

24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32 Prof. Dr. Seitz; Kottmann; Maas; Moritz; \\  
33 Salic; Kretzschmar; Dr. Freudenberg; \\  
34 Feldmann; Becker; Seckinger; Masepohl; \\  
35 Dillmann; Klingenberg; Kampermann \\  
36  
37  
38  
39  
40

# {TALANT<ED>}

41  
42  
43  
44  
45  
46  
47 {< PROGRAMMIEREN LERNEN REVOLUTIONIERT

48  
49 Wie KI-Avatare das Lernen transformieren >}  
50  
51  
52



53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  


digipolis  
VERLAG



## Herausgebende & Autor:Innen

Prof. Dr. Jürgen Seitz, Sven Kottmann, Laura Maas,  
Tobias Moritz, Robin Salic, Vivian Kretzschmar,  
Dr. Julia Freudenberg, Matthias Feldmann,  
Jens Becker, Rahel Seckinger, Sarah-Michelle Masepohl,  
Lena Dillmann, Malin Klingenberg, Madita Kampermann  
Hochschule der Medien Stuttgart

## Layout, Gestaltung & Design

Hauke Janowsky, Masterstudent Medienmanagement,  
Hochschule der Medien

## Verlag

Digipolis Verlag  
Sina Klauke • Tramweg 8 • 77966 Kappel-Grafenhausen  
kontakt@digipolis-verlag.de  
www.digipolis-verlag.de

## Veröffentlichung

Dezember 2024, 1. Auflage  
ISBN Digital 978-3-949372-15-5

<https://doi.org/10.70481/jknb-pwxb>

Diesen Bericht als Datei und weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter:

<https://ai.hdm-stuttgart.de/research/talanted/>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

## Disclaimer

Diese Publikation enthält Links auf Webseiten Dritter für deren Inhalt wir keine Haftung übernehmen, da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf deren Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung verweisen.

© 2024 Digipolis Verlag, Kappel-Grafenhausen

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlages. Dies gilt auch für die fotomechanische Vervielfältigung (Fotokopie/Mikrokopie) und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Hinsichtlich der in diesem Werk ggf. enthaltenen Texte von Normen weisen wir darauf hin, dass rechtsverbindlich allein die amtlich verkündeten Texte sind.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	06
Abbildungsverzeichnis .....	07
Danksagung .....	09
Autorenschaft .....	10
Studienhighlights .....	11
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Theoretischer Rahmen .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Die Digitalisierung Deutschlands – Herausforderungen für die MINT-         Branchen .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Fachkräftemangel .....	13
2.1.2 Gender-Gap .....	14
2.1.3 Sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche in MINT .....	14
<b>2.2 Fehlende Angebote zur Berufsorientierung in frühen Bildungsphasen .....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Schulischer Kontext .....	15
2.2.2 Im privaten Kontext .....	19
<b>2.3 Herausforderungen für Mädchen und junge Frauen .....</b>	<b>21</b>
2.3.1 Kulturelle und soziale Normen .....	21
2.3.2 Institutionelle Barrieren .....	21
2.3.3 Stereotype Sozialisierungsprozesse .....	22
<b>2.4 Herausforderungen für sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche beim         Bildungserwerb .....</b>	<b>22</b>
2.4.1 Soziale Herkunft und Migrationshintergrund .....	23
2.4.2 Materielle Voraussetzungen und Zugangsunterschiede .....	24
2.4.3 Auswirkungen der COVID-19-Pandemie .....	24
<b>2.5 Aktuelle Trends von Lehrkonzepten .....</b>	<b>24</b>
2.5.1 Status Quo der Nutzung von Online Lehre & Online Lehrmethoden .....	25
2.5.2 Videobasiertes Lernen .....	26
2.5.3 Gamification .....	26
2.5.4 Künstliche Intelligenz .....	27
<b>3. Umsetzug der Studie .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Prototyp des Onlinekurses .....</b>	<b>29</b>
3.1.1 Virtuelle KI-Avatare .....	30
3.1.2 Produktion der Avatare .....	31

3.1.3 Einsatz der Avatare.....	34
<b>3.2 Drehbuch-Konzeption: Storytelling und Gamification .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Lernplattform .....</b>	<b>35</b>
3.3.1 Einrichtung .....	36
3.3.2 Funktionsweise .....	37
3.3.3 Einbindung quantitativer Forschungsfragen/Assessment .....	39
3.3.4 Limitationen .....	39
<b>4. Forschungsdesign .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Forschungsfragen .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Pretest.....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Hauptstudie.....</b>	<b>43</b>
4.3.1 Stichprobe .....	43
4.3.2 Studiendesign .....	47
4.3.3 Quantitative Erhebung.....	47
4.3.4 Qualitative Erhebung .....	48
<b>5. Studienergebnisse .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Quantitative Auswertung .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2 Qualitative Auswertung.....</b>	<b>53</b>
<b>6. Leitfaden für den Einsatz von TALAINTEED KI-Avataren an Schulen .....</b>	<b>58</b>
<b>6.1 TALAINTEED KI-Avatar .....</b>	<b>58</b>
<b>6.2 Schritt-für-Schritt-Anleitung.....</b>	<b>61</b>
Schritt 1: Strategische Zielsetzung .....	61
Schritt 2: Digitale Infrastruktur .....	63
Schritt 3: Didaktische Integration .....	64
Schritt 4: Wissenstransfer .....	65
Schritt 5: Evaluation und Monitoring.....	67
<b>7. Diskussion .....</b>	<b>69</b>
<b>8. Fazit .....</b>	<b>71</b>
Literaturverzeichnis.....	72
Institution .....	83
Partner und Förderer .....	84

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AG</b>	Arbeitsgemeinschaft
<b>BMAS</b>	Bundesministeriums für Arbeit und Soziales
<b>bpb</b>	Bundeszentrale für politische Bildung
<b>BYOD</b>	Bring your own device
<b>CIP</b>	Civic Innovation Platform
<b>DARP</b>	Deutscher Aufbau- und Resilienzplan
<b>DSGVO</b>	Datenschutz-Grundverordnung
<b>gsub</b>	Gesellschaft für soziale Unternehmensberatung
<b>IGLU</b>	Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung
<b>KI</b>	Künstliche Intelligenz
<b>KMK</b>	Kultusministerkonferenz
<b>MINT</b>	Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
<b>OECD</b>	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
<b>OER</b>	Open Educational Resource
<b>PISA</b>	Programme for International Student Assessment
<b>SWK</b>	Ständige Wissenschaftliche Kommission
<b>VFX-Studio</b>	Visual Effects Studio

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 01:</b> Oberfläche von Microsoft MakeCode .....	30
<b>Abbildung 02:</b> Virtueller Avatar erklärt, wie man mit Microsoft MakeCode programmiert.....	31
<b>Abbildung 03:</b> Auswahl der Avatare, welche im TALAINTEd-Prototyp eingesetzt wurden .....	32
<b>Abbildung 04:</b> Bearbeiten von Videos in Edpuzzle.....	36
<b>Abbildung 05:</b> Auswahl der Avatare .....	37
<b>Abbildung 06:</b> Sprachauswahl der Avatare.....	38
<b>Abbildung 07:</b> Pause im Video mit Aufgaben.....	38
<b>Abbildung 08:</b> Quiz am Ende des Videos .....	39
<b>Abbildung 09:</b> Altersverteilung der Teilnehmenden.....	43
<b>Abbildung 10:</b> Programmiererfahrung der Teilnehmenden.....	44
<b>Abbildung 11:</b> Geschlechterverteilung der Teilnehmenden .....	44
<b>Abbildung 12:</b> Klassenstufen der Teilnehmenden .....	45
<b>Abbildung 13:</b> Berufstätigkeit der Eltern der Teilnehmenden.....	45
<b>Abbildung 14:</b> Migrationshintergrund der Teilnehmenden .....	46
<b>Abbildung 15:</b> Beherrschte Fremdsprachen der Teilnehmenden.....	46

<b>Abbildung 16:</b> Auswertung „Interesse am Programmieren“ .....	49
<b>Abbildung 17:</b> Auswertung „Interesse an einem weiteren Programmierkurs“ .....	50
<b>Abbildung 18:</b> Auswertung „Konzentration“ .....	50
<b>Abbildung 19:</b> Auswertung „Einschätzung der Unterstützung des Programmieren Lernens durch den KI-Avatar“ .....	51
<b>Abbildung 20:</b> Auswertung „Einschätzung des Erleichterten Lernens durch den KI-Avatar“ .....	52
<b>Abbildung 21:</b> Auswertung „Spaß am Programmieren lernen“ .....	52
<b>Abbildung 22:</b> Auswertung „Motivation, später beruflich zu programmieren“ .....	53
<b>Abbildung 23:</b> Entscheidungsbaum Leitfaden „TALAINTEED“ .....	68

## Danksagung

Wir möchten unseren aufrichtigen Dank an alle Beteiligten aussprechen, die zum Gelingen dieses Forschungsprojekts beigetragen haben.

Unser besonderer Dank gilt den Schüler\*innen, deren Bereitschaft zur Teilnahme und Offenheit in der Reflexion der Lernerfahrungen die Grundlage unserer Untersuchung darstellen. Durch ihre konstruktiven Rückmeldungen und ihre detaillierten Einblicke konnten wir umfassende Erkenntnisse über die Wirkung von KI-Avataren im Lernprozess gewinnen.

Ebenso danken wir den engagierten Lehrkräften und Projektkoordinator\*innen, die die Umsetzung und Durchführung der Studie mit großem Einsatz unterstützt haben. Ihre organisatorische und inhaltliche Begleitung war von zentraler Bedeutung und hat wesentlich dazu beigetragen, dass die Erhebung reibungslos ablaufen konnte. Die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Lehrenden und Lernenden hat nicht nur zu wertvollen Ergebnissen geführt, sondern bietet auch eine solide Basis für die zukünftige Weiterentwicklung digitaler Lernmethoden und ihrer Anwendung im schulischen Kontext.

Darüber hinaus danken wir unserem Verbundpartner, der Hacker School gGmbH, für die erfolgreiche Zusammenarbeit. Insbesondere alle Personen, die sich sowohl von Seiten der Hacker School, als auch der Hochschule der Medien, dazu bereit erklärt haben, als Model für die Avatarisierung der Kurse zur Verfügung zu stehen.

Ein besonderer Dank gilt auch der Gesellschaft für soziale Unternehmensberatung (gsub) im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) für das entgegengebrachte Vertrauen, sowie die finanzielle Unterstützung unseres Verbundforschungsprojekts TALAINTEd durch das Bundesprogramm "Civic Innovation – Förderung von gemeinwohlorientierten KI-Projekten" im Rahmen des Projekts Civic Innovation Platform (CIP). Ohne die genannte Förderung wäre eine Durchführung des Projektes in dieser Form keinesfalls möglich gewesen.

Ebenfalls bedanken wir uns bei all denjenigen, die unser Forschungsprojekt unterstützt haben, aber in dieser Danksagung nicht namentlich genannt werden.

**Prof. Dr. Jürgen Seitz**  
**Sven Kottmann**  
**Laura Maas**  
**Tobias Moritz**  
**Robin Salic**  
**Vivian Kretzschmar**

**Dr. Julia Freudenberg**  
**Matthias Feldmann**  
**Jens Becker**  
**Rahel Seckinger**

**Sarah-Michelle Masepohl**  
**Lena Dillmann**  
**Malin Klingenberg**  
**Madita Kampermann**

**Stuttgart, Dezember 2024**

## Autorenschaft



**Prof. Dr. Jürgen Seitz**

HdM Stuttgart  
Institute for Applied Artificial  
Intelligence  
Professor



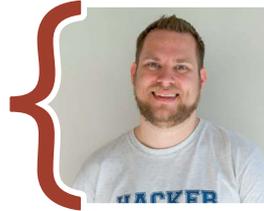
**Dr. Julia  
Freudenberg**

Hacker School gGmbH  
Geschäftsführerin



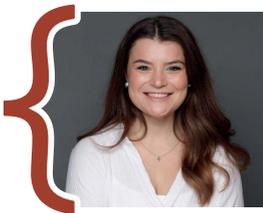
**Sven Kottmann**

HdM Stuttgart  
Institute for Applied Artificial  
Intelligence  
Projektleiter und Forschungsmitarbeiter



**Matthias Feldmann**

Hacker School gGmbH  
Vision Officer



**Laura Maas**

HdM Stuttgart  
Institute for Applied Artificial  
Intelligence  
Projekt- und Forschungsmitarbeiterin



**Jens Becker**

Hacker School gGmbH  
Team Lead Impact



**Tobias Moritz**

HdM Stuttgart  
Institute for Applied Artificial  
Intelligence  
Projekt- und Forschungsmitarbeiter



**Rahe1 Seckinger**

Hacker School gGmbH  
Projektleitung  
Wirkung & Konzepte



**Robin Salic**

HdM Stuttgart  
Institute for Applied Artificial  
Intelligence  
Projekt- und Forschungsmitarbeiter



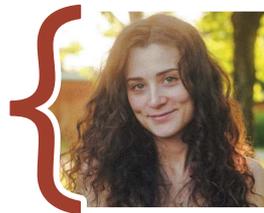
**Sarah-Michelle  
Masepohl**

HdM Stuttgart  
Studentische Hilfskraft



**Vivian Kretzschmar**

HdM Stuttgart  
Institute for Applied Artificial  
Intelligence  
Projekt- und Forschungsmitarbeiterin



**Lena Dillmann**

HdM Stuttgart  
Studentische Hilfskraft



**Malin Klingenberg**

HdM Stuttgart  
Studentische Hilfskraft



**Madita Kampermann**

HdM Stuttgart  
Studentische Hilfskraft

## Studienhighlights

### **Förderung der Lernmotivation durch KI-basierte Lehrmethoden mit spielerischem Ansatz**

Die Studie zeigt, dass KI-gestützte Avatare, kombiniert mit Gamification und Storytelling, das Interesse, die Konzentration, den Spaß und die Lernmotivation von Schüler\*innen beim Programmieren signifikant steigern und ihnen gleichzeitig das Lernen erleichtern können. Viele empfanden den Einsatz von Avataren und eine ansprechende Storyline als abwechslungsreich, was zu mehr Eigeninitiative und Verständnis beitrug. Besonders die humorvolle Darstellung und die Möglichkeit, das Lerntempo individuell anzupassen, wurden als Bereicherung wahrgenommen. Der spielerische Ansatz weckte das Interesse und den Ehrgeiz, während die flexible Interaktion mit dem Avatar Selbstständigkeit und Konzentration förderte. Die positive Wahrnehmung deutet auf ein großes Potenzial hin, KI-basierte Lehrmethoden effektiv im Bildungsbereich zu nutzen.

### **KI als Antreiber der Bildungsinnovation**

Dieses Potenzial verdeutlicht, dass KI-gestützte Lernformate nicht nur traditionelle Methoden sinnvoll ergänzen, sondern sie in vielerlei Hinsicht erweitern. Besonders "sympathisch" oder "cool" wirkende Avatare erreichten bei den Schüler\*innen eine hohe Akzeptanz, was den emotionalen Bezug und die Identifikation förderte. Diese Bindung und die spielerische Gestaltung der Inhalte erhöhen die Relevanz solcher Formate und eröffnen Perspektiven für innovative Ansätze, die digitale Bildungsangebote dynamischer und interaktiver gestalten können. Die Möglichkeit, durch narrative Strukturen und KI-Interaktionen neue Lernszenarien zu erschließen, unterstreicht die Rolle der KI als Motor für eine attraktive und moderne Bildung.

### **Hindernisse erkennen und Potenziale ausschöpfen**

Gleichzeitig zeigt die Analyse auch, dass noch Optimierungspotenzial besteht. Kritikpunkte wie begrenzte Emotionen und Anpassung der Avatare, die Sprechgeschwindigkeit sowie technische Einschränkungen wurden vereinzelt als hinderlich empfunden. Zukünftige Anpassungen sollten daher auf eine realistischere Gestaltung der Avatare, altersgerechte Inhalte und erweiterte Interaktionsmöglichkeiten setzen, um die Akzeptanz und den Lernerfolg weiter zu steigern. Die Erkenntnisse zeigen, dass eine gezielte Optimierung solcher Hindernisse die Nutzung von KI-basierten Lehrmethoden erheblich bereichern und deren Potenziale für den Bildungssektor weiter ausschöpfen könnte.

# 1. Einleitung

In Zeiten einer zunehmend digitalisierten und technologisierten Gesellschaft wird die Bedeutung von MINT-Fähigkeiten (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) und digitalen Kompetenzen in allen Lebensbereichen immer deutlicher. Deutschland sieht sich insbesondere in diesen Bereichen mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert, die durch demografische Veränderungen, die Digitalisierung sowie den Fachkräftemangel verstärkt werden. Die zunehmende Digitalisierung verlangt nicht nur nach technischen Fachkräften, sondern auch nach einem kompetenten Umgang mit digitalen Technologien auf allen Ebenen der Bildung. Dies stellt das Bildungssystem vor die Aufgabe, Schüler\*innen auf die Anforderungen der modernen Arbeitswelt und Gesellschaft vorzubereiten und sie gleichzeitig zur aktiven Teilhabe zu befähigen.

Die vorliegende Untersuchung widmet sich den zentralen Hindernissen und Potenzialen im Bereich der Förderung digitaler Kompetenzen in Deutschland. Besonderes Augenmerk liegt auf jenen Zielgruppen, die im digitalen und technischen Bereich unterrepräsentiert sind, darunter sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche sowie Frauen und Menschen mit Migrationshintergrund. Weiterhin untersucht der Bericht die strukturellen und kulturellen Barrieren sowie die mangelnden Orientierungsangebote, die im schulischen und privaten Umfeld vorhanden sind und den Zugang zu digitalen Bildungsangeboten zusätzlich erschweren.

Ein zentraler Schwerpunkt dieser Studie liegt auf der Entwicklung und Evaluierung eines innovativen digitalen Lernformats in Form eines Onlinekurses, der nicht auf traditionellen Unterrichtsmethoden basiert, sondern auf die Integration eines künstlich intelligenten (KI) Avatars setzt. Dieses innovative Format ermöglicht flexibles, zugängliches und selbstbestimmtes Lernen, beispielsweise durch unbegrenzte Wiederholungen und schrittweise Anleitung.

Der Avatar kann dabei verschiedene Rollen annehmen, etwa die eines Tutors oder einer unterstützenden Figur, die Anleitungen basierend auf dem Lernfortschritt ermöglicht. Diese Echtzeit-Interaktionen zwischen Lernenden und KI-Avatar haben das Potenzial, die Lernmotivation zu steigern und emotionale Bindungen zu fördern, was laut aktueller Forschung einen positiven Einfluss auf die langfristige Wissensaufnahme haben kann. Durch diese personalisierte und immersive Form des Lernens sollen nicht nur fachliche Kompetenzen verbessert werden, sondern auch ein vertieftes Interesse an digitalen Technologien geweckt werden. Dies gilt insbesondere bei Jugendlichen, die bislang nur begrenzten Zugang zu solchen Bildungschancen hatten.

Die folgende Arbeit beschäftigt sich deshalb mit der Validierung des KI-basierten Onlinekurs-Prototyps und präsentiert die Ergebnisse einer umfassenden quantitativen und qualitativen Analyse. Dabei wird untersucht, inwieweit die Einbindung eines KI-Avatars Lernerfolge unterstützen kann und welche Herausforderungen in Bezug auf die technische Umsetzung und Akzeptanz bestehen. So bietet diese Untersuchung einen wertvollen Einblick in das Potenzial solcher technologisch unterstützten Bildungsansätze und liefert Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung von KI-gestützten Lernformaten im Bildungsbereich.

Durch eine kritische Betrachtung dieser Faktoren sowie durch gezielte Empfehlungen soll diese Forschung Entscheidungsträger in der Bildungspolitik und Lehrpraxis unterstützen. Ziel ist es, eine nachhaltige und zukunftsorientierte Entwicklung digitaler Bildungsangebote in Deutschland zu fördern und eine inklusivere, personalisierte Bildung zu ermöglichen.

## 2. Theoretischer Rahmen

Im folgenden Kapitel wird die theoretische Grundlage für unser Projekt gelegt, um die Problemfelder und Herausforderungen zu beleuchten, die unser Ansatz adressiert. Der Fokus liegt dabei auf den spezifischen Bedingungen, die Deutschland im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung prägen und die insbesondere in den MINT-Branchen dringenden Handlungsbedarf aufzeigen. Hierzu zählen der akute (IT-)Fachkräftemangel, bestehende Vorurteile und Stereotypen in der Branche, der Gender-Gap sowie die besonderen Herausforderungen, denen benachteiligte Jugendliche in diesem Kontext begegnen.

Die Analyse dieser Aspekte ist von zentraler Bedeutung für unser Projekt, da sie nicht nur den Ausgangspunkt für die Entwicklung unserer KI-gestützten Lernangebote bilden, sondern auch verdeutlichen, warum innovative Ansätze notwendig sind, um diese Barrieren zu überwinden. Darüber hinaus wird auf die fehlenden Angebote zur Berufsorientierung in frühen Bildungsphasen eingegangen – sowohl im schulischen als auch im privaten Kontext –, da diese eine entscheidende Rolle dabei spielen, Interesse an MINT-Berufen zu wecken und den Grundstein für spätere Bildungs- und Berufswahlentscheidungen zu legen. Abschließend wird detailliert auf die spezifischen Hürden eingegangen, die Mädchen, junge Frauen und sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche in den MINT-Fächern und der IT-Branche bewältigen müssen. Diese theoretischen Überlegungen sind essenziell, um die Relevanz und Zielsetzung von TALAINTEED in den richtigen Kontext zu stellen und die Grundlage für die im Projekt gewählten Ansätze zu schaffen.

### 2.1 Die Digitalisierung Deutschlands – Herausforderungen für die MINT-Branchen

Die fortschreitende Digitalisierung stellt nicht nur die deutsche Gesellschaft, sondern speziell die Unternehmen in den MINT-Branchen vor vielfältige Herausforderungen. Während einerseits die Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften und innovativen Lösungen steigt, sehen sich diese Bereiche andererseits mit strukturellen, sozialen und bildungspolitischen Hürden konfrontiert. In diesem Kapitel werden übersichtsartig zentrale Problembereiche beleuchtet, die den Transformationsprozess und die Entwicklung der MINT-Branchen maßgeblich beeinflussen. Dazu gehören der Fachkräftemangel, stereotype Vorstellungen von MINT-Berufen, die geschlechtsspezifische Ungleichheit (Gender-Gap) sowie die besonderen Barrieren für benachteiligte Jugendliche. Gemeinsam zeigen diese Aspekte die komplexen Herausforderungen auf, die es zu bewältigen gilt, um die Digitalisierung erfolgreich zu gestalten und den Zugang zu MINT-Berufen breiter zu öffnen.

#### 2.1.1 Fachkräftemangel

Die deutsche Wirtschaft steht unter erheblichem Transformationsdruck. Dieser resultiert primär aus dem demografischen Wandel, der fortschreitenden Digitalisierung, dem Klimawandel sowie den Bestrebungen einer wirtschaftlichen Deglobalisierung und führt insbesondere in den MINT-Sektoren zu einem erhöhten Fachkräftebedarf (vgl. Anger et al., 2023, S. 5f.). IT-Fachkräfte sind von zentraler Bedeutung, um den Anforderungen der Digitalisierung angemessen zu begegnen (vgl. Hickmann und Koneberg, 2022, S. 1f.) und im internationalen Vergleich langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben (vgl. Köppl, 2020, S. 382).

Obwohl die Zahl der IT-Fachkräfte im Zeitraum von 2012 bis 2022 signifikant gestiegen ist (vgl. IW, 2023, S. 5), kann die Informatik-Branche aufgrund des erhöhten Bedarfs im Vergleich zu anderen Branchen anteilig die wenigsten Stellen besetzen (vgl. Hickmann und Koneberg, 2022, S. 1f.). Ausgeschriebene Stellen blieben durchschnittlich bis zu 7 Monate unbesetzt und erreichten im September 2022 einen Höchststand von 137.000 offenen Positionen (vgl. Bitkom, 2022, S. 1).

Insbesondere nach der Corona-Pandemie ist eine verstärkte Nachfrage nach geeignetem Fachpersonal zu verzeichnen (vgl. IW, 2023, S. 4). Gleichzeitig war die Zahl der Studierenden wider. Folglich sind Veränderungsprozesse im Zuge der Digitalisierung notwendig, um bestehende Strukturen zu modernisieren und durch heterogene Gruppen von Expert\*innen an aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen anzupassen. Nur so können vielschichtige Probleme gelöst und Diskriminierung innerhalb von technologischen Systemen vermieden werden (vgl. Maier-Rabler, 2022, S. 103ff.).

### 2.1.2 Gender-Gap

Es zeigt sich, dass Branchen mit dem größten geschlechtsspezifischen Ungleichgewicht häufig auch den gravierendsten Fachkräftemangel aufweisen (vgl. Hickmann und Koneberg, 2022, S. 1). Derzeit entscheiden sich deutlich weniger Frauen als Männer für eine Ausbildung oder ein Studium im MINT-Sektor (vgl. Anger et al., 2023, S. 32). Infolgedessen machten Frauen im Jahr 2022 lediglich knapp ein Fünftel der IT-Fachkräfte in Deutschland aus (vgl. Hickmann und Koneberg, 2022, S. 2).

