vergleichbar. Erhobene Daten beruhen auf Selbstauskünften zu Motivation, Interesse und Digitalisierung im Unterricht. Diese subjektiven Einschätzungen können durch soziale Erwünschtheit, individuelle Wahrnehmungsunterschiede und das Setting der Befragung beeinflusst sein. Die langfristigen Auswirkungen auf die tatsächliche Studien- und Berufswahl der Schüler*innen werden nicht erfasst. Damit bleibt offen, ob die beobachteten Effekte von Dauer sind und wie sie sich tatsächlich auf die Karriere der befragten Schüler*innen auswirken. Die Ergebnisse der Untersuchung beziehen sich auf den Zeitraum der Einführung des Schulversuchs DIGIMINT.

Trotz der limitierenden Aspekte lassen sich für DIGIMINT und das spezifisch betrachtete Setting vielfältige Erkenntnisse berichten, wie bereits oben anhand der Forschungsfragen (FF 1 bis FF 6) aufgeführt. Auf Basis der Ergebnisse können konkrete Optimierungspotenziale zu DIGIMINT abgeleitet werden: Die Untersuchung belegt eine hohe Motivation und ein großes Interesse der Schüler*innen am Fach MINT+ und an der außerschulischen DIGI-AG. Um diese positive Entwicklung weiter zu fördern, erscheint es sinnvoll, künftig einen stärkeren Fokus auf anschauliche Vermittlung, mehr Lernendenorientierung und einen erkennbaren Alltagsbezug zu legen, um auch wahrgenommener Überforderung vorzubeugen und die nachhaltige Wirksamkeit des Programms weiter zu steigern. Die wahrgenommene Klarheit der Instruktionen im Unterricht von MINT+ nimmt nach dem ersten Jahr ab und insbesondere im Hinblick auf die Verständlichkeit sowie die erlebte Unterstützung wird ein Verbesserungsbedarf (s. o.) deutlich. Auch das Gefühl der Überforderung durch Stoffmenge und Schwierigkeitsgrad nimmt im Verlauf zu.

Die hohe Wertschätzung des Fachs MINT+, die Möglichkeit zur beruflichen Orientierung durch die DIGI-AG und die positive Resonanz der Schüler*innen auf einen breiteren Einsatz digitaler Elemente und vertiefter Betrachtungen im Unterricht zeigen, dass das DIGIMINT-Bildungsangebot einen wertvollen Beitrag zur Förderung der MINT-Interessen und der beruflichen Orientierung der Lernenden leisten kann. Insgesamt belegt die

Untersuchung damit, dass das Thema Digitalisierung und die wissenschaftspropädeutische Behandlung von MINT-Themen im Rahmen des hier betrachteten Programms vielfältige Chancen eröffnet, um die fachlichen Kompetenzen im MINT-Bereich und die motivationalen, interessenbezogenen und affektiven Merkmale der Schüler*innen zu adressieren und weiter auszubauen.

Literaturverzeichnis

Bahr, T. & Brändle, M. (2024). First Results of Students Attending a STEM Program in the Context of Digitisation. https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578842

Bahr, T., Brändle, M. & Zinn, B. (2024). STEM Career Choices for K–12 Students and the Influencing Factors—A Comparison of Students in Different Support Programs. *Journal for STEM Education Research*. https://doi.org/10.1007/s41979-024-00129-w

Baumert, J. (Hrsg.). (1998). *Testaufgaben Naturwissenschaften TIMSS 7./8. Klasse (Population 2)* (Materialien aus der Bildungsforschung, Nr. 61). Berlin: Max-Planck-Inst. für Bildungsforschung.

Ben-Shachar, M., Lüdecke, D. & Makowski, D. (2020). effectsize: Estimation of Effect Size Indices and Standardized Parameters [Computer software].

Bigos, M. (2020). *Schule als kooperativer Akteur der Berufsorientierung* (Research). Dissertation. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31748-5

Blotnicky, K. A., Franz-Odendaal, T., French, F. & Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*, *5*(1), 22. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, *39*. Zeitschrift für Pädagogik 39 (1993) 2, S. 223-238. https://doi.org/10.25656/01:11173

Dierks, P. O., Höffler, T. N., Blankenburg, J. S., Peters, H. & Parchmann, I. (2016). Interest in science. A RIASEC-based analysis of students' interests. *International Journal of Science Education*, *38*(2), 238–258.

Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, 101859. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859

Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). Interesse an Naturwissenschaft. In U. Gebhard, D. Höttecke & M. Rehm (Hrsg.), *Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch* (Lehrbuch, S. 125–142). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9_8

Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices. A theory of vocational personalities and work environments* (3. ed.). Lutz, Fla.: Psychological Assessment Resources.

IBM Corp. (Hrsg.). (2021). *IBM SPSS Statistics for Windows Version 28.0. Armonk*. NY: IBM Corp.

Jörin, S., Stoll, F., Bergmann, C. & Eder, F. (2006). Explorix. *Das Werkzeug zur Berufswahl und Laufbahnplanung*, *3*.

Junkuhn, B. & Nagy, G. (2022). Die Bedeutung der Interessenkongruenz für die Schulzufriedenheit in der beruflichen Oberstufe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *25*(3), 659–686. https://doi.org/10.1007/s11618-022-01067-2

Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *16*, 135–153.

Kleinknecht, M., Bohl, T., Maier, U. & Metz, K. (Hrsg.). (2013). *Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht. Fächerübergreifende Kriterien zur Auswahl und Analyse*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. BMBF : Bonn, Berlin. https://doi.org/10.25656/01:20901

Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik*, *38*. Zeitschrift für Pädagogik 38 (1992) 5, S. 747-770. https://doi.org/10.25656/01:13977

Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht (PEU)*, *45*(3), 186–203. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/andreas-krapp-2/publication/262601721_entwicklung_und_forderung_von_interessen_im_unterricht

Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science. Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, *33*(1), 27–50. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645

Lüdecke, D. (2025). sjPlot: Data Visualization for Statistics in Social Science (Version 2.9.0) [Computer software]. Verfügbar unter: https://CRAN.R-project.org/package=sjPlot

Mahler, N., Schipolowski, S. & Weirich, S. (2019). Anlage, Durchführung und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Mahler, S. Weirich & S. Henschel (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich* (1. Auflage, 99-124). Münster: Waxmann.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.

Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, *85*(3), 424–436. https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424

MKJS. (2004). *Bildungsplan 2004. Allgemeinbildendes Gymnasium Baden-Württemberg*, Stuttgart.

Mokhonko, S. (2016). *Nachwuchsförderung im MINT-Bereich. Aktuelle Entwicklungen, Fördermaßnahmen und ihre Effekte* (Empirische Berufsbildungsforschung, Bd. 2, 1. Auflage). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Nickolaus, R., Steffensky, M. & Parchmann, I. (2018). *Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT-Angebote*. Verfügbar unter: https://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/medienablage/content/publikationen_und_empfehlungen/Expertise_zu_Effekten_Nickolaus.pdf

Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Verfügbar unter: https://elibrary.utb.de/doi/pdf/10.31244/9783830979906

Pedersen, T. L. (2025). patchwork: The Composer of Plots (Version 1.3.1) [Computer software].

Pintrich, P. R. (2000). The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Hrsg.), *Handbook of Self-Regulation* (S. 451–502). San Diego: Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3

Prenzel, M. (1996). *Ein Jahr kaufmännische Erstausbildung: Veränderungen in Lernmotivation und Interesse. One year vocational education - changes in learning motivation and interest*. Weinheim: Beltz Juventa.

Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. https://doi.org/10.25656/01:14383

R Core Team. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria. Verfügbar unter: https://www.R-project.org/

Revelle, W. (2025). psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research (Version 2.5.6) [Computer software]. Verfügbar unter: https://CRAN.R-project.org/package=psych

Roth, G. (2001). *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert* (1. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Schmid, U., Goertz, L. & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter* (Monitor Digitale Bildung, #3, 1. Aufl.). Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Seidel, T. (2014). Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur- und Prozessparadigma. *Zeitschrift für Pädagogik*, *60*(6), 850–866. Verfügbar unter: http://www.beltz.de/fachmedien/erziehungs_und_sozialwissenschaften/zeitschriften/zeitschrift_fuer_paedagogik/article/Journal.html?tx_beltz_journal[article]=28980&cHash=e3c3915a91ee02f2e403566d89a5281f; https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-146864