Ein Grund hierfür sind die zuvor beschriebenen, bestehenden Stereotype. Diese führen dazu, dass viele Frauen von einem Studium der Informatik und der Naturwissenschaften Abstand nehmen (vgl. Maier-Rabler, 2022, S. 100). Zudem werden Frauen, die als Programmiererinnen tätig sind, nicht nur mit sexistischen Vorurteilen konfrontiert, sondern leiden vermehrt unter Selbstzweifeln hinsichtlich ihrer Fähigkeiten. Oft spielt hier auch das sogenannte „Impostor-Syndrom“ eine Rolle. Das bedeutet, dass sie trotz ihres objektiven Erfolgs fürchten, ihre Position unverdient erhalten zu haben (vgl. Beckert, 2020, S. 57ff.). Solche Selbstzweifel treten häufig bereits zu Beginn der weiterführenden Schulbildung auf. Dort unterschätzen Mädchen im Vergleich zu Jungen beispielsweise ihre mathematischen Fähigkeiten (vgl. Weinhardt, 2017, S. 1009).

Ein weiterer Grund, weshalb Frauen nicht in die IT-Branche einsteigen oder diese vorzeitig verlassen, könnte der Gender-Pay-Gap sein. Unter diesem Begriff versteht man, dass sie im Durchschnitt für vergleichbare Tätigkeiten einen geringeren Verdienst erzielen als Männer (vgl. Tripp, 2021, S. 7). Diese Lücke entsteht unter anderem durch eine unsichere Einschätzung der eigenen Kompetenzen im Vergleich zu männlichen IT-Fachkräften, ineffektive Gehaltsverhandlungen sowie eingeschränkte Aufstiegschancen (vgl. Beckert, 2020, S. 69f.).

In Kapitel 2.3 werden die strukturellen und sozialen Herausforderungen für Mädchen und junge Frauen in der MINT-Branche noch einmal detaillierter beleuchtet.

### 2.1.4 Sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche in MINT

Der Übergang von der Schule in den Beruf stellt für Jugendliche eine besonders risikoreiche Phase dar, da in dieser Zeit wesentliche Weichen für das zukünftige Erwachsenenleben gestellt werden (vgl. Heckhausen & Tomasik, 2002, S. 3). Beeinflusst wird der Berufswahlprozess dabei mitunter durch die soziale Herkunft (vgl. Brändle & Müller, 2014, S. 88). Da diese sozioökonomischen Bedingungen auch den Bildungsweg stark beeinflussen, sehen sich benachteiligte Jugendliche schon früh in ihrer Bildungslaufbahn mit Hindernissen konfrontiert (vgl. Albert et al., 2019, S. 5). Das führt dazu, dass etwa ein Viertel von ihnen letztlich nicht in den Arbeitsmarkt eintritt (vgl. Dohmen et al., 2021, S. 27).

Obwohl MINT-Berufe hervorragende berufliche Perspektiven bieten, entscheiden sich neben Frauen auch sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche weniger häufig für einen MINT-Beruf, selbst wenn sie die entsprechenden Qualifikationen vorweisen können (vgl. Anger et al., 2023, S. 21). So nennen beispielsweise Mädchen mit Migrationshintergrund MINT-Berufe seltener als Berufswunsch als Mädchen ohne Migrationshintergrund (vgl. Wentzel, 2013, S. 23). In der Studie des mmb Instituts im Auftrag von MINTvernetzt heißt es dazu, dass die Bildungserfahrung und

der Status der Eltern die Bildungs- und Berufsentscheidungen von Schüler\*innen beeinflusst. Häufig fehlen ihnen dabei Vorbilder aus dem MINT-Bereich mit ähnlichem sozialen Hintergrund, an denen sie sich orientieren können. Weiter heißt es in der Studie, dass es eine ausgeprägte Kompetenzlücke zwischen Kindern aus sozioökonomisch benachteiligten und privilegierten Familien gibt. Dabei beeinflussen die ökonomischen und kulturellen Ressourcen der Familie, inwieweit Kinder und Jugendliche Zugang zu außerschulischen MINT-Bildungsangeboten erhalten (vgl. MINTvernetz, 2023, S. 2).

Es gibt viele Gründe, warum benachteiligte Jugendliche sich gegen MINT Berufe entscheiden. So befinden sich bereits in der Grundschule Kinder mit Migrationshintergrund in Bezug auf Mathematik und Naturwissenschaften in den unteren Kompetenzstufen. Leistungsunterschiede ergeben sich dabei aber nicht nur durch die mangelnde Hilfestellung der Eltern, sondern auch durch sozioökonomische Benachteiligung im Allgemeinen, Strukturen und Praktiken innerhalb des Bildungssystems oder durch Sprachbarrieren (vgl. Wendt et al., 2020, S. 292f.). In der Schule mangelt es zudem an entsprechenden Vorbildern, da Lernmaterial für Schüler\*innen meist nur ein geringes Spektrum an Diversität aufweist. So kann der Eindruck entstehen, dass bestimmte Berufssektoren nur durch “die typischen Akteur\*innen” gestaltet werden kann (vgl. Götschel, 2023, S. 39).

Zudem beeinflussen das persönliche Umfeld, das eigene Selbstkonzept (vgl. Müller et al., 2018, S. 5) sowie der Beruf der Eltern die Berufswahl (vgl. Mohr, 2022, S. 204). Letzterer hat zudem einen signifikanten Einfluss darauf, wie Mädchen ihre technischen Fähigkeiten einschätzen (vgl. ebd., S. 207f.). Insbesondere Mädchen mit Migrationshintergrund, die anfänglich ein breites Spektrum an Berufsfeldern in Betracht ziehen, tendieren dazu, dieses Spektrum zum Zeitpunkt der Berufswahl zugunsten anderer Berufsbereiche zu verengen, wodurch MINT-Berufe in den Hintergrund rücken (vgl. Wentzel, 2013, S. 2). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sie sich vor allem für Berufe entscheiden, bei denen sie sich die größten Chancen auf dem Arbeitsmarkt erhoffen (vgl. ebd., S. 25).

Auch hier liegt es folglich nahe, benachteiligte Jugendliche frühzeitig durch eine geeignete Berufsberatung zu unterstützen (vgl. Anger et al., 2023, S. 21).

In Kapitel 2.4 werden die Herausforderungen für sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche noch einmal ausführlicher dargestellt.

## 2.2 Fehlende Angebote zur Berufsorientierung in frühen Bildungsphasen

Ein entscheidender Grund für den Fachkräftemangel in der IT- und Informatikbranche liegt in der fehlenden frühzeitigen Orientierung von Kindern und Jugendlichen in Bezug auf diese Fachrichtungen. Bereits in den frühen Bildungsphasen mangelt es an systematischen Angeboten, die das Interesse und die Kompetenzen im Bereich Informatik fördern könnten. Oft scheitert es an begrenzten Kapazitäten der Lehrkräfte, unzureichendem Fachwissen, fehlender technischer Ausstattung oder an der geringen Attraktivität des Fachs. Gleichzeitig spielen das private Umfeld, wie Eltern und Peer Groups, eine zentrale Rolle bei der Berufswahlorientierung von Kindern und Jugendlichen. Dieses Kapitel beleuchtet die Auswirkungen dieser fehlenden Orientierungsangebote sowohl im schulischen als auch im privaten Kontext und zeigt, wie diese Defizite den Weg in die IT-Branche erschweren.

### 2.2.1 Schulischer Kontext

Im schulischen Kontext fehlt es laut Umfragen an ausreichenden Orientierungsangeboten, die Schüler\*innen auf das Leben vorbereiten. In einer Umfrage im Jahr 2019 sprechen sich 49 % der Befragten über 18-Jährigen dafür aus, das Fach „Berufs- und Studienorientierung“ als verpflichtenden Bestandteil des Lehrplans einzuführen (vgl. YouGov,

2019). Deutschland hat im Bereich der digitalen Bildung an Schulen noch erheblichen Nachholbedarf, insbesondere wenn es darum geht, digitale Kompetenzen und IT-Berufsorientierung flächendeckend und praxisorientiert zu fördern. Hierbei lassen sich vier Gründe identifizieren: die fehlende Kapazität und die fehlende fachliche Kompetenz der Lehrenden, die Ausstattung der Schuleinrichtung und das mangelnde Angebot des Faches Informatik. Auf jeden dieser Aspekte wird im Folgenden detaillierter eingegangen.

### Fachkräftemangel bei Informatiklehrkräften

Als Erstes ist hierbei der Fachkräftemangel im Bereich der Informatiklehrkräfte zu nennen. Nicht nur die deutsche Wirtschaft, sondern auch das deutsche Bildungssystem steht vor der Herausforderung, sich einer sich digital immer schneller wandelnden Welt anpassen zu müssen. Für Lehrkräfte ist es eine zusätzliche Belastung, im eng getakteten Lehrplan nun auch digitale Lerninhalte zu vermitteln.

Neben dem reinen Unterricht, der nur einen Teil ihrer Tätigkeit ausmacht, nehmen Vorbereitungs- und Nachbereitungszeit, Korrekturarbeiten sowie die individuelle Betreuung der Schüler\*innen viel Zeit in Anspruch. Die Vorgaben der Lehrpläne zielen darauf ab, dass bestimmte Lernziele innerhalb eines begrenzten Zeitrahmens erreicht werden. Dieser bereits straffe Zeitplan lässt wenig Raum für zusätzliche Inhalte. Der Lehrkräftemangel in vielen Regionen Deutschlands verschärft die Situation weiter (vgl. Nationales MINT Forum, 2023).

Um den empfohlenen Umfang an Informatikunterricht von sechs Wochenstunden in der Sekundarstufe I bundesweit anzubieten, werden mindestens 32.800 Lehrkräfte benötigt. Im vergangenen Schuljahr waren jedoch nur knapp 10.000 Informatiklehrkräfte beschäftigt, wodurch eine Lücke von mindestens 22.800 Lehrkräften entstand (vgl. Informatik-Monitor, 2024). Im Jahr 2023 haben sich zwar über 1.200 neue Informatiklehrkräfte qualifiziert, jedoch fast drei Viertel davon durch Weiterbildungen bereits angestellter Lehrkräfte. Quer- und Seiteneinstiege in den Lehrerberuf machten nur 5 % und Lehramtsstudierende mit dem Fach Informatik 14 % aus. Gleichzeitig wird im Lehramtsstudium Informatik von einem Drittel der Studierenden mit dem Fach Mathematik kombiniert, was den Einsatz als Informatiklehrkraft einschränkt, da Mathematik ebenfalls ein Mangelfach ist. Hinzu kommt, dass nur knapp ein Drittel der jährlich rund 1.100 Erstsemester das Lehramtsstudium der Informatik auch abschließt – das ist verglichen mit anderen Studiengängen eine schlechte Quote (vgl. Informatik-Monitor, 2024, S.2).

Lehrkräfte in Deutschland haben also aus zeitlichen, personellen und organisatorischen Gründen oft keine Kapazitäten, zusätzliche digitale Bildungs- und MINT-Angebote zu realisieren (vgl. Nationales MINT Forum, 2023).

### Fehlende fachliche Kompetenz der Lehrkräfte

Neben dem Fachkräftemangel kommt auch die z. T. fehlende fachliche Kompetenz der Lehrkräfte hinzu. So zeigt eine Studie der Vodafone Stiftung Deutschland, dass deutsche Lehrkräfte ihre digitalen Kompetenzen im Vergleich zu ihren europäischen Kolleginnen und Kollegen schlechter einschätzen. Die teilnehmenden Lehrkräfte beurteilen ihre digitalen Kompetenzen im Unterricht anhand von fünf Stufen: 5 % sehen sich als „Leader“ mit umfassendem Strategie Repertoire, 33 % als „Experts“, die Technologien kompetent und kreativ nutzen, 32 % als „Explorer“, die digitale Tools gelegentlich einsetzen, 20 % als „Beginner“ mit wenig Erfahrung und Unterstützungsbedarf, und 4 % als „Traditional“, die bisher keine Erfahrungen mit digitalen Technologien haben. Hierbei liegt Deutschland in den Kategorien „Leader“ und „Expert“ jeweils 5 % unter dem europäischen Durchschnitt. Diese Unterschiede deuten darauf hin, dass deutsche Lehrkräfte im Bereich der digitalen Bildung noch Aufholbedarf haben (vgl. Vodafone Stiftung Deutschland, 2022, S. 28).

Zudem zeigt sich eine hohe Heterogenität hinsichtlich der digitalen Bildung unter den Lehrkräften. Prof. Dr. Julia

Knopf von der Universität des Saarlandes sieht hier einen dringenden Bedarf an Fortbildungsangeboten für Lehrkräfte in Deutschland. Sie empfiehlt, diesen Fokus verstärkt in alle Phasen der Lehrerausbildung zu integrieren und Fortbildungen gezielt auf Fächer, Klassenstufen und Zielgruppen abzustimmen, um die Lehrkräfte umfassend in der Unterrichtsplanung zu unterstützen (vgl. ebd., S.33). Eine der Ursachen hierfür ist die unzureichende und uneinheitliche digitale Aus- und Fortbildung, die Lehrkräfte erhalten, denn die Lehramtsstudiengänge und Referendariate berücksichtigen digitale Bildung in unterschiedlichem Umfang. Digitale Bildung umfasst dabei nicht nur die Nutzung digitaler Werkzeuge im Unterricht, sondern auch das Verstehen und Vermitteln digitaler Kompetenzen, wie die Handhabung von Informations- und Kommunikationstechnologien, kritische Medienkompetenz sowie die Fähigkeit zur kreativen und produktiven Nutzung digitaler Anwendungen und Einblicke in digitale didaktische Methoden (vgl. Bpb, 2021b).

Die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK), das Beratungsgremium der Kultusministerkonferenz (KMK), hat am 19. September 2022 ihr erstes großes Gutachten mit konkreten Handlungsempfehlungen vorgelegt. Eine davon besagt, die Digitalisierung verbindlich in der Lehrerausbildung zu verankern und alternative Ausbildungswege für Informatik-Lehrkräfte zu schaffen. Ein weiterer Aspekt ist die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit digitalen Inhalten. Hier sind viele Lehrkräfte noch unzureichend aufgestellt. Dies erschwert es ihnen, Schüler:innen umfassend in der kritischen Nutzung und Bewertung digitaler Inhalte zu schulen – ein Aspekt, der in der heutigen Informationsgesellschaft von wachsender Bedeutung ist (vgl. Deutsches Schulportal, 2022).

In Bezug auf Bildungsangebote, die speziell auf die Orientierung und Förderung von Kindern ausgerichtet sind, stehen solche zwar zur Verfügung, werden jedoch weitgehend an Schulen nicht genutzt. Hier sind es mehr Lernmanagementsysteme wie Moodle, itslearning oder lserv, die Schulen nutzen, um Unterrichtsmaterialien bereitzustellen, Hausaufgaben zu organisieren und interaktive Lernumgebungen zu schaffen. Vermittlung von Medienkompetenz gibt es vereinzelt über Programme wie den Medienführerschein Bayern oder das Projekt Klicksafe, die Schüler\*innen den sicheren und verantwortungsvollen Umgang mit digitalen Medien lehren. Der Einstieg ins Programmieren und das algorithmische Denken findet, wenn überhaupt, meist nur in höheren Klassen und als Wahlpflichtangebot oder Arbeitsgemeinschaft (AG) statt, jedoch nicht konsequent ab den niedrigeren Klassenstufen.

## Ausstattung der Schuleinrichtungen

Ein weiterer relevanter Aspekt in den fehlenden IT-Orientierungsangeboten ist die mangelnde IT-Ausstattung der Schulen. Das Deutsche Schulbarometer der Robert-Bosch-Stiftung gibt jährlich Einblick in den aktuellen Stand dieser Ausstattung. Im Juni 2023 gaben nur 59 % der Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen an, über eine ausreichend starke Internetverbindung im Schulgebäude zu verfügen. Dabei ist in den letzten Jahren dennoch eine Steigerung zu vermerken, denn 2020 lag dieser Anteil noch bei 36 %. Die Hälfte aller Lehrkräfte sah immer noch großen Verbesserungsbedarf in der technischen Ausstattung der Schule (50 %; in sozial schwieriger Lage: 61 %) sowie in der technischen Ausstattung der Schülerinnen und Schüler zu Hause (50 %; in sozial schwieriger Lage: 70 %). Der Investitionsstau wurde überdurchschnittlich höher an Förderschulen eingeschätzt. Auch Schulen in sozial schwieriger Lage, die oft in finanzschwachen Kommunen liegen, sind weitaus schlechter technisch ausgestattet (vgl. Deutsches Schulportal, 2024a).

Um dies zu ändern und die Digitalisierung in deutschen Schulen voranzutreiben, wurden bereits Programme wie der Deutsche Aufbau- und Resilienzplan (DARP) und der DigitalPakt Schule initiiert. Dennoch bestehen nach wie vor Herausforderungen in der Umsetzung und Ausstattung.

So werden z. B. bis 2026 im Rahmen des DARP bis zu 205 Millionen Euro bereitgestellt, um Lehrkräften Fortbildungsangebote zur Digitalisierung zu ermöglichen und die Zusammenarbeit in der Lehrkräftebildung zu stärken. Gleichzeitig fehlen in den Schulen jedoch umfassende Angebote zur digitalen Bildung (vgl. BMBF, 2022).

Der DigitalPakt Schule, ein Förderprogramm in Deutschland, das 2019 ins Leben gerufen wurde und bis 2024 läuft,

hat zum Ziel, Schulen dabei zu unterstützen, ihre digitale Ausstattung und Infrastruktur zu verbessern. Insgesamt umfasste der DigitalPakt Schule 1.0 rund 7 Milliarden Euro im Zeitraum von 2019 bis 2024. Davon kamen 6,5 Milliarden Euro aus Bundesmitteln, die von den Ländern um weitere 10 % aus eigenen Mitteln aufgestockt wurden. Auf jede der insgesamt etwa 40.000 allgemeinbildenden und beruflichen Schulen entfielen damit im Schnitt 175.000 Euro (vgl. Deutsches Schulportal, 2024a). Konkret ging es darum, Computer, Tablets, digitale Tafeln, WLAN und andere notwendige technische Geräte bereitzustellen, um Schulen fit für das digitale Zeitalter zu machen. Der Fokus lag also auf der Schaffung einer digitalen Ausstattung und Infrastruktur der Schulen, aber weniger auf digitalen Materialien und neuen Lerninhalten (vgl. ebd.). Das bedeutet, dass die Hardware zwar bereitgestellt wurde, es aber dennoch oft an hochwertigen digitalen Lehrinhalten und an geeigneten Fortbildungen für Lehrkräfte fehlt, um diese Technik sinnvoll in den Unterricht einzubauen und Kinder und Jugendliche an das Thema heranzuführen.

Ein Grund dafür liegt auch im föderalen Bildungssystem in Deutschland, das keine bundesweite Regelung für den Unterricht vorsieht. Dies erschwert die Einführung neuer Inhalte oder Materialien zusätzlich. So hat der DigitalPakt zwar dafür gesorgt, dass die Infrastruktur besser wird, doch für die praktische Umsetzung fehlt vielerorts eine klare Strategie – und auch das pädagogische Personal fühlt sich oft nicht ausreichend vorbereitet, da Fortbildungsangebote zur digitalen Bildung noch ausgebaut werden müssen.

### Informatik im Schulcurriculum

Auch, dass das Angebot des Faches Informatik je nach Bundesland variiert, spielt eine Rolle für die fehlenden Orientierungsangebote in frühen Bildungsphasen. Laut dem aktuellen Informatik-Monitor von Oktober 2024 gehört in einigen Bundesländern Informatik bereits in der Sekundarstufe I, das heißt in den Jahrgangsstufen 5 bis 10, zum Pflichtangebot. Währenddessen wird Informatik in anderen Regionen nur als Wahlfach angeboten (vgl. Informatik-Monitor, 2024, S. 1).

Aktuell erreicht das Pflichtfach Informatik immerhin 71 % der Schüler\*innen in Deutschland, während es im Schuljahr 2019/20 noch nur 33 % erreichte. Dabei sind Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen und das Saarland Spitzenreiter, mit jeweils sechs Wochenstunden Informatik als Pflichtfach. Im Gegensatz dazu planen Bremen und Hamburg erst ab dem Schuljahr 2026/2027 für alle Schüler\*innen der Sekundarstufe I einen verbindlichen Informatikunterricht. Neben den Unterschieden zwischen den Bundesländern ist auch der Stundenumfang sehr heterogen. Langfristig empfiehlt die SWK der Kultusministerkonferenz das Äquivalent von einer Stunde pro Woche von der 5. bis zur 10. Klasse, was über alle sechs Schuljahre der Sekundarstufe I einem Wochenkontingent von sechs Stunden entspricht. Generell erhalten jedoch derzeit nur 6 % der Schüler\*innen diesen empfohlenen Umfang (vgl. ebd.).

Diese Unterschiede resultieren in einer uneinheitlichen Verbreitung des Faches, was dazu führen kann, dass Schüler\*innen aus Bundesländern mit keinem Zugang zu Informatikunterricht weniger Begeisterung für ein Informatikstudium haben (vgl. Gesellschaft für Informatik, 2024, S. 23). Die Ergebnisse des MINT Nachwuchsbarometer 2023 zeigen, dass Schüler\*innen der Oberstufe häufiger Informatik auf grundlegendem Niveau wählen, wenn das Fach bereits in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 unterrichtet wurde. Dies legt nahe, dass frühe Berührungspunkte mit MINT-Fächern auch später ein erhöhtes Interesse hervorrufen. Deshalb sollten besonders in frühen Bildungsphasen erste Kontaktpunkte zu MINT-Themen geschaffen werden (vgl. Ruffer et al. 2011, S. 3ff.). Eine Studie des mmb Instituts im Auftrag von MINTvernetz unterstreicht die Relevanz eines frühzeitigen Kontakts von Kindern zu MINT-Themen, um eine Basis für spätere Kompetenzen zu schaffen (MINTvernetz, 2023, S. 3). Außerdem zeigt eine Analyse österreichischer Schulen, dass Schüler\*innen, die eine HTL (höhere technische Lehranstalt) besuchten, im Fach Informatik, sowohl an Universitäten als auch an Fachhochschulen mindestens +10 Prozentpunkte höhere Verbleibs-/Erfolgsquoten hatten als Schüler\*innen aus allen anderen Schultypen (vgl. Thaler, 2021, S. 193). Jedoch findet sich auch hier der in 1.1.3 bereits erwähnte Gender-Gap schon in der schulischen Ausbildung. Während nur 22 % der Frauen, die eine HTW besuchten, ein Informatikstudium begannen, waren es 52 % der Männer (vgl. ebd., S. 189). Zudem sind Frauen an

deutschen Schulen, gerade in Physik- und Informatikkursen, in der Unterzahl, was herrschende Geschlechterstereotype unterstreicht (vgl. acatech & Joachim Herz Stiftung, 2024, S. 18f.).

Zusammengefasst ist es wichtig, proaktiv die Wahrscheinlichkeit für einen Berufsweg im MINT-Bereich zu unterstützen, um dem Fachkräftemangel und Gender-Gap entgegenzuwirken. Der MINT-Frühjahrsreport 2023 hebt hervor, dass digitale Medienbildung bereits in der Vorschule verankert werden sollte, um frühzeitig grundlegende Kompetenzen zu fördern. Ebenso empfiehlt der Bericht, das Fach Informatik ab der Primarstufe in den Lehrplan aufzunehmen, um Kinder frühzeitig an technologische Themen heranzuführen. Zur nachhaltigen Förderung der MINT-Bildung seien zudem umfassende Maßnahmen entlang der gesamten Bildungskette erforderlich. Diese sollen durch eine gezielte Stärkung außerschulischer Angebote ergänzt werden, die jungen Menschen praxisnahe Zugänge und Erfahrungen ermöglichen. Dabei sollte der Fokus insbesondere auf der gezielten Integration von bisher in der Informatik unterrepräsentierten Gruppen liegen (vgl. IW, 2023, S.11ff.). Genau hier setzen wir mit dem im Rahmen des TALAINTEED Projektes entwickelten Onlinekurses an.

## 2.2.2 Im privaten Kontext

Die Ausbildungs- und Berufsentscheidung von Jugendlichen ist das Ergebnis zahlreicher, miteinander verbundener Einflüsse und Prozesse entlang ihres Lebens- und Bildungsweges. Zu diesen Einflussfaktoren gehören neben dem in 2.2.1 diskutierten schulischen und lehrenden Kontext auch der Freundeskreis sowie die Familie.

Dieses persönliche Umfeld ordnet sich in das gesellschaftliche Umfeld, das durch weitere Faktoren wie Rollenbilder, Stereotype, Medien, Berufsbezeichnungen und -images geprägt ist, ein. Das Individuum wird von diesen Instanzen beeinflusst und bildet so letztendlich Präferenzen für den späteren Beruf aus (vgl. Müller et al., 2018, S. 40f). Diese Einflüsse aus Familie, Freundeskreis sowie den Medien werden im Folgenden näher beleuchtet.

### Einfluss von Eltern, Freund\*innen und Peergroups

Eltern, Freund\*innen und Peergroups prägen über alle Lebensphasen hinweg das Selbstbild und damit auch die Berufswahl von Jugendlichen (vgl. ebd., S. 30f.). So geben 2023 in einer Online-Umfrage unter Personen zwischen 15 und 25 Jahren 45 % an, dass sie sich bei Familie und Freund\*innen über Ausbildungsangebote informieren (vgl. WJD, 2023). Bis zur Pubertät sind die Eltern und pädagogisches Personal besonders einflussreich, während im jugendlichen Alter Freund\*innen und Peergroups zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Der Einfluss der Eltern gilt dabei als einer der stärksten Einflüsse für die Berufswahl (vgl. Müller et al., 2018, S. 30f.). 2013 gaben 69 % der Jugendlichen an, dass sie gerne mit ihren Eltern über Berufswahl und Studienwahl unterhalten (vgl. Mondelez, 2013). Eltern spielen also eine entscheidende Rolle bei der Berufs- und Studienwahl ihrer Kinder und sollten diese individuell begleiten und unterstützen. Diese Prozessbegleitung lässt sich in vier zentrale Unterstützungsfelder gliedern: emotionale, instrumentell-materielle, informatorisch-beratende sowie interpretativ-rückmeldende Unterstützung. Durch emotionale Unterstützung schaffen Eltern ein Umfeld aus Wertschätzung, Vertrauen und Sicherheit, das Motivation und Selbstbewusstsein ihrer Kinder stärkt. Mithilfe instrumentell-materieller Unterstützung leisten sie praktische Hilfen wie Anmeldungen, finanzielle Unterstützung und den Zugang zu Netzwerken. Ihre informatorisch-beratende Unterstützung bietet Orientierung durch wertvolle Ratschläge und Informationen, die auf ihrer Lebenserfahrung basieren. Mit interpretativ-rückmeldender Unterstützung fördern Eltern die Selbsteinschätzung ihrer Kinder, indem sie ehrliches Feedback geben und gezielt Fragen stellen, die den Entscheidungsprozess unterstützen (vgl. Bundesagentur für Arbeit, 2020, S. 9f). Eine Interviewstudie mit ehemaligen Girls' Day-Teilnehmerinnen, die sich in Ausbildung und Studium befinden, zeigt zudem, dass der berufliche Hintergrund der Familie eine zentrale Rolle für Frauen mit technikorientierten Berufszielen gespielt hat. Dies zeigte sich darin, dass fast alle Väter der Be-

fragten im technischen Bereich arbeiten. Unter den befragten Studentinnen sind sogar alle Väter im Ingenieurbereich tätig (vgl. Wentzel, 2008).

Im Verlauf der Pubertät lösen sich Jugendliche zunehmend von der Kernfamilie und orientieren sich stärker an Peer-Beziehungen wie Freund\*innen, Mitschüler\*innen oder Vereinskolleg\*innen, die zu wichtigen Referenzgruppen werden. (Ganztags-)Schulen und Vereine sind zentrale Orte, um Freundschaften zu knüpfen, die sich dabei häufig nach Alter und Bildungshintergrund ausrichten. Peers bieten soziale Unterstützung, fördern Sozialkompetenzen und fungieren als „Entwicklungshelfer“, insbesondere bei schulischen Herausforderungen und Übergangsprozessen (vgl. Beierle, 2013, S. 8f). Der Einfluss dieser Peers auf die Berufsorientierung ist zu Beginn eher gering und diffus, nimmt jedoch mit wachsender persönlicher Relevanz des Themas zu. Eine frühe Konfrontation mit Berufsorientierung in der Schule kann bei einigen Jugendlichen negativ besetzt sein und zu einer Abwehrhaltung führen. Negative Einstellungen können dazu führen, dass Bildungsziele und engagiertes Lernverhalten durch Peers sanktioniert werden. Sobald die Berufswahl als persönlich relevant empfunden wird, übernehmen Gleichaltrige eine unterstützende Rolle. Soziale Vergleichsprozesse haben dabei sowohl positive als auch negative Effekte, die oft erst rückblickend bewusst werden. Ältere Geschwister, Cousins oder Bekannte spielen zudem häufig eine beratende Rolle, wobei solche Gespräche meist von den Jugendlichen selbst initiiert werden (vgl. ebd., S. 48f).

### Einfluss von Digitalisierung und Medien

Die Digitalisierung transformiert die Arbeitswelt grundlegend. Technologische Fortschritte ermöglichen flexible, orts- und zeitunabhängige Arbeitsformen, was dazu führt, dass traditionelle Vollzeitverhältnisse zurückgedrängt werden und der Anteil atypischer Beschäftigungsverhältnisse wächst. Auch die Anforderungen an Qualifikation, lebenslanges Lernen und Mobilität steigen deutlich. Die Nachfrage nach hochqualifizierten Tätigkeiten sowie die Akademisierung der Berufsbilder nimmt zu. Durch die Vielzahl dieser neuen und veränderten Berufsbilder wird es immer schwieriger für junge Erwachsene, sich in ihrer Berufswahl zu orientieren (vgl. Behrens et al., 2017, S. 23f.).

Kinder machen spätestens ab dem 12. Lebensjahr erste Schritte im Internet. Über die Hälfte der Kinder im Alter von sechs bis sieben Jahren nutzt inzwischen zumindest gelegentlich ein Smartphone, während dies 2014 nur für jedes fünfte Kind zutraf. Dabei werden Schüler\*innen nur selten direkt über die Hintergründe der digitalen Welt aufgeklärt. Ein tieferes Verständnis für die zugrundeliegenden Mechanismen und reflektierte Nutzung liegt dabei selten vor (vgl. Bitkom, 2021, S. 3). Durch das Darstellen von Bildern und Narrativen stellen digitale Medien so unbewusst erste Weichen in der Berufswahlentscheidung von jungen Menschen (vgl. Müller et al., 2018, S. 32). Jugendliche verwenden das Internet 2013 primär, um mit Freund\*innen zu kommunizieren, während die Berufsorientierung eine untergeordnete Rolle spielt. Zwar sind die Onlineportale der Bundesagentur für Arbeit bekannt, sie werden jedoch meist nur im schulischen Umfeld genutzt, da sie als wenig interaktiv und nicht authentisch wahrgenommen werden (vgl. Beierle, 2013, S. 48f). Im Jahr 2023 sind Online-Jobportale jedoch mit 46 % die am häufigsten genutzte Informationsquelle für Ausbildungsangebote bei den 15- bis 25-Jährigen. Und auch andere Online-Angebote spielen eine wichtige Rolle. 33 % der Befragten nutzten Unternehmenswebseiten, gefolgt von Social-Media-Kanälen der Unternehmen mit 22 %. Influencer\*innen auf Social Media dienen 13 % der Jugendlichen als Informationsquelle (vgl. WJD, 2023).

Digitale Medien haben somit einen entscheidenden Einfluss auf die Karrierewahl. Allerdings werden sie dafür wenig oder unzureichend im privaten Umfeld genutzt. Der Einsatz von digitalen Inhalten und Methoden in der Schule, die bei der Berufsorientierung helfen, können dazu beitragen, dass diese auch vermehrt im privaten Rahmen genutzt werden. Der im Rahmen der Studie entwickelte Onlinekurs versucht hier anzusetzen und sowohl eine digitale Berufsorientierung anzubieten, als auch auf den digitalen Raum als Ort für Berufsorientierung außerhalb des schulischen Umfelds aufmerksam zu machen.

## 2.3 Herausforderungen für Mädchen und junge Frauen

Der Zugang zu Bildung ist ein Menschenrecht und eine entscheidende Grundlage für die individuelle und gesellschaftliche Entwicklung. Dennoch stehen Mädchen und Frauen weltweit vor spezifischen Herausforderungen, die ihre Bildungschancen beeinträchtigen und sich somit erheblich auf ihre sozioökonomische Entwicklung und Selbstbestimmung auswirken können. Dazu gehören kulturelle Normen, gesellschaftliche Diskriminierung, fehlende weibliche Vorbilder und eine unzureichende Infrastruktur (vgl. BMZ, 2024).

Eine Benachteiligung von Mädchen und jungen Frauen ist allerdings nicht nur in der globalen Betrachtung, sondern nach wie vor auch in Deutschland relevant. Speziell wenn es um eine Karriere in den MINT-Branchen und im IT-Bereich geht, sehen sich Mädchen und junge Frauen mit zahlreichen strukturellen und sozialen Hürden konfrontiert. Diese erschweren ihnen den Einstieg und Verbleib in diesen Berufsfeldern. Stereotype, geschlechtsspezifische Vorurteile und ein Mangel an weiblichen Vorbildern führen häufig dazu, dass sie ihre Fähigkeiten in diesen Bereichen unterschätzen oder gar nicht erst in Betracht ziehen. Dieses Kapitel beleuchtet die vielfältigen Herausforderungen, die weibliche Nachwuchskräfte auf ihrem Weg in diese zukunftsweisenden Branchen überwinden müssen, und zeigt auf, welche Veränderungen notwendig sind, um mehr Chancengleichheit zu schaffen.

### 2.3.1 Kulturelle und soziale Normen

Eine zentrale Herausforderung für Mädchen und junge Frauen auf dem Weg in die MINT-Branchen stellt die anhaltende Diskriminierung und Stereotypisierung aufgrund des Geschlechts dar (vgl. Dost, 2024, S. 25). Kulturelle Normen und gesellschaftliche Erwartungen prägen nach wie vor traditionelle Rollenbilder für Jungen und Mädchen, die deren Bildungszugänge und berufliche Chancen erheblich beeinflussen bzw. beschränken (vgl. Baki, 2004, S. 3).

In vielen Ländern werden Mädchen früh verheiratet und übernehmen Verantwortung im Haushalt. Das stellt sie ggf. unter den gesellschaftlichen Druck, die Ehe und Familienpflichten über Bildung und Karriere zu stellen. Dies führt häufig zu hohen Schulabbruchraten und niedrigen Einschulungsquoten (vgl. Kuteesa et al., 2024, S. 633).

Auch in Deutschland wirkt sich die historisch und kulturell geprägte, "traditionelle" Geschlechterrolle der Frau weiterhin auf Bildungs- und Berufswege aus. Frauen entscheiden sich nach wie vor überproportional häufig für sogenannte "Frauenberufe", die sich gut mit der Verantwortung der Familienfürsorge vereinbaren lassen. MINT-Berufe gehören in der Regel nicht zu diesen Tätigkeiten (vgl. Augustin-Dittmann & Gotzmann, 2014, S. 7).

Die unzureichende Infrastruktur und fehlende Ressourcen in ländlichen und benachteiligten Gemeinschaften verschärfen diese Problematik zusätzlich. Der begrenzte Zugang zu sicheren Schulen, angemessenen sanitären Einrichtungen und Transportmöglichkeiten wirkt sich überproportional negativ auf die regelmäßige Schulteilnahme von Mädchen aus (vgl. Small & van der Meulen Rodgers, 2023, S. 3; Sen et al., 2007, S. 25). Für unser Projekt ist dies insbesondere für Mädchen mit Migrationshintergrund oder geflüchtete Schülerinnen, die bereits mit zusätzlichen Barrieren wie Sprachhürden oder Diskriminierung zu kämpfen haben, relevant.

### 2.3.2 Institutionelle Barrieren

Institutionelle Barrieren spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle. Diskriminierende Richtlinien und Praktiken innerhalb von Bildungssystemen tragen dazu bei, Geschlechterstereotypen aufrechtzuerhalten. Dies zeigt sich in voreingenommenen Lehrplänen, der ungleichen Verteilung von Ressourcen und der begrenzten Vertretung von Mädchencin Führungsrollen in Schulen und Hochschulen (vgl. Kuteesa et al., 2024, S. 633). Ökonomische Ungleichheiten und finanzielle Belastungen stellen ebenfalls wesentliche Hürden für die Förderung von Geschlechtergerechtigkeit dar. In einkommensschwachen Familien wird die Bildung von Jungen häufig priorisiert, wodurch Mädchen Bildungschancen verlieren. Dies zeigt sich nicht nur in den Einschulungsraten, sondern auch in den Abschlussquoten, die für

Mädchen oft deutlich niedriger sind (vgl. Witenstein & Palmer, 2013, S. 165). Hinzu kommen indirekte Bildungskosten wie Schulgebühren, Ausgaben für Uniformen oder Transportmittel, die für finanziell benachteiligte Familien eine erhebliche Belastung darstellen können (vgl. Evans et al., 2023). In einigen Fällen werden Mädchen aus der Schule genommen, um Ressourcen für andere notwendige Ausgaben umzuleiten (vgl. Nzina, 2019, S. 301f.).

### 2.3.3 Stereotype Sozialisierungsprozesse

Neben diesen infrastrukturellen und institutionellen Barrieren wird die geringe Präsenz von Frauen in MINT-Berufen durch stereotype Sozialisierungsprozesse weiter verstärkt. Mädchen entwickeln oft ein geringeres Vertrauen in ihre mathematischen Fähigkeiten, obwohl ihre tatsächliche Kompetenz in diesem Bereich gleichwertig zu der ihrer männlichen Mitschüler ist (vgl. Schwarze, 2014, S. 22). Geschlechterklischees prägen von klein auf das Spiel- und Lernverhalten von Kindern. Spielzeuge, die für Jungen als “technisch” und für Mädchen als “kreativ” oder “sozial” angesehen werden, tragen zur geschlechtsspezifischen Differenzierung der Interessen bei. Studien zeigen dabei, dass Eltern geschlechtstypisches und geschlechtsneutrales Spielzeug als wünschenswerter für ihre Kinder einstufen als geschlechtsuntypisches Spielzeug. Zudem zeigten die Befragungen, dass Eltern aus bildungsfernen Schichten stärker klassische Rollenbilder vertreten (vgl. Kollmayer et al., 2018, S. 5f.) Solche Rollenklischees setzen sich in der schulischen Bildung fort, wo Mädchen oft weniger gefördert werden und seltener praktische Erfahrungen im MINT-Bereich sammeln. Diese Problematik wird durch das Fehlen weiblicher Vorbilder und unzureichende Kenntnisse über die Anwendungsgebiete von MINT-Berufen verstärkt (vgl. Maier-Rabler, 2022, S. 101f.).

Von zentraler Bedeutung ist die Phase zwischen 10 und 15 Jahren, in der Mädchen besonders empfänglich für Einflussfaktoren in Bezug auf ihr Interesse an MINT-Berufen sind (vgl. Spieler, 2023, S. 98). Eine gezielte Förderung in dieser Lebensphase durch schulische Angebote ist daher essentiell (vgl. ebd., S. 103f.). Ebenso wichtig ist es, Schülerinnen durch weibliches Fachpersonal Einblicke in die IT- und MINT-Branche zu geben, um Stereotype abzubauen und Vorbilder zu präsentieren, die sie zur Nachahmung motivieren können (vgl. Beckert, 2020, S. 61).

Insgesamt zeigt sich, dass kulturelle und soziale Normen nach wie vor einen wesentlichen Einfluss auf die Berufswahl und die Karriereentwicklung von Mädchen und Frauen ausüben. Um diese Barrieren zu überwinden und mehr weibliche sozialisierte Personen für Berufe in der MINT-Branche zu gewinnen, ist ein gemeinschaftliches Umdenken auf gesellschaftlicher, schulischer und individueller Ebene notwendig. Dies erfordert nicht nur strukturelle Veränderungen, sondern auch gezielte Anstrengungen, stereotype Denkmuster aufzubrechen und geschlechtergerechte Bildung zu fördern.

## 2.4 Herausforderungen für sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche beim Bildungserwerb

Der sozioökonomische Hintergrund von Jugendlichen hat in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern einen großen Einfluss auf ihre berufliche Laufbahn. So zeigt die Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung (IGLU) von 2021, dass z. B. Unterschiede in der Lesekompetenz von Viertklässlern, welche mit dem Migrationshintergrund der Kinder zusammenhängen, im Vergleich zu dem Durchschnitt der EU- und OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)-Teilnehmerstaaten in Deutschland stärker ausgeprägt sind. Diese sozialen Disparitäten haben sich seit der ersten IGLU Studie 2001 praktisch nicht verändert. Daraus kann ein entscheidender Nachteil im weiteren Bildungsverlauf der Betroffenen entstehen, denn Lesekompetenz stellt für die schulische Bildung und die Teilhabe an der Gesellschaft eine entscheidende Kompetenz dar (vgl. McElvany et al., 2021, S. 18f.).

Auch das Programme for International Student Assessment, kurz PISA, macht in seiner letzten Erhebung 2022 klar, dass im Vergleich zu anderen Ländern die herkunftsbezogenen Disparitäten in Deutschland stark ausgeprägt sind. So

hängt z. B. speziell das Ausmaß der mathematischen Kompetenzen 15-jähriger Schüler\*innen sehr stark von sozioökonomischen und soziokulturellen Merkmalen ab (vgl. Reiss et al., 2023, S. 163).

Im folgenden Kapitel soll deshalb genauer darauf eingegangen werden, wie der sozioökonomische Hintergrund der Jugendlichen ihre beruflichen Erfolgchancen beeinflusst.

### 2.4.1 Soziale Herkunft und Migrationshintergrund

Soziale Herkunft ist komplex und vielschichtig, da sie durch die sozioökonomische Stellung der Familie bestimmt wird. Bildung, ethnische Herkunft und Jugendsozialisation spielen eine entscheidende Rolle. Die Charta der Vielfalt e. V. definiert: "Der Begriff soziale Herkunft beinhaltet mehrere, sich überschneidende Ebenen und sollte immer in Verbindung mit anderen sozialen und politischen Kategorien verstanden werden." (Charta der Vielfalt, 2021, S. 2).

Soziale Herkunft beeinflusst unter anderem, welche Schulart besucht wird. An Schulen mit geringeren Kompetenzanforderungen sind Schüler\*innen mit Migrationshintergrund signifikant stärker vertreten. Die Bundeszentrale für politische Bildung (bpb) zeigt auf, dass 2018 36 % der gesamten Schülerschaft in Deutschland einen Migrationshintergrund haben. Diese sind dabei an Hauptschulen überdurchschnittlich vertreten, denn dort beträgt der Anteil 57 %, während er an Gymnasien lediglich bei 30 % liegt. Außerdem besuchen Schüler\*innen, deren Eltern einen höheren allgemeinbildenden oder beruflichen Abschluss haben, seltener Hauptschulen und häufiger Gymnasien. An Gymnasien haben 66 % der Schüler\*innen Eltern, die über die Fachhochschul- oder Hochschulreife verfügen, an Hauptschulen macht ihr Anteil nur 17 % aus (vgl. Bpb, 2021a). Die IGLU Analyse zeigt diesen Unterschied sogar schon deutlich früher in der beruflichen Laufbahn der Schüler\*innen auf: Schüler\*innen, die aus bildungsfernen Familien stammen, erhalten trotz gleicher Lesekompetenz und kognitiver Fähigkeiten deutlich seltener eine Gymnasialempfehlung von Lehrkräften, als ihre Mitschüler\*innen aus bildungsnahen Familien (vgl. McElvany et al., 2021, S. 21).

Ähnlich sieht es bei Studienanfänger\*innen 2016 in Deutschland aus. Familien, in denen mindestens ein Elternteil einen Hochschulabschluss besitzt, machen mit 53 % einen fast doppelt so hohen Anteil unter den Studienanfänger\*innen aus, als die 28 % in der alterstypischen Bevölkerung. Im Gegensatz dazu sind junge Menschen aus Familien mit maximal einem beruflichen Abschluss der Eltern unter den Studienanfänger\*innen mit 30 % deutlich unterrepräsentiert, obwohl ihr Bevölkerungsanteil bei 53 % liegt (vgl. Bpb, 2023). Der Sachverständigenrat für Integration und Migration schreibt dazu, dass die kulturellen Ressourcen, wie Bildungserfahrungen, Abschlüsse und der Besitz von Büchern im Elternhaus, die Bildungslaufbahn der Kinder stark beeinflussen. Eltern mit höherer Bildung kennen das Bildungssystem besser, haben weniger Hemmungen gegenüber weiterführenden Schulen wie Gymnasien und Universitäten und treffen dadurch oft gezieltere Entscheidungen für ihre Kinder. Sie können fehlende Gymnasialempfehlungen leichter übergehen und verfügen durch ihren Hochschulabschluss über mehr Autorität in Gesprächen mit Lehrkräften (vgl. Lokhande, 2016, S. 9).

Außerdem haben auch die unterschiedlichen Möglichkeiten an Lerngelegenheiten im Elternhaus Auswirkungen auf den Bildungsweg von Kindern. Eltern mit niedrigerem Bildungsniveau lesen ihren Kindern seltener vor und fördern sie weniger aktiv beim Lernen. Besonders wenn die Kinder älter werden, fällt es ihnen oft schwerer, bei den Hausaufgaben zu helfen. Durch die familiäre Prägung entwickeln Kinder unterschiedliche Lernmotivation und Fähigkeiten, was sich direkt auf ihre schulischen Leistungen auswirkt. Wenn in der Familie eine andere Sprache als Deutsch gesprochen wird, haben die Kinder oft weniger Möglichkeiten, die deutsche Sprache zu erlernen. Beim Eintritt in die Kita zeigen sie dann häufig deutliche Sprachdefizite, die sich teilweise bis in die Grundschule hineinziehen. Schließlich scheitern Kinder, die in der Familie weniger gefördert werden, durch ihre schlechteren Schulleistungen an den Übergängen innerhalb des Schulsystems (vgl. ebd., S. 30).

### 2.4.2 Materielle Voraussetzungen und Zugangsunterschiede

Die materiellen Voraussetzungen und der Zugang zu Ressourcen spielen eine zentrale Rolle für den Bildungserfolg von Schüler\*innen, insbesondere für diejenigen aus sozioökonomisch benachteiligten Familien. Der Gymnasialbesuch variiert stark je nach Haushaltseinkommen der Eltern: Bei einem monatlichen Einkommen unter 2.600 € besuchen 26,8 % der Kinder das Gymnasium, während es bei einem Einkommen über 5.500 € 60,8 % sind. Auch die Berufstätigkeit der Eltern beeinflusst die Wahrscheinlichkeit eines Gymnasialbesuchs: Sie liegt bei 48 %, wenn beide Elternteile arbeiten, bei 36,3 %, wenn nur ein Elternteil berufstätig ist, und sinkt auf 18,2 %, wenn kein Elternteil arbeitet (vgl. Ifo, 2023).

Die Erwerbstätigkeit und die höhere berufliche Stellung der Eltern, verbunden mit einem höheren Einkommen, ermöglichen es, Kinder materiell besser für den Bildungsweg zu unterstützen. Im Gegensatz dazu führt Arbeitslosigkeit oder eine niedrige berufliche Position oft zu geringeren Einkommen und damit zu geringerer Unterstützung der Schülerin oder des Schülers zu Hause (vgl. Nold, 2010, S. 140).

Untersuchungen zeigen, dass Familien mit höherem Einkommen bis zu 20 € mehr pro Woche für außerschulische Aktivitäten ausgeben, was sich über die Jahre auf Tausende von Stunden summiert, welche die Kinder mit Angeboten, die ihre kognitiven Fähigkeiten steigern, verbringen (vgl. Mergele et al., 2020).

### 2.4.3 Auswirkungen der COVID-19-Pandemie

Die COVID-19-Pandemie hat die bestehenden sozialen und bildungsspezifischen Ungleichheiten noch weiter verschärft, insbesondere für Schüler\*innen aus benachteiligten Verhältnissen. Das lag u. A. daran, dass Eltern mit geringem Bildungsniveau oder sprachlichen Barrieren ihren Kindern oft nur eingeschränkt bei den schulischen Anforderungen helfen konnten, was zu einem erheblichen Lernrückstand führte. Diese Lernverluste konnten auch nach der Rückkehr zum Präsenzunterricht nicht vollständig ausgeglichen werden und wirken sich bis heute auf die schulischen Leistungen aus (vgl. SVR, 2023).

Die Bundesregierung hat angesichts der anhaltenden Auswirkungen der Pandemie auf Kinder und Jugendliche zahlreiche Maßnahmen entwickelt und teilweise bereits umgesetzt (vgl. IMA, 2023). Dazu gehört das Bundesprogramm „Aufholen nach Corona für Kinder und Jugendliche“, mit dem insbesondere Lernrückstände aufgearbeitet werden sollen (vgl. BMFSFJ, 2022). Außerdem ist das „Startchancen-Programm“ geplant, um gleiche Bildungschancen zu fördern und Benachteiligungen im Bildungsbereich gezielt auszugleichen (vgl. BMBF, 2024a). Ob diese Programme helfen, die Bildungsungleichheiten zu verringern, wird sich allerdings erst in den nächsten Jahren zeigen.

## 2.5 Aktuelle Trends von Lehrkonzepten

Die fortschreitende Digitalisierung hat die Bildungslandschaft nachhaltig verändert und neue Lehrkonzepte hervorgebracht, die den Lernprozess flexibler, interaktiver und individueller gestalten. Insbesondere die COVID-19-Pandemie fungierte als Katalysator für die Entwicklung und Implementierung von Online-Lehrmethoden. Dennoch stehen viele Bildungseinrichtungen vor der Herausforderung, diese digitalen Ansätze langfristig und nachhaltig in den Unterricht zu integrieren.