Seidel, T. & Reiss, K. (2014). Lerngelegenheiten im Unterricht. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Mit Online-Materialien* (Psychologie 2014, 6., vollständig bearb. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). (2017). *Empfehlung zur beruflichen Orientierung an Schulen*. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2017/2017_12_07-Empfehlung-Berufliche-Orientierung-an-Schulen.pdf

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). (2020a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife*. Wolters Kluwer: Hürth.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). (2020b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife*. Wolters Kluwer: Hürth.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). (2020c). *Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife*. Wolters Kluwer: Hürth.

Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S. & Henschel, S. (Hrsg.). (2019). *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich*. Münster: Waxmann.

VERBI Software. (2021). MAXQDA 2022 [Computer software]. Berlin, Deutschland. Verfügbar unter: maxqda.com

Weinert, F. E. (Hrsg.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen* (Beltz-Pädagogik). Weinheim und Basel: Beltz.

Wickham, H. (2016). ggplot2. Elegant graphics for data analysis [Computer software]. Switzerland: Springer.

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R. et al. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, *4*(43), 1686. https://doi.org/10.21105/joss.01686

Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, *12*(3), 265–310. https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P

Anhang 1 – Projektveröffentlichungen

Nachfolgend werden wissenschaftliche Beiträge, Vorträge auf Tagungen im Projektkontext sowie weitere schriftliche Arbeiten mit Projektzugehörigkeit aufgeführt.

Anhang 1.1 – Wissenschaftliche Beiträge mit Peer-Review-Verfahren

Bahr, T. & Brändle, M. (2024). First Results of Students Attending a STEM Program in the Context of Digitisation. 2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Kos Island, Greece. doi: 10.1109/EDUCON60312.2024.10578842

Bahr, T., Brändle, M. & Zinn, B. (2024). STEM Career Choices for K–12 Students and the Influencing Factors—A Comparison of Students in Different Support Programs. Journal for STEM Education Research. https://doi.org/10.1007/s41979-024-00129-w

Anhang 1.2 – Vorträge auf Tagungen

Brändle, M. & Zinn, B. (2025, September). Fachdidaktische Forschung im Kontext des Schulversuchs DIGIMINT. Jahrestagung der DGTB 2025. Chemnitz.

Bahr, T. & Brändle, M. (2024, Mai). First Results of Students Attending a STEM Program in the Context of Digitisation. IEEE Global Engineering Education Conference 2024, Kos, Griechenland.

Bahr, T., Brändle, M. & Zinn, B. (2023, September). Förderung der MINT-Berufswahl von Schülerinnen und Schülern - ein Vergleich unterschiedlicher Ansätze. Sektionstagung empirische Bildungsforschung 2023. Universität Potsdam.

Brändle, M. (2022, Mai). Wissenschaftliche Begleitung des Schulversuchs DIGIMINT. Boysen Doktorandentage 2022.

Anhang 1.3 – Weitere schriftliche Arbeiten

Chlopkov, V. (2025). MINT-Förderung am allgemeinbildenden Gymnasium: Eine Analyse zur beruflichen Orientierung von Schülerinnen und Schülern. Qualifikationsarbeit zur Erlangung eines B. A., Universität Stuttgart, Stuttgart.

Anhang 2 – Ansprechpartner

Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)
Azenbergstraße 12
70174 Stuttgart

Prof. Dr. Bernd Zinn

zinn@ife.uni-stuttgart.de

Dr. Marcus Brändle

braendle@ife.uni-stuttgart.de

Wir bedanken uns bei der Schulleitung und allen Lehrpersonen sowie Schüler*innen, die uns bei der Durchführung der Studie mit ihrer Unterrichtszeit und der freiwilligen Teilnahme an der Erhebung in guter Zusammenarbeit unterstützt haben.

gefördert durch

Friedrich und Elisabeth BOYSEN Stiftung für Forschung und Innovation

Stuttgart ● September 2025