Im Rahmen des TALAINTEDE-Projekts wird untersucht, wie KI eingesetzt werden kann, um Jugendliche, insbesondere Mädchen und sozioökonomisch benachteiligte Gruppen, für IT- und Digitalberufe zu begeistern. Durch den Einsatz von KI-Avataren sollen personalisierte Lernangebote geschaffen werden, die orts- und zeitunabhängig zugänglich sind. Dieses Kapitel beleuchtet aktuelle Trends und Entwicklungen digitaler Lehrkonzepte, welche in diesem Pro-

jekt Anwendung fanden. Darunter den Status Quo der Online-Lehre, die Vorteile videobasierten Lernens sowie das Potenzial von Gamification. Abschließend wird ein Ausblick auf die Rolle von Künstlicher Intelligenz in der Online-Bildung gegeben und der Bezug zu unserem Projekt hergestellt.

### 2.5.1 Status Quo der Nutzung von Online Lehre & Online Lehrmethoden

Digitalisierung und Mediatisierung spielen bereits seit einigen Jahren eine entscheidende Rolle in unserer Gesellschaft und haben nicht nur verändert, wie wir leben, sondern auch, wie wir lernen. Schon in der Schule soll Kindern beigebracht werden, wie sie mit digitalen Medien richtig umgehen. Gleichzeitig sind diese auch Werkzeuge, um das Lernen zu vereinfachen sowie Lernergebnisse zu analysieren und visualisieren (vgl. Albrecht & Revermann, 2016, S. 50f.).

Großer Treiber der Entwicklung und Implementierung von Online Lehrkonzepten war die Covid 19-Pandemie (vgl. Kenner, 2022, S. 424; Ulbrich, 2021, S. 8). Diese forderte durch Schul- und Universitätsschließungen einen spontanen Rückgriff auf alternative, digitale Lehre. Nach der Krise ergab sich die Möglichkeit, traditionelle Präsenzlehre dauerhaft zu öffnen und Blended Learning Konzepte einzuführen (vgl. Letzel-Alt et al., 2023, S. 722f.). Darunter ist eine Kombination aus Präsenzlehre und Online Kursen zu verstehen. So können Ressourcen gespart werden, ohne die Vorteile des Face-to-Face Unterrichts zu verlieren (vgl. Albrecht & Revermann, 2016, S. 246f.; Werner & Spannagel, 2018, S. 19f.). Online Lehre soll etablierte Lehre also nicht ersetzen, sondern ergänzen, denn die Krise zeigte auch die wichtige Rolle der Schule als sozialen Raum (vgl. Huber et al., 2023, S. 730).

„Flipped Classroom“ ist eine beliebte Blended Learning Methode. Hier eignen sich Lernende neue Themen zuhause an, die dann in Präsenz vertieft und angewendet werden. Digitale Medien und vor allem Videos sind dabei verbreitete Werkzeuge für die Wissensvermittlung. In einigen Schulen wird diese Form von Online Lehre bereits ausprobiert (vgl. Werner & Spannagel, 2018, S. 19f.).

Auch in Hochschulen und Universitäten werden zunehmend unterschiedliche Blended Learning Konzepte eingesetzt (vgl. Kenner, 2022, S. 424f.). Die meisten Ansätze sind jedoch noch weit von professioneller Online Lehre entfernt (vgl. Dieckerhoff, 2018, S. 122). Dabei hat die Pandemie gezeigt, dass eine neue Bildungspraxis, die Präsenzlehre mit digitalen Elementen verknüpft, zeitnah umgesetzt werden sollte (vgl. Huber et al., 2023, S. 730).

Viele Schüler\*innen sprechen sich für eine Zukunft mit Blended Learning aus und dass diese dazu beitragen könnte, Lehrstandards zu verbessern (vgl. Letzel-Alt et al., 2023, S. 722f.; Maatuk et al., 2022, S. 35). Erfahrungen aus dem Fernunterricht in der Krise können bei der Entwicklung und Implementierung helfen (vgl. Huber et al., 2023, S. 730). Denn für die Umsetzung digitaler Lehr- und Lernmethoden wie Blended Learning besteht in den verschiedenen Bildungseinrichtungen deutschlandweit noch großer Handlungs- und Unterstützungsbedarf.

Es ist nicht vollständig geklärt, wie sich diese optimal in pädagogische Konzepte integrieren lassen. Übergreifende Strategien und ein Austausch zum Einsatz digitaler Bildungskonzepte sind anzustreben. Rechtliche Rahmenbedingungen und die Finanzierung sollten geklärt werden (vgl. Albrecht & Revermann, 2016, S. 235ff.). Individuelle Förderung muss gewährleistet sein, um Lernschwache nicht abzuhängen (vgl. Huber et al., 2023, S. 730). Außerdem sollte ein kommunikativer Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden gefördert werden, um die mentale Gesundheit zu schützen (vgl. Donham et al., 2022, S. 22f.).

Die digitale Infrastruktur und technische Ausstattung sind in vielen deutschen Schulen nicht ausreichend. Lehrende und Lernende verzeichnen durch die Pandemie-Erfahrungen zwar einen Kompetenzzuwachs, doch trotzdem mangelt es ihnen oft an digitalen Kompetenzen (vgl. Kenner, 2022, S. 424f.; Schuknecht & Schleicher, 2020, S. 70; Tulodziecki, 2024, S. 68ff.) Der Erwerb dieser sollten in die Lehrausbildung und in den Schulunterricht integriert und Beratungs-

möglichkeiten für alle Beteiligten bereitgestellt werden (vgl. Albrecht & Revermann, 2016, S. 235ff.; Dieckerhoff, 2018, S. 122f.).

In Bezug auf Online Lehre gab es schon vor Covid-19 Nachholbedarf. Die Krise hat das sichtbar gemacht und neue Möglichkeiten für Veränderungen geschaffen (vgl. Fullan, 2020, S. 27). Seitdem wird verstärkt an Neukonzeptionen für Lehrpläne auf allen Bildungsebenen gearbeitet, denn ein bloßer verstärkter Einsatz von Technik reicht nicht aus (vgl. Aktan, 2021, S. 214). Die Zeit für einen großflächigen und kompetenten Einsatz von Online Lehre in allen Bildungseinrichtungen liegt noch vor uns.

### 2.5.2 Videobasiertes Lernen

Im traditionellen Unterricht wird häufig das Lehrbuch als zentrale Methode eingesetzt, was oft zu geringer Motivation und passiver Teilnahme der Schüler\*innen führt (vgl. Sablić et al., 2021, S. 1062). Eine effektive Alternative stellt das videobasierte Lernen dar, bei dem Wissen und Fähigkeiten mithilfe von Videos vermittelt werden (vgl. ebd.). Diese Lernmethode bietet im Vergleich zu traditionellen Ansätzen verschiedene Vorteile:

Videobasiertes Lernen nutzt digitale Plattformen und ermöglicht den Lernenden mehr Flexibilität und Zugänglichkeit, da sie orts- und zeitunabhängig auf die Inhalte zugreifen können (vgl. Hodges et al., 2020, S. 2). Zudem lässt sich das individuelle Lerntempo besser anpassen: Lernende können Videos pausieren, schwierige Passagen wiederholen oder die Geschwindigkeit der Videos nach Bedarf erhöhen (vgl. Kim et al., 2019, S. 5). Videobasiertes Lernen wirkt sich außerdem positiv auf Motivation und Konzentration aus (vgl. Smyrni & Nikopoulos, 2010, S. 307). Besonders für visuelle Lerntypen bietet die Kombination von Bild und Ton einen Mehrwert (vgl. Sablić et al., 2021, S. 1072).

Trotz der vielen Vorteile gibt es auch Herausforderungen. Lernende müssen über die nötige technische Ausstattung verfügen, um auf die Inhalte zugreifen zu können. Zudem erfordert diese Lernmethode ein hohes Maß an Eigenmotivation, da sie häufig ohne direkte Betreuung durch Lehrkräfte erfolgt (vgl. Saikat et al., 2021, S. 4ff.). Ein weiterer Kritikpunkt ist die Länge der Videos – diese sollten möglichst kurz gehalten werden, um die Aufmerksamkeit nicht zu überfordern (vgl. Sablić et al., 2021, S. 1072).

Für die Erstellung erfolgreicher Lernvideos sollten bestimmte Qualitätskriterien beachtet werden: Eine klare visuelle Unterstützung durch Bilder und Grafiken ist entscheidend, um das Gesagte zu verdeutlichen und Orientierung zu bieten (vgl. Buchner, 2019, S. 3). Zusätzliche Elemente wie Markierungen oder Pfeile können ebenfalls hilfreich sein. Videos sollten zudem gut strukturiert sein, zum Beispiel durch Kapitel, um den Lernprozess zu erleichtern. Um eine persönliche Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden zu fördern, kann eine direkte Ansprache („Ich“, „Du“) eingesetzt werden (vgl. ebd., S. 4).

Um digitales Lernen zeitgemäß zu gestalten, ist es wichtig, auf aktuelle Technologien wie z. B. Künstliche Intelligenz zu setzen, die im Bildungsbereich stark an Bedeutung gewinnen (vgl. Zawacki-Richter et al., 2019, S. 1).

### 2.5.3 Gamification

Ein weiterer vielversprechender Ansatz zur effektiven Gestaltung von Lehre ist das spielbasierte Lernen. Dieser Ansatz, auch unter dem Begriff „Gamification“ bekannt, bezeichnet die Anwendung spieltypischer Elemente und Prinzipien in einem nicht-spielerischen Kontext, um das Engagement, die Motivation und das Verhalten der Lernenden zu beeinflussen und zu verbessern (vgl. Toledo Palomino et al., 2019, S. 2). Die beispielhafte Anwendung von Gamification findet sich z. B. in Serious Games oder auch Serious Toys (vgl. Páez-Quinde et al., 2021, S. 4). Vor allem im Bildungsbereich zeigen Studien erfolversprechende Ergebnisse im Zusammenhang mit spielbasierten Lernmethoden

(vgl. Deterding et al., 2011, S. 9 ; Irén, 2021, S. 10).

Spielbasiertes Lernen kann auf viele verschiedene Arten umgesetzt werden. Obwohl der Begriff vermuten lässt, dass "Games" am Lernprozess beteiligt sind, ist der Einsatz dieser nicht zwingend erforderlich. Stattdessen können andere spieltypische Elemente, wie Punkte, Abzeichen oder auch Level, benutzt werden. Diese Elemente werden aus ihrem ursprünglichen Kontext herausgelöst und in Lernumgebungen übertragen (vgl. Deterding et al., 2011, S. 9). Eine weitere mögliche Art, spielbasiertes Lernen umzusetzen, sind z. B. Geschichten, wie sie auch im Lernkurs dieses Projektes implementiert wurden.

Gamification kann dazu beitragen, die Motivation der Lernenden zu beeinflussen und ihre Aufmerksamkeit über eine längere Zeit aufrechtzuerhalten (vgl. Páez-Quinde et al., 2021, S. 3). Auch Geschichten können sich positiv auf den Lernprozess auswirken: Sie können dem Lernenden helfen, einen besseren Draht zum Lerninhalt selbst zu haben und dem Lerninhalt Wichtigkeit zu geben. Somit können Geschichten zu einer größeren Lernmotivation bei den Lernenden führen (vgl. Toda et al., 2019, S. 8). Eine Implementierung von Gamification in Form einer Geschichte kann daher besonders sinnvoll sein.

Spielbasiertes Lernen bietet jedoch nicht nur Vorteile. Ein potenzieller Nachteil besteht unter anderem darin, dass Belohnungssysteme wie Punkte oder Abzeichen Lernenden vermitteln könnten, dass Lernen sich nur aufgrund von externen Belohnungen lohnt (vgl. Lee & Hammer, 2011, S. 4). Eine der häufigsten negativen Auswirkungen einer schlecht umgesetzten Gamification ist ein Leistungsrückgang im Vergleich zum traditionellen Unterricht. Dies kann unter anderem daran liegen, dass die spielerischen Elemente zu komplex oder unzureichend erklärt sind, wodurch sie den Lernprozess eher behindern als fördern (vgl. Toda et al., 2018, S. 7).

Gamification stellt daher kein universelles Rezept für garantierten Lernerfolg dar. Es ist wichtig zu verstehen, dass einige Gamification-Projekte erfolgreich sein werden, während andere vollständig scheitern (vgl. Lee & Hammer, 2011, S. 4). Trotzdem kann spielbasiertes Lernen wesentlich dazu beitragen, Lernprozesse zu optimieren und die Motivation der Lernenden zu erhöhen, weshalb es als wertvolles und bereicherndes Element in der Bildung berücksichtigt werden sollte.

## 2.5.4 Künstliche Intelligenz

Einen der wichtigsten Trends in der modernen Bildungstechnologie stellt die Integration von künstlicher Intelligenz in den Bildungsbereich dar. KI-basierte Systeme verändern nicht nur, wie Lernmaterialien bereitgestellt werden, sondern auch, wie individuelle Lernprozesse gestaltet und evaluiert werden.

Einer der Hauptvorteile von KI in der Online-Bildung ist dabei die Möglichkeit, adaptive und personalisierte Lernumgebungen zu schaffen. KI-Systeme können durch Datenanalyse und maschinelles Lernen individuelle Lernstile und -bedürfnisse der Lernenden identifizieren und darauf basierend personalisierte Empfehlungen geben. Studien zeigen, dass durch KI-gestützte Modelle, die auf die Lernstile von Schülern abgestimmt sind, signifikante Verbesserungen der Lernergebnisse erzielt werden können (vgl. Pardamean et al., 2022, S. 7ff.).

KI bietet zudem auch erhebliche Vorteile für Lehrkräfte, indem sie administrative Aufgaben automatisiert und datenbasierte Einblicke in den Lernfortschritt der Schüler ermöglicht. Zum Beispiel können intelligente Tutoren oder Chatbots wie „EDUBOT“ Routinefragen beantworten, personalisiertes Feedback geben und die Arbeitsbelastung von Lehrkräften reduzieren (vgl. Lakshmi et al., 2022 S. 2ff.). Dies erlaubt es Lehrkräften, sich stärker auf die Gestaltung von Lehrinhalten und die individuelle Betreuung der Schüler zu konzentrieren. Durch den Einsatz von Lernanalytik können Plattformen Lernfortschritte überwachen, Schwachstellen erkennen und gezielte Unterstützungsmaßnahmen anbieten. Eine systematische Übersicht hat gezeigt, dass KI in der Online-Bildung häufig für adaptive Lerntechnolo-

gien und Lernanalysen eingesetzt wird, um Lernende besser zu unterstützen (vgl. Dogan et al., 2023, S. 8ff.).

Trotz der potenziellen Vorteile gibt es auch Herausforderungen. Die Abhängigkeit von KI kann die soziale Interaktion im Lernprozess einschränken und birgt Risiken in Bezug auf Datenschutz und algorithmische Vorurteile. Zudem besteht die Gefahr, dass traditionelle Lehrer-Schüler-Beziehungen durch KI-Technologien ersetzt werden, was die menschliche Komponente des Lernens gefährden könnte (vgl. Zhai et al., 2021, S. 7ff.).

Die Weiterentwicklung von KI in der Bildung konzentriert sich zunehmend auf Technologien wie emotionale KI und immersive Lernumgebungen. Ziel ist es, nicht nur kognitive, sondern auch soziale und emotionale Aspekte des Lernens zu integrieren, um eine ganzheitliche Bildungserfahrung zu bieten (vgl. Yildirim et al., 2021, S. 36ff.). Die Anwendung von KI in der Online-Bildung hat das Potenzial, Lernen effizienter, personalisierter und zugänglicher zu gestalten. Dennoch müssen ethische und soziale Aspekte sorgfältig berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass die Integration von KI nachhaltig und gerecht erfolgt.

Die beschriebenen Herausforderungen in der MINT-Branche, wie der akute Fachkräftemangel, stereotype Berufsbilder, geschlechtsspezifische Ungleichheiten und die fehlende frühzeitige Orientierung von Schüler:innen, verdeutlichen den dringenden Handlungsbedarf im Bildungsbereich. Trotz des Potenzials der Digitalisierung und der Verfügbarkeit moderner Technologien mangelt es an Ansätzen, die flächendeckend eingesetzt werden könnten, um diese Defizite gezielt zu adressieren. Hier setzt das TALAINTEED Projekt an, indem es innovative Lehrmethoden mit den aktuellen Trends in der digitalen Bildung kombiniert, um die MINT-Berufe attraktiver und zugänglicher zu machen.

Durch den Einsatz von KI-gestützten Onlinekursen und virtuellen Avataren greift TALAINTEED die Chancen der personalisierten und interaktiven Bildung auf. Das Projekt nutzt Trends wie Blended Learning, Gamification und Storytelling, um Lerninhalte ansprechend zu gestalten und Barrieren im Zugang zu Bildung abzubauen. Besonders im Fokus stehen dabei Jugendliche aus sozioökonomisch benachteiligten Gruppen sowie Mädchen, die oft weniger Zugang zu MINT-Fächern haben oder durch bestehende Vorurteile abgeschreckt werden.

## 3. Umsetzung der Studie

Das folgende Kapitel beschreibt, wie die theoretischen Grundlagen und beschriebenen Trends in der praktischen Umsetzung der Studie realisiert wurden. Es wird detailliert erläutert, wie der Prototyp des Onlinekurses entwickelt wurde, welche Rolle die KI-Avatare in der Vermittlung der Inhalte spielen und wie Storytelling und Gamification gezielt eingesetzt wurden, um das Interesse an IT- und MINT-Berufen zu wecken. Dabei wird aufgezeigt, wie TALAINTEED einen Beitrag zur Überwindung bestehender Bildungsbarrieren leisten kann und welche innovativen Ansätze dabei zum Einsatz kommen, um Jugendliche für IT-Berufe zu begeistern.

Kapitel 2 gibt zunächst Einblicke in die Gestaltung und den Einsatz der virtuellen Avatare sowie die dahinterliegende technische und didaktische Konzeption. Anschließend wird die Entwicklung des Drehbuchs und dessen Rolle für das User-Engagement erläutert. Darüber hinaus wird die Funktionalität der eingesetzten Lernplattform näher beschrieben, einschließlich der Einbindung quantitativer Forschungsfragen und Assessment-Methoden. Abschließend werden die Limitationen der Umsetzung reflektiert.

### 3.1 Prototyp des Onlinekurses

Als Prototyp wurde ein videobasierter Online-Kurs entwickelt, welcher aus mehreren Komponenten besteht. Zum einen setzt sich dieser aus einer digitalen Plattform (ausführlicher in Kapitel 3.3 beschrieben) für die Bereitstellung interaktiver Lernvideos zusammen, welche über das Internet zugänglich ist. Zum anderen aus den KI-generierten Avataren, welche durch die Lernvideos Programmierfähigkeiten an die Schüler\*innen vermitteln. Inhaltlich wurde zudem ein mit Gamification-Elementen gespicktes Kurs-Konzept entwickelt, welches mithilfe von Storytelling einen Spannungsbogen aufbaut und so das Interesse und die Motivation der Schüler\*innen fördert (s. Kap. 3.2).

Die Programmierkenntnisse wurden durch die Nutzung einer offen zugänglichen, browserbasierten Plattform (Microsoft MakeCode, s. Abbildung 1) vermittelt. Diese wurde speziell von Microsoft entwickelt, um Anfängern durch das Erstellen von Videospielen Programmieren beizubringen. Sie nutzt blockbasierte Programmierumgebungen, die es Nutzenden ermöglichen, spielerisch grundlegende Programmierkonzepte wie Schleifen, Bedingungen und Variablen zu erlernen. Neben der Blockprogrammierung unterstützt Microsoft MakeCode Arcade auch die Verwendung von JavaScript und Python, was es sowohl für Einsteiger als auch für fortgeschrittene Nutzer interessant macht. Die Plattform ist kostenlos und bietet eine Vielzahl von Vorlagen, die den Einstieg erleichtern (vgl. Microsoft MakeCode, 2024).

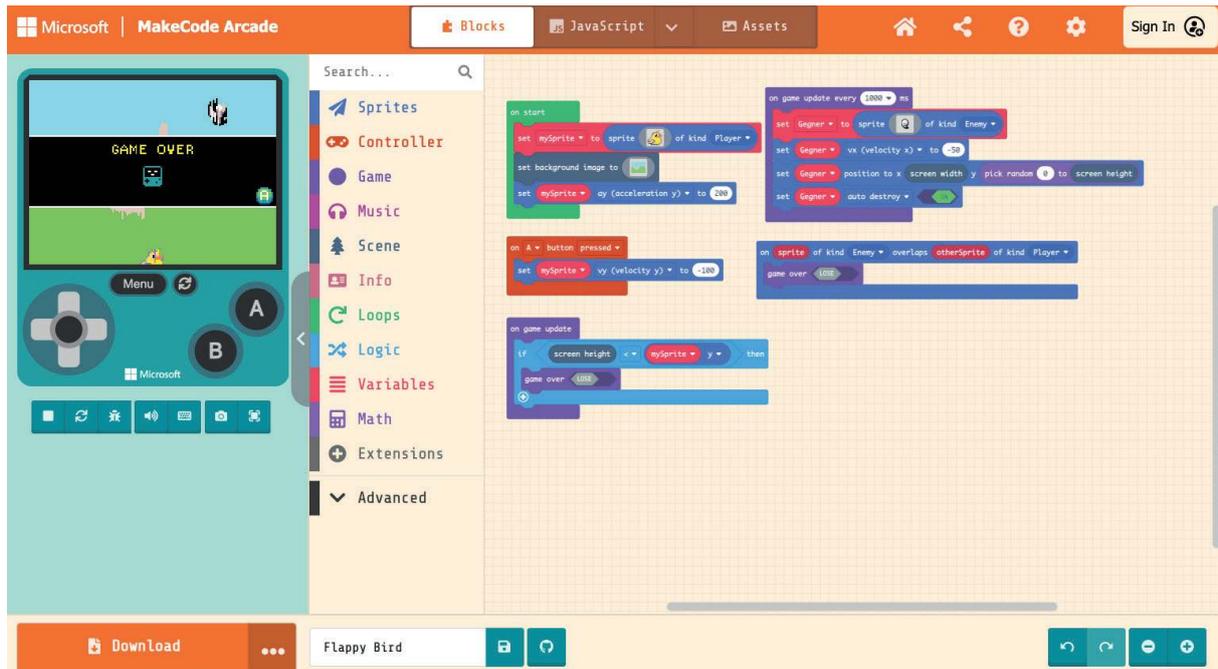


Abbildung 01: Oberfläche von Microsoft MakeCode

Im Rahmen unserer Studie lernten Schüler\*innen in einer elfteiligen Videoserie das Spiel “Flappy Bird” zu programmieren. In diesem Spiel wird ein fliegender Vogel durch eine mit Hindernissen versehene, virtuelle Umgebung gesteuert. Dabei haben die Schüler\*innen zu Beginn die Wahl zwischen fünf verschiedenen Sprachen (Deutsch, Englisch, Arabisch, Türkisch, Russisch), sowie zwischen sieben vorgegebenen KI-Avataren.

Der Kurs beginnt dann mit einem einleitenden Video, welches zur Aufgabenstellung hinführt. Anschließend folgen die tatsächlichen Lernvideos. In diesen werden einzelne Teilschritte erklärt, welche die Schüler in Echtzeit in MakeCode nachbauen und testen können. Das Spiel lässt sich durch wenige Klicks mit einem virtuellen Controller live testen. Fehler lassen sich somit schnell aufspüren und erste Ergebnisse sofort einsehen. Das Programmieren mithilfe der klar strukturierten und ausführlich in den Videos erklärten Code-Blöcke ermöglicht es auch kompletten Neuanfängern, schnell erste Ergebnisse zu erzielen und die zugrunde liegende Logik zu verstehen. So kann die Begeisterung für das Thema geweckt und die Lust auf weiteres Programmieren gefördert werden.

### 3.1.1 Virtuelle KI-Avatare

Im Folgenden soll näher auf die Produktion und den Einsatz der KI-Avatare, welche im Online Kurs verwendet wurden, eingegangen werden.

Ein KI-Avatar ist eine digitale Darstellung einer Person, bei welcher künstliche Intelligenz genutzt wird, um mit den Nutzern auf menschenähnliche Weise zu interagieren. KI-Avatare können durch synthetische Stimmen kommunizieren, was sie in verschiedenen Bereichen wie beispielsweise der Bildung wertvoll macht (vgl. Fink et al., 2024, S. 2). Fortschrittlichen Algorithmen gelingt es inzwischen, Bildungsinhalte an individuelle Lernstile anzupassen und so das Engagement der Lernenden zu verbessern (vgl. Rodriguez & Hemachandran, 2023, S. 2). So werden dynamische Interaktionen gefördert und das Lernen sowohl unterhaltsamer als auch effektiver gestaltet (vgl. Xu, 2024, S. 104). Untersuchungen zeigen in diesem Kontext, dass KI-Tools zu einer erhöhten Beteiligung der Schüler und zu proaktiverem Lernverhalten führen (vgl. Fang, 2024, S. 123f.). Dadurch können Schwierigkeiten beim Lernen besser identifiziert werden, wodurch gezielte Anpassungen vorgenommen werden können, um eine positive Lernerfahrung zu gewährleisten (vgl. Leovigildo, 2024, S. 16).

Zusammengefasst zeigen KI-Avatare als Lernassistenten ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung des Engagements der schulischen Leistung von Schüler\*innen. Durch die Personalisierung von Lernerfahrungen und die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse können diese Avatare ein interaktiveres und anpassungsfähigeres Bildungsumfeld schaffen. Auf Abbildung 2 ist beispielhaft einer der Avatare des TALAINTEED Onlinekurses zu sehen.



Abbildung 02: Virtueller Avatar erklärt, wie man mit Microsoft MakeCode programmiert

### 3.1.2 Produktion der Avatare

Für den TALAINTEED-Prototyp wurden insgesamt sieben virtuelle Avatare erstellt. Diese bildeten Lehrkräfte (auch als „Inspirer“ bezeichnete Mitarbeitende der HackerSchool aus Hamburg) ab und vermittelten die Lehrinhalte des Programmierkurses.

Ziel war es, eine breite Auswahl an Charakteren anzubieten. Dazu wurden drei weibliche und vier männliche Avatare entwickelt, die ein Altersspektrum von etwa 20 bis 50 Jahren abdecken. Diese Vielfalt sollte es ermöglichen, durch eine spätere Analyse Präferenzen der Schüler\*innen bei der Auswahl der Charaktere zu identifizieren. Um die Charaktereigenschaften der Avatare zu betonen und die verschiedenen zur Auswahl stehenden Typen möglichst prägnant zu vermitteln, wurden die Avatare durch spezifische Outfits stilistisch verstärkt und teilweise bewusst überzeichnet dargestellt. Darüber hinaus zeigten die Avatare charakteristische Bewegungen, sobald die Schüler\*innen den Mauszeiger über sie bewegten, um ihre individuellen Verhaltensweisen und Persönlichkeiten zu unterstreichen. Hierzu zählten beispielsweise tanzende Einlagen oder Körperposen, die im Fitness-Bereich typisch sind. Auf Abbildung 3 sind einige dieser Posen bzw. Bewegungen zu sehen.



Abbildung 03: Auswahl der Avatare, welche im TALAINTEd-Prototyp eingesetzt wurden

Eine wesentliche Herausforderung bei der Erstellung von KI-Avataren besteht in der präzisen Lippsynchronisation zur gesprochenen Sprache sowie in der Erzeugung passender Körperbewegungen, die den gesprochenen Inhalt unterstützen. Diese Aspekte sind entscheidend, um ein möglichst authentisches und realistisches Ergebnis zu erzielen. Zur Entwicklung individueller KI-Avatare wurden daher mehrere Anbieter evaluiert und getestet. Die Wahl fiel letztlich auf das deutsche Unternehmen Oxolo, da es durch das beste Preis-Leistungs-Verhältnis überzeugte.

Für die Produktion eines KI-Avatars wird sogenanntes Trainingsmaterial benötigt. Dieses umfasst Videomaterial, das als Datengrundlage für das Training eines KI-Modells dient. Mithilfe dieses Materials kann ein digitaler Zwilling erstellt werden, der in der Lage ist, eingegebenen Text mit den entsprechenden Lippenbewegungen und passenden Körperbewegungen wiederzugeben. Zur Erstellung des Trainingsmaterials wurden Videoaufnahmen der „Inspirer“ angefertigt. Das dafür erforderliche Visual Effects Studio (VFX-Studio) wurde von der Hochschule der Medien in Stuttgart zur Verfügung gestellt. Ziel war eine Frontalaufnahme (Halbnah) in einer Normalperspektive. Aufgezeichnet wurde dementsprechend nur der Oberkörper der einzelnen „Inspirer“.

### Vorbereitung und Probeläufe

Für die Produktion von KI-Avataren ist die Verwendung eines Green-Screen-Studios unerlässlich, da es die Möglichkeit bietet, den Hintergrund in der Nachbearbeitung zu entfernen und den Avatar so vor beliebigen Inhalten zu platzieren. Eine präzise Ausleuchtung sowie hochwertiges Aufnahme-Equipment sind dabei essentiell, um die benötigte Bildqualität sicherzustellen.

Im Vorfeld der Drehtage wurde das VFX-Studio insbesondere im Hinblick auf die optimale Ausleuchtung des Green-Screens vorbereitet. Um eine nahtlose Trennung des Avatars vom Hintergrund zu gewährleisten, musste dieser schattenfrei und gleichmäßig beleuchtet werden. Dies wurde durch einen ausreichenden Abstand der Protagonisten zum Hintergrund sowie eine gleichmäßige Beleuchtung von beiden Seiten realisiert. Die Lichtgestaltung musste dabei möglichst neutral erfolgen, um den Avatar später in unterschiedlichen Umgebungen glaubhaft integrieren zu können, ohne dass die Beleuchtung unnatürlich wirkt.

Für die Aufzeichnung kam eine Vollformat-Kamera (Sony ALPHA IV) zum Einsatz, die in 4K-Auflösung mit 60 Bildern pro Sekunde und einer Farbunterabtastung von 4:2:2 in 10 Bit aufnahm. Diese technischen Spezifikationen gewährleisten eine überdurchschnittliche Bildqualität, die für die nachfolgende Verarbeitung des Bildmaterials erforderlich ist.

Zusätzlich wurde ein Teleprompter verwendet, um den Protagonisten das flüssige und fehlerfreie Vortragen längerer Textpassagen zu ermöglichen. Die Tonaufnahme erfolgte mittels eines Richtmikrofons, das auf einem Stativ montiert wurde, um eine qualitativ hochwertige Tonaufnahme sicherzustellen. Durch die Aufhängung des Mikrofons auf einem Stativ konnte verhindert werden, dass Aufnahmegeräte im Bild sichtbar waren.

Im Rahmen der Vorbereitung für die Aufnahmen der einzelnen „Inspirer“ wurden Mitarbeitende der HdM für Probeaufnahmen vor die Kamera gestellt, um die Aufnahmeergebnisse zu testen und zu optimieren. Dabei zeigte sich, dass die anfängliche Ausleuchtung des Greenscreens noch ungleichmäßig war, was zu unerwünschten Schattenwürfen und Reflexionen führte. Durch mehrere kleinere Anpassungen der Beleuchtung sowie wiederholte Tests konnte dieses Problem schrittweise behoben und eine gleichmäßige Ausleuchtung gewährleistet werden. Eine weitere Herausforderung war die Ausleuchtung der Protagonisten selbst, die stark von deren Outfits und Körpergröße beeinflusst wurde. Insbesondere bei sehr heller Kleidung traten Herausforderungen auf, da diese das Licht stärker reflektierte und somit zu Überbelichtungen führte. Aus diesem Grund wurde beschlossen, helle Kleidung zu vermeiden, um eine ausgewogene Belichtung zu ermöglichen.

Zudem stellte sich heraus, dass die Qualität der Tonaufnahmen stark von der präzisen Positionierung des Richtmikrofons abhing. Um konsistente und qualitativ hochwertige Tonaufnahmen sicherzustellen, war eine genaue Platzierung des Mikrofons und der Protagonisten erforderlich. Daher wurden feste Markierungen auf dem Studioboden angebracht, um den „Inspirern“ einen klaren Bezugspunkt für ihre Position vor der Kamera zu geben. Diese Maßnahmen trugen zur Optimierung der technischen Bedingungen bei und stellten sicher, dass sowohl Bild- als auch Tonqualität den hohen Anforderungen an die spätere Produktion der KI-Avatare entsprachen.

## Umsetzung und Dreh

Die Dreharbeiten erstreckten sich über einen Zeitraum von drei Tagen, wobei der Ablauf in Zwei-Stunden-Schichten unterteilt war. Während dieser Schichten wurden die jeweils zugeteilten „Inspirer“ auf ihre Aufnahmen vorbereitet, kostümiert, instruiert und gefilmt. Zu Beginn erhielten sie eine allgemeine Einführung in den Ablauf des Drehs, um sie mit den technischen und inhaltlichen Anforderungen vertraut zu machen. Nach kurzen Testdurchläufen wurden pro Person insgesamt drei Aufnahmen angefertigt.

Die erste Aufnahme bestand darin, einzelne Sätze vorzulesen, wobei den „Inspirern“ spezifische Emotionen wie Trauer, Wut oder Freude zugewiesen wurden. Dies diente der Erfassung emotionaler Ausdrücke sowie der zugehörigen Mimik und Körperbewegungen. Im zweiten Teil des Drehs lasen die „Inspirer“ einen dreiseitigen englischsprachigen Text vom Teleprompter ab. Der genaue Inhalt des Skripts war dabei von untergeordneter Bedeutung, da der Fokus auf der Erfassung der Lippenbewegungen und der sprachlichen Intonation lag. Eine besondere Herausforderung bestand darin, den Text ohne Unterbrechungen, Blickverluste oder das Einfügen von Füllwörtern vorzutragen, was den Protagonisten eine hohe Konzentration abverlangte.

Im abschließenden dritten Teil wurde ein weiteres Skript mit ähnlicher Länge, diesmal in deutscher Sprache, gesprochen. Diese zusätzliche Aufnahme diente als ergänzendes Trainingsmaterial für das spätere Training des KI-Modells, um sowohl die Lippenbewegungen als auch die Sprachmuster in beiden Sprachen zu optimieren. Diese strukturierte Vorgehensweise ermöglichte eine umfassende und differenzierte Datenerfassung, die für die präzise Erstellung und Anpassung der KI-Avatare von zentraler Bedeutung war.

### 3.1.3 Einsatz der Avatare

Die Erstellung und der Export digitaler Avatare erfolgte über die Online-Plattform des Anbieters Oxolo. Auf dem dort bereitgestellten Online-Editor wurde der benötigte Text eingegeben, welcher dann als Grundlage für die Generierung der Avatare diente. Nach einer kurzen vorläufigen Prüfung der Textwiedergabe konnte die Produktion des jeweiligen Avatars durch einen einfachen Klick gestartet werden. Die Dauer dieses Prozesses betrug in der Regel 15 bis 30 Minuten. Die fertigen Avatare wurden anschließend zum Download bereitgestellt.

Für die weitere Verwendung mussten die einzelnen Textpassagen präzise auf die Inhalte der jeweiligen Lernvideos zugeschnitten und integriert werden. Da der Online-Kurs in siebenfacher Ausführung – also mit sieben unterschiedlichen Avataren – und in fünf verschiedenen Sprachen produziert wurde, führte dies zu einem erheblichen Arbeitsaufwand bei der Nachbearbeitung und Anpassung der Inhalte.

Nach der Erstellung der deutschen Kursversionen bestand der nächste Schritt darin, diese in vier weitere Sprachen zu übersetzen. Hierfür wurde das KI-basierte Übersetzungstool RASK AI eingesetzt. Hierbei handelt es sich um eine Plattform mit verschiedenen Anwendungsbereichen, um fertiges Videomaterial automatisiert zu übersetzen und somit die Arbeitsabläufe effizienter zu gestalten. Mit wenigen Klicks konnte das eingespeiste Videomaterial vollständig und eigenständig übersetzt werden. Darüber hinaus sorgt die KI-gestützte Technologie für eine automatische Lippen-synchronisation, um eine möglichst realistische und authentische Darstellung zu gewährleisten.

Bei der ersten Nutzung der Plattform fiel die benutzerfreundliche Gestaltung der Website auf. Das intuitive Design und die einfache Navigation ermöglichen es auch unerfahrenen Nutzern, ohne technische Vorkenntnisse selbstständig mit dem Tool zu arbeiten. Alle notwendigen Funktionen wurden schnell und problemlos gefunden, was eine schnelle Verarbeitung und Anpassung großer Mengen von Videomaterial ermöglichte. Besonders hervorzuheben ist die Funktion, mehrere Videos gleichzeitig zu bearbeiten und zu synchronisieren, was die Effizienz des Arbeitsprozesses deutlich erhöhte.

Ein negativer Aspekt war jedoch die teilweise lange Bearbeitungszeit einzelner Videos, insbesondere bei der gleichzeitigen Verarbeitung mehrerer Dateien. Es wurde deutlich, dass die Plattform bei hoher Auslastung teilweise überfordert war, was dazu führte, dass die Synchronisierung einzelner Videos deutlich mehr Zeit in Anspruch nahm. In einigen Fällen stoppte die Bearbeitung sogar mitten im Prozess, sodass nach langer Wartezeit der Vorgang neu gestartet werden musste. Trotz dieser Verzögerungen ermöglichte RASK AI eine signifikante Zeitersparnis im Vergleich zu herkömmlichen Übersetzungsprozessen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass RASK AI für den beschriebenen Anwendungsfall eine empfehlenswerte Lösung darstellt. Die Plattform erlaubt es, Videomaterial schnell in beliebig viele Sprachen zu übersetzen. Zudem ermöglicht sie es, dass derselbe Avatar in mehreren Sprachen kommunizieren kann, ohne dass neues Videomaterial produziert werden muss. Die einfache Handhabung macht das Tool zudem auch für unerfahrene Nutzer zugänglich, ohne dass umfangreiche Schulungen erforderlich sind.

## 3.2 Drehbuch-Konzeption: Storytelling und Gamification

Der Prototyp wurde zunächst als Drehbuch konzipiert, basierend auf einer Anleitung der Hacker School zur Programmierung des Spiels Flappy Bird auf der Plattform Microsoft MakeCode Arcade. Ziel war es, die Lerninhalte klar und kompakt zu vermitteln und dabei Storytelling und Gamification einzusetzen, um den Lernerfolg zu steigern.

## Storytelling/User-Engagement

Programmieren gilt oft als schwer zu vermitteln, da es als komplex wahrgenommen wird (vgl. Zhan et al., 2022, S. 2). Daher ist es wichtig, Lernende bestmöglich zu motivieren. Studien zeigen, dass Geschichten nicht nur das Engagement und das Verständnis, sondern auch die Motivation beim Lernen fördern können (vgl. Ramalia, 2023, S. 7317; Kasami, 2021, S. 70). Sie sind in der Lage, das Erinnerungsvermögen zu steigern und uns Gelerntes besser verstehen zu lassen (vgl. Jarrah et al., 2024, S. 1165).

Im Prototyp von TALAINTEED ist daher eine Geschichte verankert, welche nach der 5-Akt Struktur aufgebaut ist. Diese startet wie folgt: In einer kurzen einleitenden Videosequenz wird der Lernende in die Handlung eingeführt. Ein dunkles Flappy Bird stiehlt wichtige Codeblöcke, die der Lernende reparieren muss, um die Spielewelt zu retten. Während der Lernende die Codeblöcke programmiert und dadurch wiederherstellt, erscheint das dunkle Flappy Bird immer wieder und versucht, Fortschritte zu sabotieren. Um dies zu verhindern, muss der Lernende das Flappy Bird besiegen, indem er Quizfragen korrekt beantwortet. Diese Quizfragen fungieren zugleich als Gamification-Element. Weitere Details dazu finden sich im nächsten Kapitel.

## Gamification-Elemente

Wie bereits in Kapitel 2.5.3 ausführlich beschrieben, können spielbasierte Elemente die Motivation der Lernenden steigern und den Lernerfolg fördern. Aus diesem Grund enthält der TALAINTEED Prototyp verschiedene Gamification-Elemente, die den Lernprozess der Lernenden unterstützen sollen.

Die Geschichte selbst fungiert als ein solches Gamification-Element, da sie den Lernenden in den Lernprozess einbindet. Ein weiteres zentrales Element sind die regelmäßigen „Kämpfe“ gegen das dunkle Flappy Bird in Form von Quizfragen. Diese Quizfragen fördern nicht nur die Wiederholung des Wissens, sondern bieten den Lernenden auch eine spielerische Abwechslung.

Neben den spielerischen Komponenten von TALAINTEED bietet auch die Programmierplattform Microsoft MakeCode Arcade spielähnliche Elemente: Die Lernenden können das Spiel während des Programmierens visuell und kreativ nach ihren Vorstellungen gestalten. Dies ermöglicht ein hohes Maß an Personalisierung, sodass jedes fertige Spiel einzigartig ist.

## 3.3 Lernplattform

Wie einleitend in Kapitel 3 bereits erwähnt, war eine Videoplattform notwendig, um den Schüler:innen die produzierten Videos zur Verfügung zu stellen. Da neben der Bereitstellung der Videos auch Auswertungen und Interaktionen gewünscht sind, reichte eine einfache Plattform nicht aus. Stattdessen wurde eine Lernplattform mit weiteren zusätzlichen Funktionen benötigt.

Um herauszufinden, welche Lernplattformen geeignet sind, wurden folgende Anforderungen definiert:

- < Hochladen und Abspielen von Videos \>
- < Einbinden von Fragebögen zur direkten Interaktion mit den Schüler\*innen \>
- < Möglichkeiten verschiedene Videos zusammenhängend abzuspielen \>
- < Teilnahme am Kurs ohne Accounterstellung \>
- < Auswertungsmöglichkeiten für die Studie \>

In die engere Auswahl fielen die Anwendungen Edpuzzle, h5p, Learnworlds und Teachable. Die Wahl fiel auf Edpuzzle, da es als einzige Anwendung eine Teilnahme am Kurs ohne Accounterstellung ermöglichte und gleichzeitig integrierte Möglichkeiten zur Auswertung unserer Studie anbot.

Edpuzzle ist eine videobasierte Lernplattform des spanischen Anbieters Edpuzzle, Inc (vgl. Edpuzzle, 2024b). Edpuzzle wurde 2013 gegründet, die Ursprungsidee bestand allerdings bereits davor. Als Mathelehrer im Teach for All Programm in Barcelona hatte der aktuelle CEO, Quim Sabrià, die Idee für Videokurse entwickelt (vgl. Edpuzzle, 2024b). Das Edpuzzle Team ist aufgeteilt zwischen Barcelona, Spanien und San Francisco und den vereinigten Staaten von Amerika (vgl. Hopland, 2016; Edpuzzle, 2024b). Die Anwendung ist recht verbreitet, 2016 wurde sie bereits in einem Viertel der Schulen in den Vereinigten Staaten verwendet (vgl. Hopland, 2016).

### 3.3.1 Einrichtung

Edpuzzle bietet sowohl schulübergreifende Konten, als auch Konten für einzelne Personen an. Der primären Unterschiede sind hierbei das Teilen der Videos unter mehreren Lehrkräften, die schulweiten Nutzungsanalysen und die Integration in Lern Management Systeme (vgl. Edpuzzle, 2024c). Für den Zweck der Lernvideos war allerdings ein Account für Lehrkräfte ausreichend, da nur eine einzige Person zuständig für die gesamte Plattform und deren Videos war und somit keine zusätzlichen Features eines Schulaccounts benötigt wurden.

Nachdem die Videos auf die Plattform hochgeladen wurden, gibt es die Möglichkeit, sie zu bearbeiten (s. Abbildung 4). Dies beinhaltet sowohl das Schneiden der Videos, als auch das Einbauen von Notizen, Single und Multiple Choice Fragen und offenen Fragen. Das Drehbuch des Kurses (s. Kapitel 3.2) hat vorgegeben, an welchen Stellen das Video pausiert werden soll. An diesen Stellen wurden Notizen eingebaut, da dies das spätere Video dort pausiert und somit den Schüler\*innen das Ausführen der Aufgabe ermöglicht. Am Ende der meisten Videos wurde, wie zuvor bereits erwähnt, zusätzlich ein Quiz eingebaut, sodass die Schüler\*innen interaktiv ihr Wissen testen können und gleichzeitig die Möglichkeit besteht, zu überprüfen, ob die Aufgabe im Video verstanden wurde.

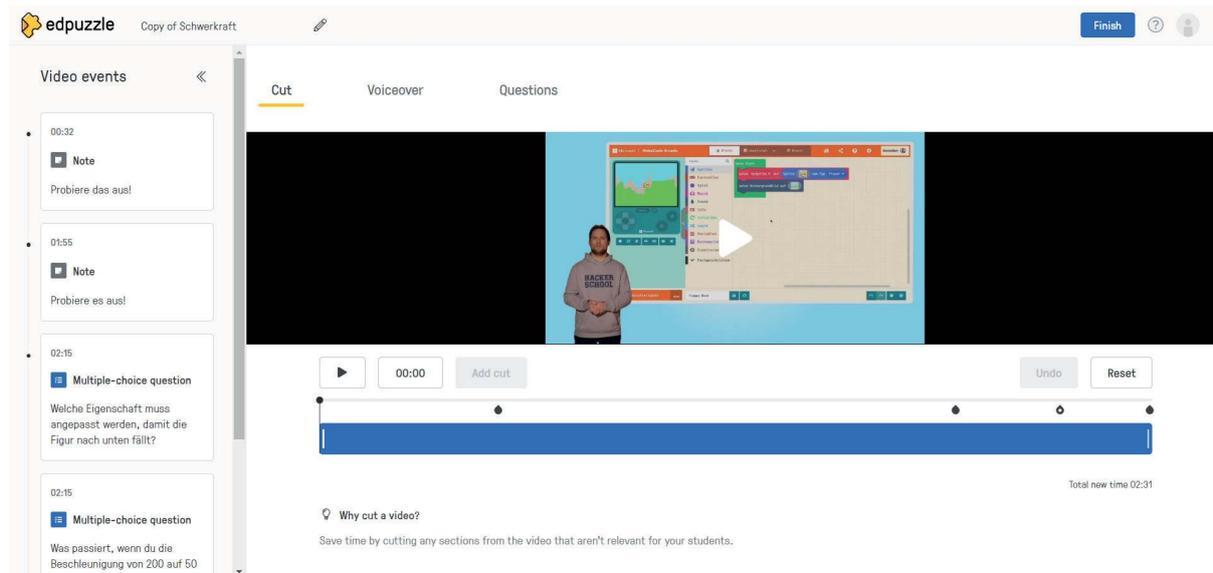


Abbildung 04: Bearbeiten von Videos in Edpuzzle

Es gibt zwei Möglichkeiten, bei Edpuzzle die Videos den Teilnehmenden bereitzustellen. Zum einen können einzelne Videos bereitgestellt werden, zum anderen können auch Sammlungen an Videos als Playlist bereitgestellt werden. Da der Videokurs aus jeweils 11 kurzen Videos besteht, wurde pro Person und pro Sprache eine Playlist erstellt.

Um die Videos bereitzustellen, müssen Klassen eingerichtet werden. Eine Klasse entspricht bei Edpuzzle normalerweise einer Schulklasse. Da bei dieser Studie das Ziel das Vergleichen unterschiedlicher Avatare war, wurde pro Avatar und pro Sprache eine Schulklasse erstellt. Dies resultierte bei 7 Avataren und 5 Sprachen pro Avatar in 35 Schulklassen. Die Klassen wurden hierbei als Open Class eingerichtet, bei der Benutzernamen automatisch generiert werden. Dies bedeutet, dass sich jede\*r ohne das Erstellen eines Accounts für die Klasse anmelden kann und hierbei einen zufallsgenerierten Benutzernamen erhält.

Jeder dieser Schulklassen wurde die passende Playlist zugewiesen. Hierbei wurde eingestellt, dass die Schüler\*innen vor- und zurückspulen können, die Videos in beliebiger Reihenfolge schauen können und unendliche Versuche bei den Fragen haben. Diese Einstellungen wurden gewählt, damit die Schüler\*innen nicht wieder von vorne beginnen müssen, falls das Gerät gewechselt werden muss, zum Beispiel durch einen leeren Akku.

### 3.3.2 Funktionsweise

Für die Auswahl der Avatare wurde eine eigene Webseite erstellt, die zu Beginn ein Intro-Video präsentiert, das die Geschichte erklärt und anschließend die Auswahl der Avatare aus Bild 2 anzeigt. Sobald ein Avatar ausgewählt wird (s. Abbildung 5), erscheint das Modul, das auf Abbildung 6 zu sehen ist, mit der Sprachauswahl. Hinter jedem der Buttons ist der Direktlink zum ersten Video der entsprechenden Playlist hinterlegt.



Abbildung 05: Auswahl der Avatare



Abbildung 06: Sprachauswahl der Avatare

Nach dem Bestätigen des Kurses beginnt das Video. In den Videos sind Elemente wie in Abbildung 7 enthalten, bei denen das Video pausiert, so dass die Schüler\*innen die Aufgaben aus dem Video ausfüllen können.

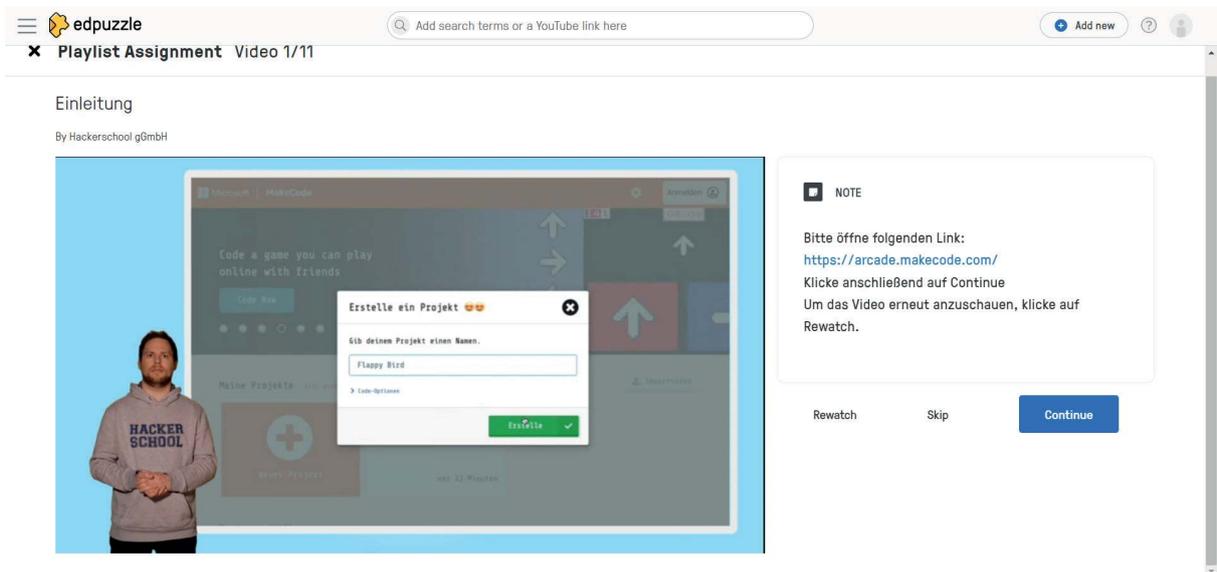


Abbildung 07: Pause im Video mit Aufgaben

Auf Abbildung 8 ist ein Beispiel für die zuvor beschriebenen Quizzes zu sehen. Diese wurden im Rahmen des Storytelling- und Gamification Ansatzes so in die Story integriert, dass sie notwendig sind, um den Gegner "Evil Flappy Bird" zu besiegen.

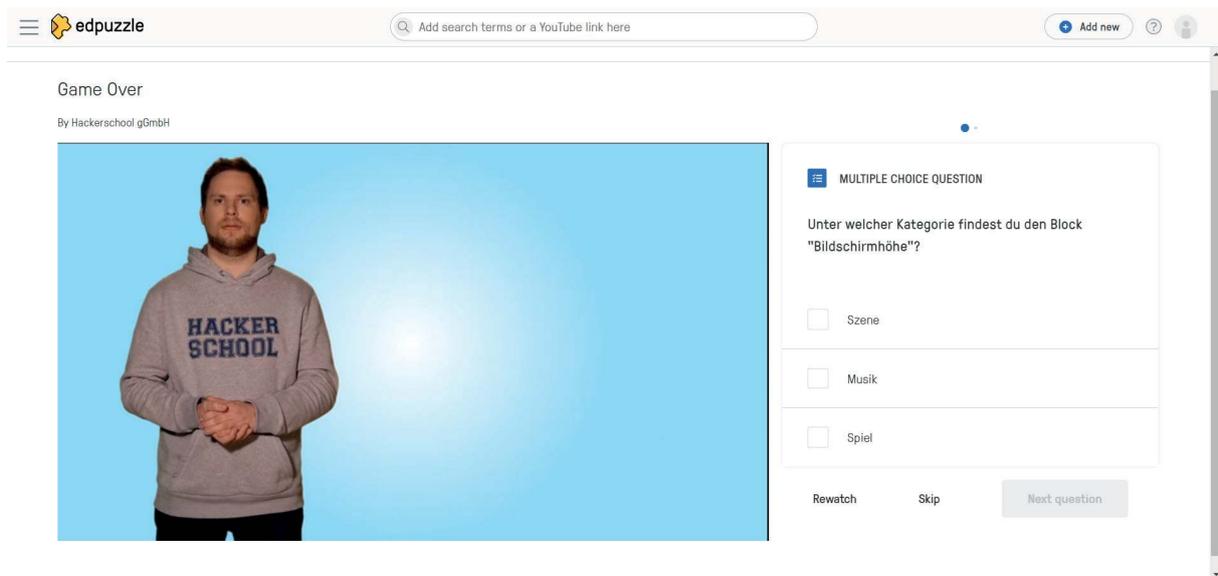


Abbildung 08: Quiz am Ende des Videos

### 3.3.3 Einbindung quantitativer Forschungsfragen/Assessment

Mit Beginn des ersten Videos startet auch eine Umfrage mit der ersten Frage, ob schon einmal programmiert wurde. Diese Fragen sind offene Fragen, damit es keine richtige oder falsche Antwort gibt. Solche Fragen werden während der Videos immer wieder gestellt.

Zusätzlich werden sowohl die Antworten bei den Quizzes als auch der Fortschritt pro Video erfasst. Da die Zuweisung über einen Cookie im Browser erfolgt, ist der Fortschritt inklusive der Antworten zu den Forschungsfragen und der Quizzes pro Person individuell nachvollziehbar. Die Anonymität der Schüler\*innen wird durch die Plattform an sich gewährleistet, da keine Zuweisung zwischen der Plattform und den tatsächlichen Schüler\*innen möglich ist (vgl. Edpuzzle, 2024d).

### 3.3.4 Limitationen

Auch wenn Edpuzzle vieles ermöglicht, so weist die Plattform doch einige Limitationen auf.

Die Plattform ist so strukturiert, dass jede Kombinationsmöglichkeit aus Avatar und Sprache (also 7 Avatare \* 5 Sprachen = 35 mögliche Kombinationen) einer so genannten "Klasse" zugeordnet war. Wenn ein Avatar oder die Sprache, bzw. eine Klasse gewechselt wird, muss die Person sich erst von der aktiven Klasse abmelden, bevor sie eine neue Kombination wählen kann. Anschließend muss sie über ein neues Fenster bzw. Auswahlfeld der neuen Klasse aktiv beitreten, was zu einer Verschlechterung der User Experience führt.

Häufig führte die Sprache der Oberfläche zu Verwirrung, da trotz der Auswahl eines deutschsprachigen Avatars oben in der Navigationsleiste des Browsers als Sprache der Website "English" angezeigt wurde. Dieses Feld regelt allerdings nur die Sprache der Website und sagt nichts über die Sprache der Videos aus. Edpuzzle bietet aktuell keine deutsche Oberfläche. Wenn auf den Rechnern zusätzlich die automatische Übersetzungsfunktion des Browsers aktiviert war, führte dies zu Verwirrung bei den Schüler:innen.

Auch bei der Videowiedergabe gibt es einige Limitationen. Wenn jemand für eine Frage den letzten Teil des Videos noch einmal anschauen will, so springt der Rewatch Knopf nur ca. 30 Sekunden zurück und nicht zum Beginn des zuletzt aufgerufenen Teiles. Auch ist es notwendig, das Video komplett zu schauen, damit am Ende des Videos das nächste Video automatisch abgespielt wird. Wenn auch nur einige Sekunden innerhalb des Videos übersprungen werden, so wird das Video von der Plattform nicht als "komplett angesehen" gewertet und das nächste Video wird nicht automatisch aufgerufen. Stattdessen musste dieses dann manuell aus der Übersicht ausgewählt werden.

Für die Studie kam zusätzlich als Komplexität hinzu, dass es der Plattform nicht möglich war, Fragen ohne eine Bewertung zu hinterlegen. Das bedeutet, dass für jede der Fragen mit einer Multiple Choice Auswahl "richtige" sowie "falsche" Antworten hinterlegt werden mussten. Wollte man eine neutrale Frage stellen, wie z. B. "Hast du bereits programmiert", war es folglich nicht möglich, Antwortmöglichkeiten wie "ja" oder "nein" vorzugeben. Stattdessen musste diese Frage mit einem offenen Antwortfeld formuliert werden, das die Schüler:innen frei ausfüllen konnten.

## 4. Forschungsdesign

Auf Grundlage des zuvor dargestellten theoretischen Hintergrundes wurde das Forschungsdesign der Studie entwickelt. Dieses sollte die Effektivität und Akzeptanz eines KI-gestützten Programmierkurses für Schüler\*innen aus unterschiedlichen sozioökonomischen Hintergründen bewerten. Dabei wurde ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt, der quantitative und qualitative Methoden kombiniert, um umfassende Erkenntnisse zur Wirkung der Lernumgebung zu gewinnen (vgl. Taherdoost, 2022, S. 55).

Zunächst wurde ein Pre-Test durchgeführt, um den Kursablauf, die Reaktionen der Zielgruppe und die Praktikabilität des Ansatzes zu prüfen und Anpassungen für die Hauptstudie abzuleiten. Basierend auf diesen ersten Erkenntnissen wurde das Design der Hauptstudie weiter verfeinert, um eine valide Untersuchung der Lernfortschritte und der pädagogischen Wirkung des KI-gestützten Kurses im größeren Maßstab zu ermöglichen.

### 4.1 Forschungsfragen

Das Ziel im Rahmen des Projekts war es den Einfluss eines KI-gestützten Lernkurses auf verschiedene Dimensionen des Lernverhaltens und der Wahrnehmung der Schüler\*innen zu untersuchen. Dabei stand die Frage im Vordergrund, wie der Einsatz eines KI-Avatars als didaktisches Werkzeug im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsmethoden des selbstgesteuerten Lernens – wie der Stillarbeit mit Arbeitsblättern – wahrgenommen wird und welchen Mehrwert er bieten kann. Die untersuchten Aspekte wurden gezielt ausgewählt, um zentrale Problemfelder des Lernens im Bereich der Informatik zu adressieren und praxisnahe, übertragbare Erkenntnisse zu gewinnen.

Ein grundlegender Aspekt war das intrinsische Interesse am Thema Programmieren, da dieses die Basis für ein langfristiges Engagement bzw. die Motivation, MINT-Fächer langfristig zu verfolgen, bildet (vgl. Ertl et al., 2014, S. 435f.). Hier wurde untersucht, ob der KI-Avatar dazu beitragen kann, das anfängliche Interesse der Schüler\*innen zu wecken oder zu stärken. Zudem wurde analysiert, ob das Format mit einem KI-Avatar die Bereitschaft steigert, an weiteren Programmierkursen teilzunehmen, insbesondere im Vergleich zu herkömmlichen Kursformaten ohne KI-Avatar. Diese Fragestellung ist entscheidend, um zu verstehen, ob der Einsatz innovativer Technologien nachhaltig die Attraktivität von Programmierkursen steigern kann.

Ein weiteres zentrales Ziel war die Untersuchung der Konzentration der Schüler\*innen während des Lernens. Konzentration ist ein entscheidender Faktor für den Lernerfolg, da sie die Fähigkeit beeinflusst, komplexe Inhalte aufzunehmen und zu verarbeiten (vgl. Goeze et al., 2013, S. 80ff.). Hierbei wurde verglichen, ob der KI-Avatar die Aufmerksamkeit der Schüler\*innen effektiver lenken und aufrechterhalten kann als traditionelle Unterrichtsformate. Gleichzeitig interessierte uns, ob der KI-Avatar den Lernprozess insgesamt erleichtert. Dies wurde daran gemessen, wie gut die Schüler\*innen die vermittelten Inhalte verstehen und anwenden konnten und ob der Avatar eine Unterstützung beim Erlernen der Programmierung darstellt.

Ein zentraler Punkt war auch die Frage, ob der Lernprozess durch den KI-Avatar Spaß macht. Positive Emotionen beim Lernen können die intrinsische Motivation der Schüler\*innen erheblich steigern und dazu beitragen, Barrieren wie Frustration oder Desinteresse abzubauen (vgl. Fredrickson et al., 2001, S. 219ff.). Hier wurde untersucht, ob der Einsatz des KI-Avatars den Lernprozess nicht nur effektiver, sondern auch angenehmer gestaltet und dadurch die Freude am Programmieren fördert. Diese Erkenntnisse sind besonders relevant, da Spaß und Motivation eng miteinander verknüpft sind und entscheidend dazu beitragen, ob Schüler\*innen sich langfristig mit dem Thema beschäftigen.

Besonders wichtig war auch die Analyse des Einflusses auf die Motivation, später beruflich zu programmieren. Ein zentrales Ziel des Projekts TALAINTEED ist es, Jugendliche frühzeitig für Berufe im IT-Bereich zu begeistern und so dem Fachkräftemangel in der Branche entgegenzuwirken. Daher wurde untersucht, ob der Einsatz eines KI-Avatars die Vorstellung der Schüler\*innen, später in einem Programmier- oder IT-Beruf zu arbeiten, positiv beeinflusst.

Insgesamt sind diese untersuchten Aspekte von zentraler Bedeutung, um die Wirksamkeit und Akzeptanz des KI-gestützten Lernkurses zu bewerten. Sie geben Aufschluss darüber, ob der Einsatz moderner Technologien wie KI-Avatare einen Mehrwert in der schulischen Bildung bietet, die Lernprozesse verbessert und Barrieren wie Desinteresse oder Unsicherheiten abbaut. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen nicht nur als Grundlage für die Weiterentwicklung des Projekts, sondern liefern auch wertvolle Impulse für die Gestaltung zukünftiger Bildungsangebote, die speziell auf die Bedürfnisse und Herausforderungen der nächsten Generation ausgerichtet sind.

## 4.2 Pretest

Ziel des Pre-Tests war es, die methodischen Ansätze zu evaluieren und die Struktur der geplanten Hauptstudie zu optimieren. Die Erhebung fand Ende Mai bis Anfang Juni 2024 an zwei Standorten statt: in Hamburg, an Schulen mit niedrigem sozialen Index, und in Tübingen, an Schulen mit einem höheren sozialen Index. Diese Auswahl ermöglichte es, den Kurs in unterschiedlichen sozioökonomischen Kontexten zu testen und erste Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie das Konzept in unterschiedlichen Zielgruppen ankommt.

An dem Pre-Test nahmen insgesamt 79 Schüler\*innen der Klassenstufen 6 bis 8 im Alter von 12 bis 14 Jahren teil. Zusätzlich wurden fünf Lehrkräfte in die Erhebung einbezogen, um auch die Perspektive der pädagogischen Fachkräfte auf den Kurs und seine Potenziale zu beleuchten. Der Testzeitraum betrug fünf Tage, in denen die Schüler\*innen und Lehrkräfte die Lernumgebung nutzten und Erfahrungen mit dem KI-Avatar als Lehrmittel sammelten.

Das Studiendesign des Pre-Tests nutzte einen qualitativen Ansatz, da dieser gut dafür geeignet ist, um subjektive Eindrücke nachzuvollziehen (vgl. Mayring, 2022, S. 19). Die Schüler\*innen wurden in halbstrukturierten Interviews zu ihrer Motivation für das Programmieren, ihrem Konzentrationsniveau und ihrem Verständnis der vermittelten Lerninhalte befragt. Diese Interviews, die etwa 10 bis 15 Minuten dauerten, boten detaillierte Einblicke in die Lernerfahrungen der Schüler mit dem KI-Avatar, wobei sowohl positive Aspekte als auch Herausforderungen und mögliche Verbesserungen zur Sprache kamen.

Die Interviews mit den Lehrkräften konzentrierten sich auf deren Wahrnehmung des Potenzials des Kurses, das Interesse der Schüler\*innen an IT und Programmierung zu steigern und eine tiefere Beschäftigung mit technischen Themen zu fördern. Die Lehrkräfte konnten dabei auf die Unterschiede zwischen dem traditionellen Präsenzunterricht und dem KI-gestützten Onlinekurs eingehen und bewerten, wie sich der Kurs in den Schulalltag integrieren ließe.

Ergebnisse des Pre-Tests zeigten, dass der KI-unterstützte, spielerische Onlinekurs die Motivation und das Interesse der Schüler\*innen an IT-Berufen, insbesondere an Programmieren, erhöhen konnte. Die Möglichkeit, den Lerninhalt in kleinen, schrittweisen Einheiten zu bearbeiten und bei Bedarf mehrfach zu wiederholen, stellte sich als besonders vorteilhaft heraus. Diese Flexibilität, gepaart mit einer visuellen und narrativen Lernstruktur, führte zu einer Verbesserung der Konzentration und Aufmerksamkeit im Vergleich zu traditionellen Lernmethoden. Gleichzeitig machten die Ergebnisse deutlich, dass der Kurs insbesondere bei Schüler\*innen mit Migrationshintergrund oder aus sozioökonomisch benachteiligten Familien durch seine Sprachvielfalt und einfache Zugänglichkeit gut aufgenommen wurde.

Schwierigkeiten ergaben sich jedoch bei technischen Aspekten wie der Anpassung der Geschwindigkeit der Avatar-Interaktion und gelegentlichen Synchronisationsfehlern der Audioausgabe, die im weiteren Verlauf optimiert wurden.

Die aus dem Pre-Test gewonnenen Erkenntnisse lieferten wertvolle Hinweise zur Verbesserung des Kurses und der Durchführung der Hauptstudie. Die Ergebnisse flossen in die Weiterentwicklung der Plattform ein, sodass der Kurs für die Hauptstudie hinsichtlich Verständlichkeit und Benutzerfreundlichkeit weiter angepasst werden konnte. Der Pre-Test stellte somit eine wichtige Grundlage dar, um die Effektivität und Zugänglichkeit des KI-gestützten Kurses zu maximieren.

## 4.3 Hauptstudie

In diesem Kapitel wird die Durchführung der Hauptstudie detailliert beschrieben, die den Kern unseres Forschungsprojekts bildet. Ziel der Studie war es, die Wirkung unseres KI-gestützten Lernkurses auf verschiedene Aspekte des Lernens, wie Motivation, Konzentration und Spaß am Programmieren, systematisch zu untersuchen. Um ein umfassendes Bild zu gewinnen, haben wir eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Erhebungsmethoden eingesetzt.

Zunächst wird die Zusammensetzung der Stichprobe (n = 272) vorgestellt, um die Grundlage für die anschließende Analyse zu schaffen. Im Anschluss daran wird das Studiendesign erläutert, das sowohl herkömmliche Lernmethoden als auch den innovativen Einsatz von KI-gestützten Lernwerkzeugen umfasst. Abschließend werden die qualitativen und quantitativen Erhebungsverfahren dargestellt, die es uns ermöglichen, sowohl tiefere Einblicke in individuelle Lernerfahrungen zu gewinnen als auch statistisch fundierte Aussagen über die Wirkung unseres Ansatzes zu treffen.

### 4.3.1 Stichprobe

Die Stichprobe der Hauptstudie umfasst insgesamt 272 Teilnehmende, die verschiedene demografische und bildungsbezogene Merkmale aufweisen. Die folgenden deskriptiven Ergebnisse geben einen Überblick über die zentralen Eigenschaften der untersuchten Gruppe:

#### Alter der Teilnehmenden

Die Altersverteilung zeigt, dass die Teilnehmenden überwiegend Jugendliche im Alter von 13 bis 15 Jahren sind, was die Zielgruppe des Projekts gut widerspiegelt. Das Minimum lag dabei bei 12 und das Maximum bei 18 Jahren, bei einem Mittelwert von 13.79 und einem Median von 14 Jahren. Die Altersverteilung im Detail ist auf der folgenden Abbildung zu sehen.

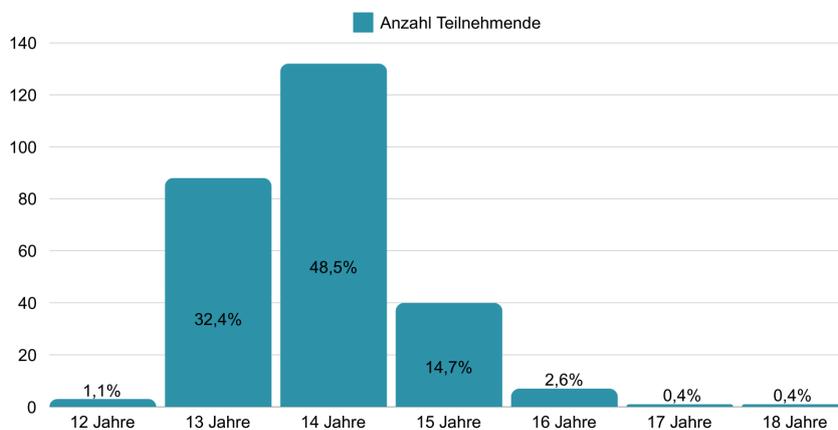


Abbildung 09: Altersverteilung der Teilnehmenden

### Programmiererfahrung

Ein weiteres untersuchtes Merkmal war die Vorerfahrung im Programmieren. Hier zeigte sich, dass weniger als die Hälfte der Teilnehmenden bereits Programmiererfahrung hatte: so hatten 99 Teilnehmende schon einmal programmiert, 166 Teilnehmende aber noch nie. 7 Teilnehmende machten keine Angabe.

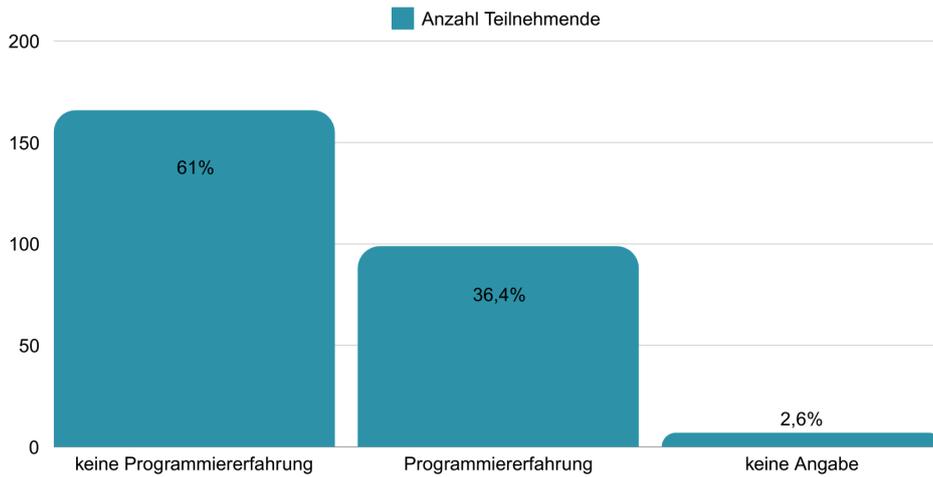


Abbildung 10: Programmiererfahrung der Teilnehmenden

### Geschlecht

Die Stichprobe umfasst Teilnehmende unterschiedlicher Geschlechter. Insgesamt identifizierten sich 132 Teilnehmende als weiblich, 136 als männlich und 4 Teilnehmende wollten keine Angabe machen. Keiner der Teilnehmenden identifizierte sich als divers/nicht-binär. Insgesamt handelte es sich also um eine ausgeglichene Stichprobe in Bezug auf die Geschlechterverteilung. Dieser Aspekt ist von besonderer Relevanz, da das Projekt darauf abzielt, die Unterrepräsentation von Mädchen und jungen Frauen in MINT-Berufen zu adressieren.

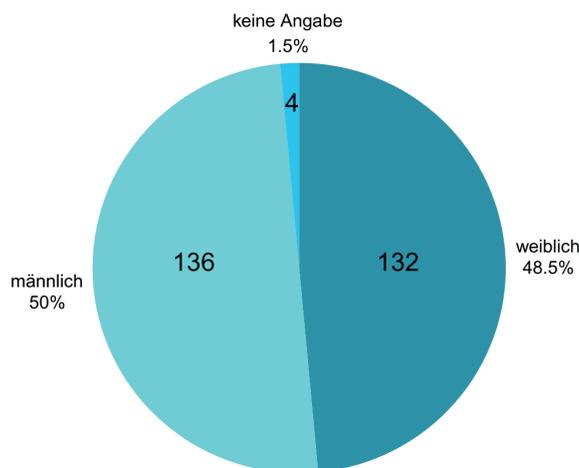


Abbildung 11: Geschlechterverteilung der Teilnehmenden

### Klassenstufe

Die Teilnehmenden stammen aus zwei verschiedenen Klassenstufen, wobei die Mehrheit in der 9. Klassenstufe vertreten ist. Eine detaillierte Übersicht zeigt, dass 159 Teilnehmende in der Klassenstufe 9 und 113 Teilnehmende in der Klassenstufe 8 sind. Diese Verteilung deckt, wie in Kapitel 1 erläutert, jene schulischen Bildungsphasen ab, die für die Berufsorientierung mit entscheidend sind.

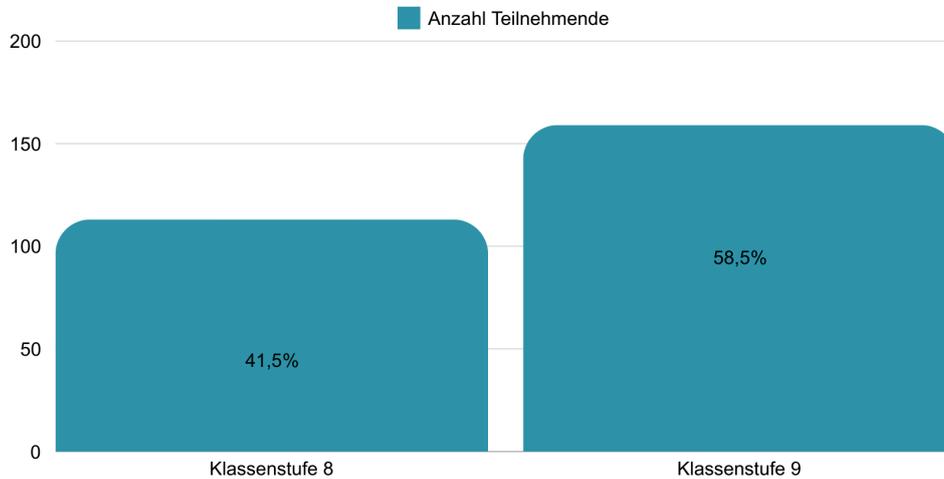


Abbildung 12: Klassenstufen der Teilnehmenden

### Berufstätigkeit der Eltern

Die elterliche Berufstätigkeit ist ein weiterer relevanter Faktor, der untersucht wurde. 258 Teilnehmende gaben an, dass mindestens eines ihrer Elternteile berufstätig ist, während 7 Teilnehmende angaben, dass beide Elternteile arbeitslos sind. 7 Teilnehmende machten keine Angabe zur dieser Frage. Diese Daten bieten wichtige Einblicke in den Einfluss des familiären Umfelds auf die Berufsorientierung.

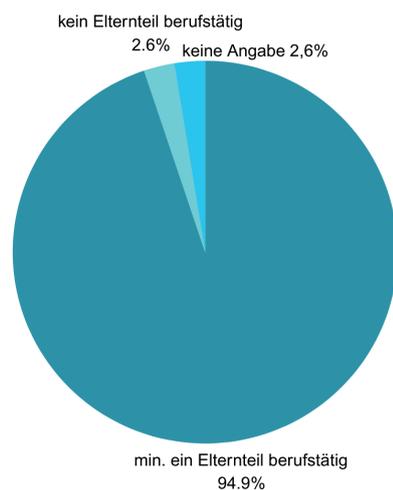


Abbildung 13: Berufstätigkeit der Eltern der Teilnehmenden

### Migrationshintergrund

Ein erheblicher Teil der Stichprobe verfügt über einen Migrationshintergrund. Insgesamt gaben 116 Teilnehmende an, dass mindestens eines ihrer Elternteile einen Migrationshintergrund hat, während 148 Teilnehmende angaben,

dass ihre Eltern keinen haben. 8 Teilnehmende machten gar keine Angabe zu diesem Aspekt. Diese Vielfalt in der Stichprobe ermöglicht es, die besonderen Herausforderungen und Barrieren von Jugendlichen mit Migrationshintergrund in der Berufsorientierung zu berücksichtigen.

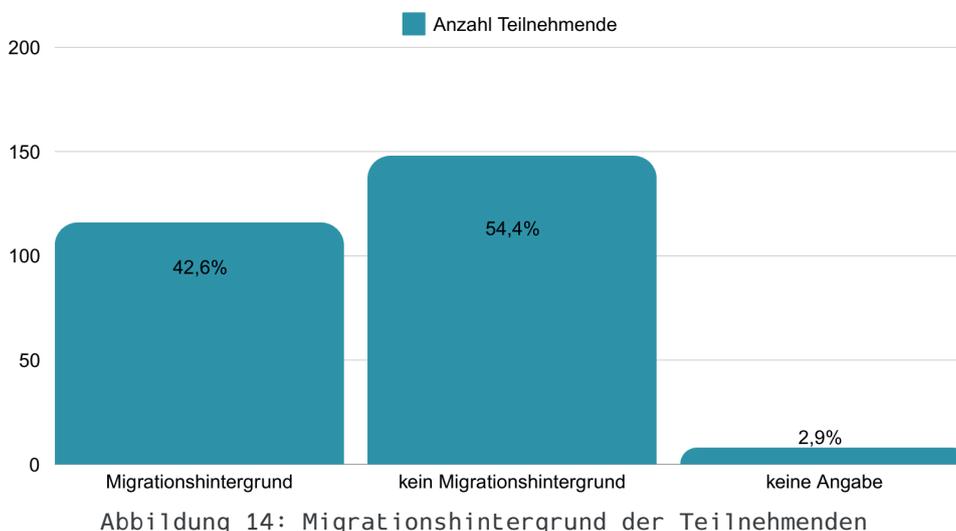


Abbildung 14: Migrationshintergrund der Teilnehmenden

### Sprachen

Die Teilnehmenden der Stichprobe sprechen eine bemerkenswerte Vielfalt an Sprachen, was die kulturelle und sprachliche Diversität der Gruppe unterstreicht. Die am häufigsten gesprochene Sprache ist Deutsch, das von 245 Teilnehmenden beherrscht wird. Daneben sprechen 122 Teilnehmende Englisch und 18 Französisch, was diese Sprachen zu den am weitesten verbreiteten Fremdsprachen in der Stichprobe macht.

Zusätzlich gibt es eine breite Palette weiterer Sprachen, die von jeweils kleineren Gruppen gesprochen werden, darunter Russisch (16 Teilnehmende), Türkisch (17 Teilnehmende), Spanisch (7 Teilnehmende) und Arabisch (6 Teilnehmende). Einige Sprachen wie Italienisch, Kurdisch und Albanisch werden ebenfalls von mehreren Teilnehmenden gesprochen, während andere Sprachen wie Chinesisch, Dari, Koreanisch oder Tschechisch von jeweils einer Person angegeben wurden.

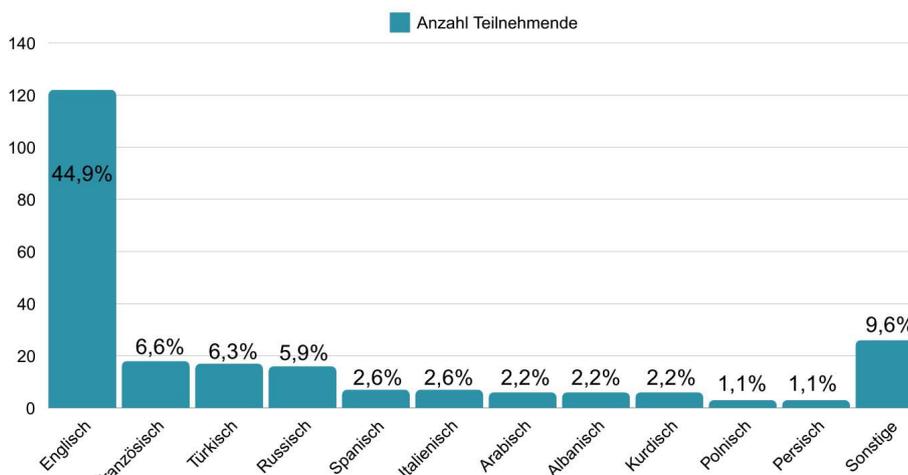


Abbildung 15: Beherrschte Fremdsprachen der Teilnehmenden

Bei der Frage zu den gesprochenen Sprachen waren im Gegensatz zu den anderen Fragen Mehrfachnennungen möglich. Die Abbildung zeigt daher den Prozentsatz der Schüler\*innen, welche die jeweilige Sprache im Vergleich zur Gesamtzahl der Schüler\*innen sprechen.

Diese sprachliche Vielfalt zeigt, dass die Stichprobe eine heterogene Zielgruppe umfasst, deren Bedürfnisse bei der Entwicklung von Lernangeboten berücksichtigt werden müssen. Die Ergebnisse unterstreichen die Relevanz eines inklusiven Ansatzes, der Sprachbarrieren reduziert und alle Teilnehmenden bestmöglich unterstützt.

Die Vielfalt in den demografischen und sozialen Merkmalen unterstreicht die Relevanz eines individualisierten Ansatzes, um Barrieren abzubauen und alle Teilnehmenden bestmöglich zu fördern. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für die Entwicklung der auf Anfänger:innen zugeschnittenen Lernangebote und die gezielte Ansprache der Teilnehmenden.

### 4.3.2 Studiendesign

In diesem Forschungsprojekt wurde ein Mixed-Methods-Design verwendet, um die Wirksamkeit und Akzeptanz des KI-gestützten Lernangebots zu untersuchen. Bei einem solchen Forschungsdesign werden quantitative und qualitative Methoden zusammengeführt, um eine umfassende Perspektive auf die Erfahrungen der Teilnehmenden zu erhalten (vgl. Taherdoost, 2022, S. 55).

Die quantitative Forschung ermöglicht es, durch statistische Erhebungen verallgemeinerbare Aussagen über Einstellungen und Verhaltensmuster der Schüler\*innen zu treffen und Veränderungen über Zeitpunkte hinweg messbar zu machen. Auf der anderen Seite bietet die qualitative Forschung die Möglichkeit, detaillierte und persönliche Einblicke zu gewinnen, die helfen, die individuellen Erfahrungen und Wahrnehmungen der Teilnehmenden besser zu verstehen. Diese differenzierten Perspektiven sind besonders wertvoll, da sie Einflüsse und Feinheiten sichtbar machen, die reine Zahlen nicht erfassen können (vgl. Mayring, 2022, S.19f.).

Durch die Kombination beider Ansätze wird es möglich, nicht nur den Umfang und die Richtung der Effekte zu quantifizieren, sondern auch zugrunde liegende Gründe und subjektive Bedeutungen herauszuarbeiten. Diese Methodenkombination war daher ideal für das Projekt, da sie es uns erlaubt, sowohl verlässliche statistische Trends zu identifizieren als auch das Verständnis für die emotionalen und kognitiven Erlebnisse der Schüler\*innen zu vertiefen.

### 4.3.3 Quantitative Erhebung

Die quantitative Erhebung erfolgte durch einen 2-seitigen Fragebogen, welcher die Einstellungen der Schüler\*innen gegenüber dem Lernen mit unserem KI-Avatar erfasst. Der Fragebogen bestand aus 20 Items, die verschiedene Dimensionen wie Interesse, Motivation und Lernwahrnehmung der Schüler\*innen abdeckten. Konkret wurden dabei u. a. die Konzentration im Unterricht, das Interesse am Programmieren, die Leichtigkeit des Lernens, die Freude am Programmieren und die Vorstellung, Programmierung als zukünftiges Berufsfeld in Betracht zu ziehen, abgefragt.

Da kein bestehendes validiertes Instrument verfügbar war, das speziell auf die Zielgruppe und den Kontext des KI-gestützten Lernangebots zugeschnitten war, wurden die Skalen und Fragen eigens für diese Studie entwickelt, um präzise und relevante Rückmeldungen zur Lernerfahrung zu erfassen.

Die Schüler\*innen bewerteten ihre Einstellung ggü. den Items dabei auf 5- oder 6-stufigen Likert-Skalen. Hierbei drücken Teilnehmende ihre Zustimmung oder Ablehnung zu einer Aussage auf einer abgestuften Skala (z.B. von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“) aus. So werden differenzierte Meinungen und Einstellungen quantifizierbar und eine

statistische Auswertung ermöglicht. Der Fragebogen wird zu zwei Zeitpunkten ausgefüllt: einmal vor Beginn und einmal nach Abschluss des Kurses, wodurch Veränderungen in der Einstellung und Motivation der Schüler\*innen durch die Nutzung des KI-Avatars messbar werden.

### 4.3.4 Qualitative Erhebung

Ergänzend zur quantitativen Erhebung erfolgt eine qualitative Komponente in Form von leitfadengestützten Interviews, die mit den Schüler\*innen direkt im Anschluss an die Nutzung des Avatars durchgeführt wurden. Diese Interviews dienen dazu, tiefere Einblicke in die subjektiven Erfahrungen der Lernenden zu gewinnen und mögliche Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Der Interviewleitfaden umfasst offene Fragen, die auf die Interaktion mit dem KI-Avatar, die Wahrnehmung des Lernprozesses und spezifische Elemente des Kurses abzielen (s. Kapitel 6.5.2). Dabei decken die Fragen verschiedene Aspekte ab, wie die Auswahl des Avatars, die Vergleichbarkeit mit traditionellen Lernmethoden, die Effektivität der Echtzeit-Interaktion sowie positive und negative Elemente der Kursstruktur und mögliche Verbesserungsvorschläge. Die Interviews werden nach Abschluss des Kurses durchgeführt, um die Eindrücke der Teilnehmenden unmittelbar nach der Nutzung des KI-Avatars zu erfassen. Sie wurden (mit schriftlicher Zustimmung der Teilnehmenden und ihrer Erziehungsberechtigten) aufgezeichnet und anschließend transkribiert, um eine systematische qualitative Analyse zu ermöglichen.

Durch die Kombination der quantitativen und qualitativen Daten ermöglicht das Mixed-Methods-Design eine umfassende Evaluation der Wirksamkeit des KI-Avatars. Die quantitativen Ergebnisse bieten statistische Aussagen über das Interesse und die Motivation der Schüler, während die qualitativen Daten ein tieferes Verständnis der persönlichen Erfahrungen und potenziellen Verbesserungspunkte liefern. Diese Herangehensweise erlaubt eine fundierte Bewertung des „TALAINTEd“-Projekts und trägt dazu bei, die zukünftige Entwicklung und Optimierung des KI-gestützten Lernangebots zu unterstützen.

## 5. Studienergebnisse

### 5.1 Quantitative Auswertung

Die im Rahmen des Projekts untersuchten Aspekte zielten darauf ab, den Einfluss des KI-gestützten Lernkurses auf zentrale Dimensionen wie Interesse, Motivation, Konzentration und den Spaß am Programmieren zu erfassen. Diese Fragestellungen bildeten die Grundlage für die quantitative Analyse, die mit einem standardisierten Fragebogen durchgeführt wurde. Im Folgenden werden die Ergebnisse vorgestellt, die Aufschluss darüber geben, inwiefern der Einsatz des KI-Avatars als innovatives Lernwerkzeug die Wahrnehmung und das Lernverhalten der Schüler\*innen beeinflusst hat.

#### Interesse am Thema Programmieren

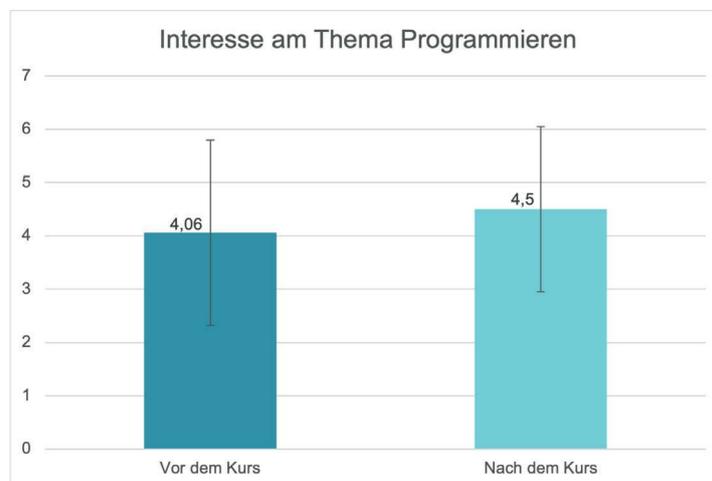


Abbildung 16: Auswertung "Interesse am Programmieren"

Die Datenanalyse zeigt einen signifikanten Anstieg des Interesses der Teilnehmenden am Thema Programmieren nach dem Kursabschluss mit KI-Avatar. Der Paarvergleich (Zweistichproben-t-Test für abhängige Stichproben) ergab eine Steigerung des durchschnittlichen Interesses von 4,06 auf 4,5, was statistisch hoch signifikant ist ( $p < .01$ , zweiseitig).

Der Anstieg des Interesses am Programmieren könnte damit zusammenhängen, dass der KI-Avatar das Lernen persönlicher gestaltet und die Teilnehmenden individuell anspricht. Durch die interaktive und moderne Vermittlungsweise wirkt das Thema Programmieren attraktiver und zugänglicher. Zusätzlich erzeugt der Avatar eine digitale und innovative Lernumgebung, die gerade bei technischen Themen Neugierde weckt und von vielen Lernenden als zukunftsorientiert wahrgenommen wird.

### Interesse an einem weiteren Programmierkurs (mit KI-Avatar) im Vergleich zu einem herkömmlichen Kurs (ohne KI-Avatar)

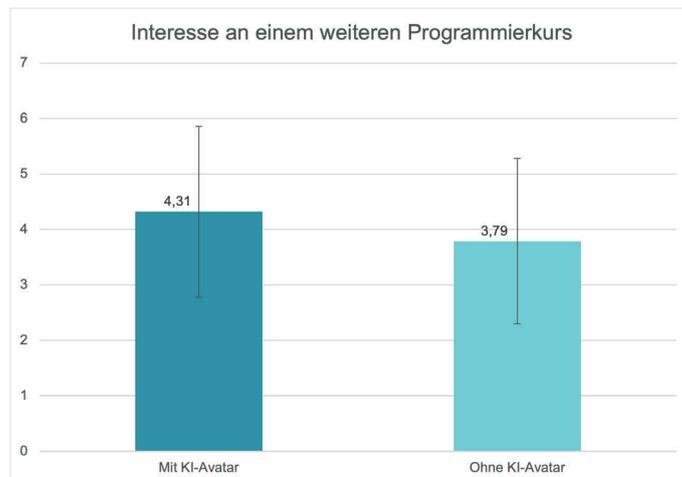


Abbildung 17: Auswertung "Interesse an einem weiteren Programmierkurs"

Die Auswertung zeigt, dass die Teilnehmenden ein Online-Kursformat mit KI-Avatar im Vergleich zu einem Kurs ohne KI-Avatar als attraktiver empfinden. Das Interesse an einem weiteren Kurs mit KI-Avatar lag im Durchschnitt bei 4,31, im Gegensatz zu einem Wert von 3,79 für einen Kurs ohne KI-Unterstützung. Diese Differenz ist statistisch hoch signifikant ( $p < .01$ , zweiseitig).

Das gesteigerte Interesse an weiteren Kursen mit KI-Avatar könnte darauf zurückzuführen sein, dass der Avatar das Lernen abwechslungsreicher und spannender gestaltet als herkömmliche Kursformate. Durch direkte Antworten und unmittelbares Feedback erzeugt der Avatar eine höhere soziale Präsenz und gibt den Teilnehmenden das Gefühl, aktiv begleitet zu werden. Diese persönliche „Begleitung“ schafft eine Verbindung, die das Vertrauen in den Kurs stärkt und die Motivation fördert, das Format weiter zu nutzen. Zudem bietet der Avatar eine interaktive Lernerfahrung, die das Engagement erhöht und Eigenmotivation unterstützt.

### Konzentration

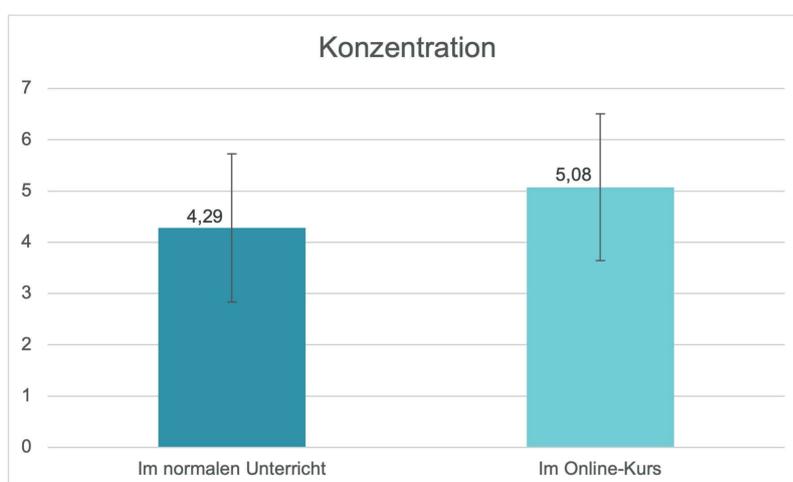


Abbildung 18: Auswertung "Konzentration"

Teilnehmende bewerteten ihre Konzentration während des Kurses mit KI-Avatar signifikant höher als im traditionellen Unterricht. Der Durchschnittswert stieg von 4,29 im herkömmlichen Unterricht auf 5,08 im KI-unterstützten Kurs. Dieser Unterschied ist statistisch hoch signifikant ( $p < .01$ , zweiseitig).

Der Anstieg der Konzentration im KI-Avatar unterstützten Kurs lässt sich vermutlich durch die gezielte Lenkung und Unterstützung des Avatars erklären. Der Avatar schafft eine ungestörte Lernumgebung und kann die Lernenden durch visuelle und akustische Signale kontinuierlich bei der Sache halten. Da der Avatar individuell auf die Fragen und Schwierigkeiten eingehen kann, wird die Aufmerksamkeit gezielt gelenkt, und Ablenkungen werden minimiert, was zu einer längeren und stabileren Konzentrationsspanne führt.

### Unterstützung des Programmieren Lernens durch den KI-Avatar

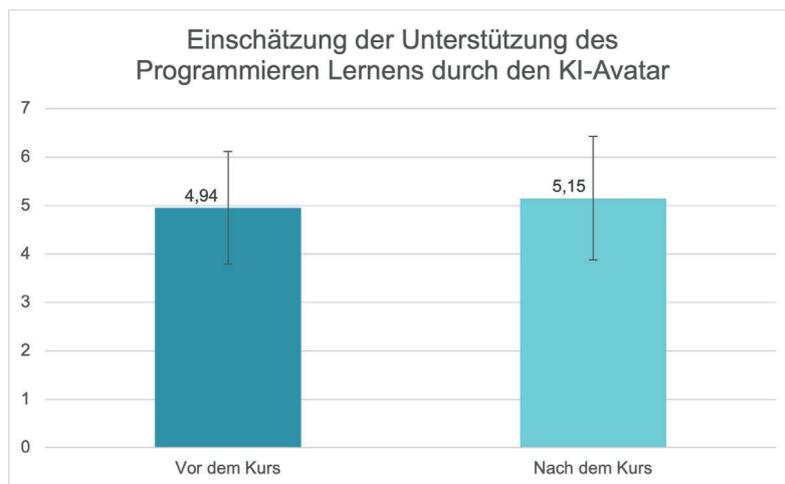


Abbildung 19: Auswertung "Einschätzung der Unterstützung des Programmieren Lernens durch den KI-Avatar"

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Teilnehmenden durch den KI-Avatar besser Programmieren gelernt haben, als sie ursprünglich erwartet hatten. Der Erwartungswert, dass der Kurs beim Programmieren lernen hilfreich ist, lag bei 4,94 und stieg nach dem Kurs auf 5,15. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p < .05$ , zweiseitig).

Die gesteigerte Wahrnehmung der Lernunterstützung durch den KI-Avatar könnte damit zusammenhängen, dass der Avatar den Lernprozess durch sofortiges Feedback und flexible Anpassungen erleichtert. Anstatt starr vorzugehen, kann der Avatar auf Unsicherheiten oder Fragen direkt reagieren und passende Erklärungen anbieten. Diese individuelle Anpassung des Avatars reduziert Frustration und erhöht das Verständnis, indem er die Lernenden gezielt und kontinuierlich durch die Inhalte begleitet.

### Erleichtertes Lernen durch den KI-Avatar

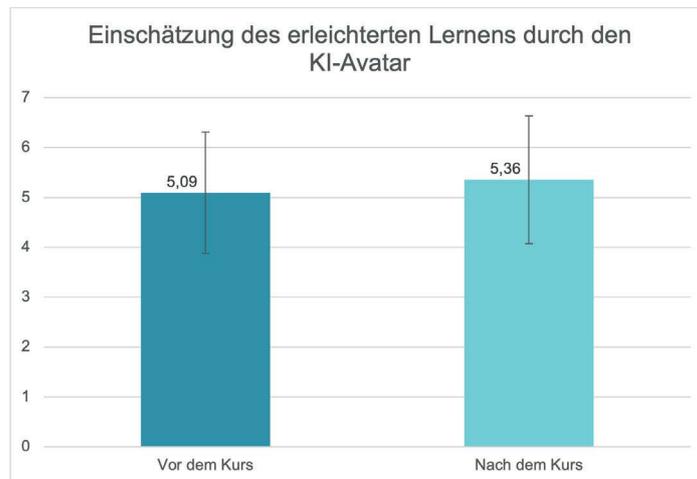


Abbildung 20: Auswertung "Einschätzung des erleichterten Lernens durch den KI-Avatar"

Teilnehmende berichteten, dass sie durch den Einsatz des KI-Avatars den Lernstoff leichter aufnehmen konnten, als es sonst üblich ist. Der Durchschnittswert für die wahrgenommene Leichtigkeit, neue Inhalte zu lernen, lag zu Beginn bei 5,09 und stieg nach dem Kurs auf 5,36. Dieser Anstieg ist statistisch signifikant ( $p < .01$ , zweiseitig).

Das erleichterte Lernen lässt sich durch die Fähigkeit des KI-Avatars erklären, Inhalte flexibel und auf das individuelle Lerntempo abgestimmt zu präsentieren. Der Avatar passt das Lernniveau an und führt die Lernenden schrittweise durch neue Konzepte, wodurch Überforderung vermieden wird. Zudem werden durch den Avatar komplexe Inhalte anschaulich und interaktiv dargestellt, was insbesondere visuelle und praktische Lerntypen unterstützt und die kognitive Belastung beim Lernen senkt.

### Spaß am Programmieren lernen durch den KI-Avatar

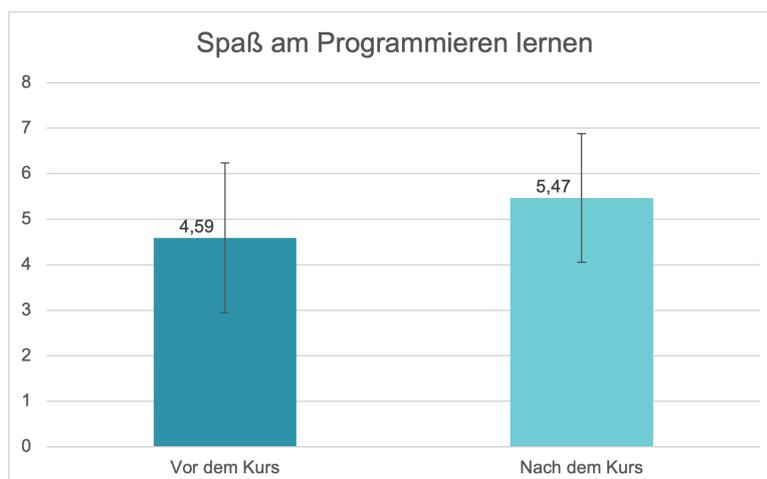


Abbildung 21: Auswertung "Spaß am Programmieren lernen"

Die Analyse zeigt, dass die Lernenden durch den KI-Avatar deutlich mehr Freude am Programmieren lernen hatten. Der Wert für den „Lernspaß“ stieg von 4,59 auf 5,47 nach Kursabschluss. Auch dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p < .01$ , zweiseitig).

Die gesteigerte Freude am Programmieren lernen könnte durch die Gamification-Elemente des KI-Avatars erklärt werden, die den Lernprozess auflockern und spielerische Anreize bieten. Der Avatar macht den Lernstoff zugänglicher und weniger formell, wodurch die Teilnehmenden das Programmieren als kreative und spaßige Tätigkeit erleben. Diese spielerischen Elemente und die Erfolge, die durch den KI-Avatar-Kurs vermittelt werden, steigern die intrinsische Motivation und tragen zu einem angenehmeren Lernerlebnis bei.

### Einfluss auf die Motivation, später beruflich zu programmieren

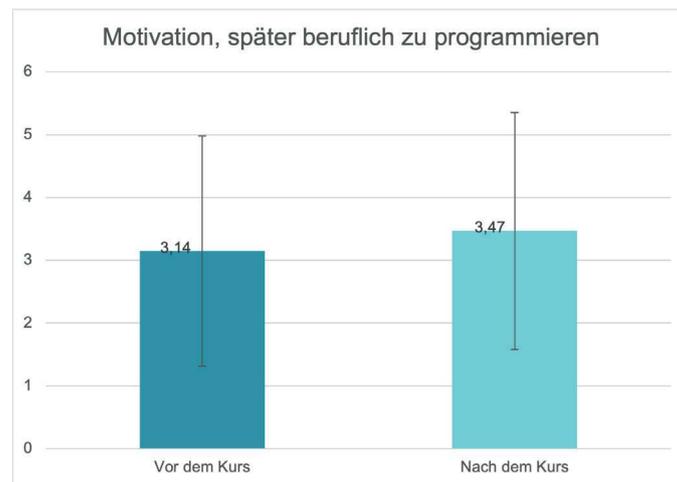


Abbildung 22: Auswertung “Motivation, später beruflich zu programmieren”

Die Motivation der Teilnehmenden, später eine berufliche Laufbahn im Programmier-Bereich zu verfolgen, wurde ebenfalls positiv beeinflusst. Die Motivation stieg von einem Ausgangswert von 3,14 auf 3,47, was statistisch signifikant ist ( $p < .01$ , zweiseitig).

Die erhöhte Motivation, eine berufliche Laufbahn in diesem Bereich anzustreben, kann darauf zurückgeführt werden, dass der Avatar eine praxisnahe Vorstellung des Berufs vermittelt und realistisches Lernen ermöglicht. Durch die Anpassung an reale Programmieraufgaben und die Unterstützung bei Herausforderungen wird die Berufswelt für die Lernenden greifbarer. Der Avatar fördert zudem das Selbstvertrauen, indem er die Teilnehmenden bei den Aufgaben unterstützt und so ein positives Bild der eigenen Fähigkeiten im Programmieren schafft. Dies könnte die Bereitschaft fördern, sich langfristig mit dem Programmieren auseinanderzusetzen und einen Beruf in diesem Bereich in Erwägung zu ziehen.

## 5.2 Qualitative Auswertung

Im Anschluss an den KI-basierten Programmierkurs führten wir qualitative Interviews mit den Schüler\*innen zu ihrer Teilnahme durch. Diese lieferten wertvolle Einblicke in die Akzeptanz, Wirkung und Verbesserungspotenziale digitaler Lernumgebungen. Durch die Kombination von Avataren, Gamification und einem spannenden Storytelling wurde eine Lernumgebung geschaffen, die sich grundlegend von traditionellem Unterricht unterscheidet und den Schüler\*innen eine neue Art des selbstgesteuerten und individuellen Lernens ermöglicht. Die zentrale Fragestellung dieser Auswertung war, welche Aspekte dieser Methode die Lernenden als positiv, motivierend und unterstützend erlebten und in welchen Bereichen sie sich Verbesserungen wünschen.

Die Auswertung der Interviews erfolgte mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring, einer etablierten Methode zur systematischen Analyse und Interpretation von Textmaterial. Ziel dieser Methode ist es, die im Material verborgenen Meinungen und Einstellungen der Befragten in strukturierter Form herauszuarbeiten und auf diese Weise die zentralen Aspekte der Antworten präzise und nachvollziehbar zu erfassen (vgl. Mayring & Fenzl, 2022, S. 633).

Für die Analyse wurde die Methode der kategorisierenden Inhaltsanalyse verwendet. Dabei wurde das Material in einem induktiven Prozess strukturiert, bei welchem die Kategorien, nach welchen die Antworten zugeordnet werden, nicht im Voraus festgelegt werden. Stattdessen werden hier neue Kategorien direkt aus dem Material abgeleitet, um die Aussagen möglichst authentisch und differenziert abzubilden (vgl. ebd., S. 637). Dieser induktive Ansatz ermöglichte es, Themen und Muster erst im Laufe der eingehenden Analyse der Antworten der Befragten neu herauszuarbeiten.

Um die Genauigkeit der Analyse zu erhöhen, werden verschiedene Analyseeinheiten bestimmt. Die Kodiereinheit ist dabei der kleinste Teil des Materials, der noch in die Auswertung einfließt (vgl. Mayring & Fenzl, 2022, S. 643). Für die Auswertung der Schülerinterviews wurde dieses dabei definiert als ein sinntragendes Textsegment, das einen relevanten Aspekt zur jeweiligen Fragestellung enthält. Dies ermöglichte es, sowohl spezifische Nennungen als auch umfassendere Aussagen zu den Fragestellungen zu identifizieren und zu kategorisieren.

Eine weitere Analyseeinheit ist die Kontexteinheit. Bei dieser handelt es sich um den größten, in eine Kategorie fallenden Textbestandteil. Sie hilft dabei, die Entscheidungen beim Kodieren besser zu verstehen und zu erklären (vgl. ebd.). Als Kontexteinheit diente hier jeweils das gesamte Antwortdokument der Befragten, wodurch eine differenzierte Einordnung der Codierungseinheiten im Kontext der Gesamtaussagen gewährleistet wurde. Diese Vorgehensweise förderte eine ganzheitliche Betrachtung, sodass die Aussagen im Kontext der individuellen Meinungen und Haltungen der Befragten analysiert werden konnten.

Ein zentrales Element bei der Auswertung ist der Kodierleitfaden. In diesem werden Kodierregeln, sprich verschiedene Kriterien festgelegt, anhand welcher das Material verschiedenen Kategorien zugeordnet werden kann. Diese Kriterien beruhen auf der Relevanz der Aussagen zur jeweiligen Fragestellung (vgl. Mayring & Fenzl, 2022, S. 638). Basierend auf den Kodierregeln und dem Kodierleitfaden wurden gezielt solche Passagen ausgewählt, die einen thematischen Bezug zu den vorher definierten Kategorien aufwiesen. Diese Auswahl ermöglichte es, die Materialmenge zu reduzieren und die Analyse auf aussagekräftige Inhalte zu fokussieren.

Um die Daten besser analysieren zu können, kann eine Abstraktionsebene für die Analyse festgelegt werden. Damit ist gemeint, wie stark die Daten (z. B. Textstellen) während der Analyse paraphrasiert werden, um übergeordnete Muster oder Kategorien zu erkennen (vgl. Mayring, 1994, S. 165f.).

Die Abstraktionsebene der Analyse lag auf einem mittleren Level, was bedeutet, dass die Aussagen so weit abstrahiert wurden, dass allgemeine Muster und übergeordnete Themen sichtbar wurden, ohne jedoch die Details und Nuancen der einzelnen Äußerungen zu verlieren. Diese Vorgehensweise ermöglichte eine differenzierte Darstellung der Erkenntnisse und eine klare Ableitung von Handlungsempfehlungen, die für die Weiterentwicklung des Kurses und der Avatar-Gestaltung von Bedeutung sind.

Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte aus den gesammelten Interviews mit den Schüler\*innen, die mithilfe der Inhaltsanalyse nach Mayring extrahiert wurden, vorgestellt.

## 1. Die emotionale und ästhetische Bindung an die Avatare

Ein zentrales Element, das die Schüler\*innen im Kurs hervorhoben, war die Wahl der Avatare und die Bedeutung von ästhetischen und emotionalen Merkmalen. Diese Bindung spielte eine entscheidende Rolle für ihre Motivation und ihr Engagement. Besonders wichtig war dabei die Sympathie, die die Lernenden den Avataren entgegenbrachten. Als sympathisch wahrgenommene Avatare wie „Ranin“ und „Ahmed“ wurden nicht nur häufiger gewählt, sondern auch als wichtige Faktoren genannt, die eine einladende und motivierende Lernatmosphäre schaffen.

„Ranin“ war für viele aufgrund ihrer freundlichen Ausstrahlung und ihres zugänglichen Charakters attraktiv. Diese Eigenschaften führten dazu, dass die Schüler\*innen die Interaktion mit ihr als angenehm empfanden und dadurch das Gefühl hatten, in einem unterstützenden Lernumfeld zu arbeiten. Diese positive emotionale Verbindung erhöhte die Bereitschaft, sich aktiv und selbstständig mit den Lernmaterialien auseinanderzusetzen.

Ebenso zeigte sich „Ahmed“ als besonders beliebte Wahl. Sein cooler, humorvoller Charakter machte die Interaktion lebendiger und ermutigte die Schüler\*innen, den Kurs entspannt und mit einer positiven Einstellung anzugehen. „Ahmed“ wirkte für sie mehr wie ein Freund als ein Lehrer, was als sehr ansprechend empfunden wurde. Diese Sympathie zu einem digitalen Tutor motivierte sie, auf spielerische Weise schwierige Inhalte zu erarbeiten und ihre Lernziele zu verfolgen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bindung an eine virtuelle Figur ein bedeutender Faktor ist, wenn es um das Wohlbefinden in der Lernumgebung geht.

Insgesamt zeigt die Bindung an die Avatare, wie wichtig die Sympathie für den Lernerfolg ist. Sympathische Avatare schaffen nicht nur eine angenehme Lernumgebung, sondern tragen auch zur emotionalen Stabilität und zum Selbstvertrauen der Lernenden bei. Die Schüler\*innen wählten demnach Avatare, mit denen sie sich identifizieren konnten, und die sie motivierten, die Lektionen mit einer positiven Einstellung zu absolvieren. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Sympathie gegenüber einem Avatar entscheidend dafür ist, ob Schüler\*innen bereit sind, sich auf den digitalen Lernprozess einzulassen und engagiert am Kurs teilzunehmen. Dies unterstreicht die Wichtigkeit, digitale personalisierte Figuren in Lernumgebungen einzusetzen, die das Bedürfnis nach sozialer Nähe und positiver Assoziation erfüllen. Dies wirkt entscheidend für die Entwicklung digitaler Lehrmittel, um die emotionale Verbindung und die Bereitschaft, mit der Lernplattform zu interagieren, zu fördern.

## 2. Lernfördernde Aspekte der Echtzeit-Interaktion mit Avataren

Die Analyse der Befragungen zeigt, dass die Mehrheit der Schüler\*innen das Lernen mit einem Avatar als vorteilhaft und motivierend wahrnahm, insbesondere durch die Möglichkeiten zur individuellen Anpassung der Lerngeschwindigkeit und zur Förderung der Selbstständigkeit. Die Echtzeit-Interaktion ermöglichte es den Lernenden, das Tempo selbst zu steuern, was ihnen eine flexible und personalisierte Lernerfahrung bot. Viele Schüler\*innen gaben an, dass sie durch diese Freiheit in der Gestaltung ihres Lernprozesses eigenständiger und verantwortungsbewusster vorgehen konnten, was wiederum ihr Verständnis und Engagement steigerte.

Ein weiterer Vorteil der Avatar-Umgebung lag in ihrer visuellen Attraktivität und der spielerischen Herangehensweise. Diese Aspekte schufen eine ansprechende Lernumgebung, die von den Schüler\*innen als willkommene Abwechslung zum traditionellen Unterricht empfunden wurde. Die Möglichkeit, Inhalte interaktiv und spielerisch zu erforschen, förderte sowohl die Konzentration als auch die Motivation und führte zu einer positiven Einstellung gegenüber den Lerninhalten.

Jedoch kamen auch kritische Rückmeldungen zum Ausdruck: Einige Lernende bemerkten das Fehlen direkter persönlicher Interaktion, was darauf hinweist, dass trotz der technischen Möglichkeiten die zwischenmenschliche Komponente nicht vollständig ersetzt wird. Zudem wurde von wenigen Schüler\*innen die Belastung durch das Arbeiten

am Bildschirm angesprochen, was verdeutlicht, dass die Balance zwischen der digitalen Interaktion und menschlicher Unterstützung in der Entwicklung digitaler Lernplattformen nicht vernachlässigt werden sollte.

Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass der Avatar-gestützte Unterricht eine vielversprechende und bereichernde Alternative zum traditionellen Unterricht darstellt. Die hohe Flexibilität und die spielerische Gestaltung schaffen ein ansprechendes Umfeld, das Motivation und Verständnis fördert. Künftige Entwicklungen könnten durch noch individuellere Anpassungsmöglichkeiten und intensivere Interaktivität das Potenzial der Avatar-Lernumgebung weiter ausschöpfen, um so die Akzeptanz und den Lernerfolg für eine größere Vielfalt an Lernenden zu steigern.

### 3. Motivierende Wirkung von Storytelling und Gamification

Die erzählerischen und spielerischen Elemente des Programmierkurses erwiesen sich als zentrale Erfolgsfaktoren und wurden von den Schüler\*innen insgesamt als positiv wahrgenommen. Die humorvolle und spannende Geschichte, in der sie sich im Spiel Flappy Bird wiederfanden, schuf eine kreative und unterhaltsame Lernatmosphäre, die nicht nur Freude am Lernen, sondern auch Motivation und Engagement förderte. Sie wurde insbesondere als aufregend, lustig und ansprechend empfunden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Einbindung von Storytelling und Gamification den Kurs für die Schüler\*innen attraktiver gestaltet und das Interesse an den Lerninhalten deutlich steigerte. Die positive Wirkung der Geschichte und der visuellen Elemente lässt sich durch die Rückmeldungen bestätigen, die immer wieder auf den motivierenden Charakter und die verstärkte Kreativität durch die Erzählweise hinweisen. Viele Lernende beschrieben, dass die Geschichte dazu beitrug, den Kurs interessanter und dynamischer zu gestalten, was ihnen half, motiviert zu bleiben und die Inhalte nicht als trocken oder monoton wahrzunehmen.

Darüber hinaus förderten die Storyline und die spielerische Gestaltung der visuellen Elemente nicht nur das Interesse, sondern auch den Ehrgeiz der Lernenden. Diese fanden die Kombination von spielerischen Elementen und der Erzählweise besonders motivierend und konnten so intensiver in die Inhalte des Kurses eintauchen. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Verbindung von gut strukturiertem Storytelling und ansprechendem Design eine grundlegende Rolle dabei spielt, Lernende langfristig zu begeistern und den Lernerfolg zu unterstützen, sowie die intrinsische Motivation zu fördern. Die Storyline diente als unterstützendes Element, das den Lernprozess nicht nur strukturierte, sondern auch Freude und Neugierde weckte, was sich positiv auf die Kreativität und das Verständnis der Lernenden auswirkte.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Storyline und die Gamification-Elemente zur hohen Grundzufriedenheit der Schüler\*innen beitragen. Diese Elemente könnten zukünftig eine wichtige Grundlage für die Gestaltung weiterer digitaler Lernformate bieten und durch gezielte Anpassungen, wie mehr Abwechslung und die Anpassung auf die unterschiedlichen Altersgruppen der Schüler\*innen, weiter optimiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Erzählerische und Spielerische im Lernprozess das Potenzial besitzt, Motivation, Kreativität und Lernbereitschaft nachhaltig zu steigern und eine verbesserte kognitive und emotionale Bindung an den Kurs zu kreieren.

### 4. Kritik am Kursdesign

Obwohl das Storytelling und die Echtzeit-Interaktion von den meisten Schüler\*innen als motivierend empfunden wurden, gab es auch einige Kritikpunkte. Manche Lernende empfanden Teile der Storyline als wenig altersgerecht und unrealistisch, was ihr Interesse und ihre Identifikation mit dem Kurs minderte. Außerdem wurde bemängelt, dass die Avatare nicht immer eine authentische, menschliche Interaktion widerspiegeln. In Bezug auf die Verbesserung der Avatare äußerten die Schüler\*innen konkrete Wünsche zur Optimierung des Verhaltens und Aussehens. Viele wünschten sich eine realistischere Gestaltung, mehr Emotionen und Ausdruckskraft, sowie eine schnellere Sprechgeschwindigkeit der Avatare. Einige Lernende wünschten sich auch eine größere Auswahl an Avataren und die

Möglichkeit, das Aussehen selbst anzupassen. Auch technische Verbesserungen wie weniger Verzögerungen und eine optimierte Lautstärke wurden von den Schüler\*innen genannt.

Diese Rückmeldungen unterstreichen das Potenzial, das eine dynamischere und auf die Zielgruppe abgestimmte Storyline bieten könnte, um die Attraktivität des Kurses weiter zu steigern. Eine intensivere Verknüpfung von Narrativ und Lerninhalten sowie eine differenzierte Darstellung der Spielfiguren könnten die spielerischen Elemente künftig noch besser auf die Bedürfnisse der Altersgruppe anpassen und das Engagement der Lernenden weiter fördern.

Neben den Avatar-Verbesserungen wurden auch Anpassungen im Kursdesign vorgeschlagen. Die Schüler\*innen äußerten den Wunsch nach mehr Fragen zur Kontrolle des Gelernten, zusätzlichen Programmieroptionen und Bonuskapiteln. Der Einsatz weiterer Spielelemente und eine stabilere technische Infrastruktur wurden ebenfalls als verbesserungswürdig bezeichnet. Dies zeigt, dass die Schüler\*innen klare Vorstellungen davon haben, wie der Kurs weiter optimiert werden kann, um noch stärker auf ihre individuellen Bedürfnisse einzugehen.

Diese Kritikpunkte machen deutlich, dass digitale Lernumgebungen am effektivsten sind, wenn sie den Bedürfnissen und Erwartungen der Schüler\*innen entsprechen. Sie legen nahe, dass die Anpassung der Storyline an das Alter und die Interessen der Lernenden sowie eine stärkere Betonung der interaktiven und emotionalen Aspekte der Avatare die Lernerfahrung noch weiter verbessern könnten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schüler\*innen bereit sind, sich auf innovative Lernmethoden einzulassen, sofern sie als authentisch und relevant empfunden werden.

## 5. Vergleich zum traditionellen Unterricht

Im Vergleich zum traditionellen Unterricht bewerteten die Schüler\*innen das Lernen mit einem Avatar als positiv. Die individuelle Anpassbarkeit, Selbstständigkeit und Selbstkontrolle führten dazu, dass die Lernenden den Kurs als weniger stressig, interessanter und unterhaltsamer wahrnahmen. Viele betonten, dass sie das eigenständige Lernen und das Lerntempo als befreiend und unterstützend empfanden. Die hohe Flexibilität der Lernumgebung ermöglichte es ihnen, sich ohne den Druck des regulären Unterrichts intensiv und konzentriert auf den Lernstoff einzulassen.

Die Studie zeigt, dass die Schüler\*innen die Avatar-Interaktion als klaren Vorteil gegenüber dem traditionellen Unterricht wahrnehmen, da sie ihnen die Möglichkeit bietet, in ihrem eigenen Tempo zu lernen und selbstständig den Unterrichtsstoff zu bearbeiten. Dies deutet auf das große Potenzial digitaler und personalisierter Lernmethoden hin, den traditionellen Unterricht zu ergänzen und die Motivation und das Engagement der Lernenden zu erhöhen. Die hohe Akzeptanz der Avatar-Lernplattform bestätigt den Wunsch der Schüler\*innen nach mehr Unabhängigkeit und Eigenverantwortung im Lernprozess.

Zusammenfassend zeigt die Befragung, dass die Mehrheit der Schüler\*innen die Avatar-basierte und spielerisch gestaltete Lernplattform als bereichernd und unterstützend empfindet. Die Mischung aus individueller Anpassung, Echtzeit-Interaktion und einer spannenden Storyline ermöglichte es den Lernenden, sich mit dem Unterrichtsstoff intensiver auseinanderzusetzen und ihre Lernergebnisse zu verbessern. Die Avatar-Interaktion und das Storytelling wirken motivierend und bieten eine attraktive Alternative zum traditionellen Unterricht.

Dennoch wurde deutlich, dass die digitale Lernplattform nur dann effektiv ist, wenn sie authentisch und technisch stabil gestaltet ist. Die Wünsche nach realistischeren und emotionaleren Avataren sowie nach einem abwechslungsreichen, strukturierten Kursdesign zeigen, dass die Schüler\*innen hohe Erwartungen an digitale Lernangebote haben. Die Erkenntnisse aus der Befragung bieten wertvolle Hinweise für die Weiterentwicklung solcher Lernumgebungen und unterstreichen die Bedeutung von Gamification, Personalisierung und technischer Stabilität für die Zukunft der digitalen Bildung.

## 6. Leitfaden für den Einsatz von TALAINTEd KI-Avataren an Schulen

Die Arbeit an Schulen ist heute äußerst komplex. Herausforderungen wie Lehrkräftemangel, heterogene Schülerschaften, politische Vorgaben zu Themen wie Digitalisierung, Inklusion und Demokratiebildung sowie der Umgang mit pandemiebedingten Problemen bei Jugendlichen führen häufig zu Überforderung und Ausfällen von Lehrkräften und anderen Beteiligten im Schulsystem. Das kann zu einer Abwärtsspirale führen, da Ausfälle und Berufsausstiege der Betroffenen die Anzahl der verfügbaren Akteure weiter verringern, wodurch die verbleibenden Lehrkräfte und Mitarbeitenden noch stärker belastet werden. Diese zusätzliche Belastung verschärft die Problemlage weiter und erschwert es zunehmend, den Kernaufgaben gerecht zu werden oder sich auf neue Herausforderungen einzulassen. Ziel dieses Leitfadens ist es daher, praktische Lösungen für das Bildungsmanagement anzubieten, um die Implementierung des TALAINTEd Kurses im schulischen Kontext zu erleichtern. Der Fokus liegt darauf, die Chancen der Künstlichen Intelligenz im Bildungsbereich aufzuzeigen und Schulen konkrete Handlungsoptionen zu bieten, ohne die Komplexität politischer Entscheidungen zur Ressourcenplanung in den Vordergrund zu stellen.

Es ist trotzdem wichtig, zu betonen, dass die Einführung digitaler Technologien durch die begrenzte Autonomie der Schulen erschwert wird, da diese von Genehmigungen und Entscheidungen der Schulträger und Bildungsministerien abhängig sind. Digitalisierungsmaßnahmen müssen daher immer auch von diesen Institutionen unterstützt werden, um eine erfolgreiche Integration neuer Technologien zu gewährleisten. Einige Kultusministerien haben bereits Hinweise zur zunehmenden Bedeutung von KI gegeben, und viele Schulen beginnen, sich in diesem Bereich weiterzubilden. Eine Integration solcher Themen ins Curriculum wäre hilfreich, um die Relevanz von digitalen Kompetenzen und KI im Bildungsauftrag zu verdeutlichen.

Der Leitfaden richtet sich in erster Linie an Schulleitungen und andere Entscheidungsträger\*innen in Schulen, da diese in der Regel für das Veränderungsmanagement im Bildungsbereich verantwortlich sind. Darüber hinaus richtet er sich an alle, die TALAINTEd an ihrer Schule einführen möchten. Dazu gehören auch Lehrkräfte und Ganztagsbetreuer\*innen. Neben der Anwendung von TALAINTEd kann dieser Leitfaden auch nützliche Informationen für alle bieten, die die Implementierung anderer neuer digitaler Lernwerkzeuge in Schulen erwägen.

Die Informationen und Erkenntnisse des Leitfadens basieren auf ausführlichen Experteninterviews aus den Bereichen KI-Ethik, -Recht und -Forschung, Bildungsmanagement und Pädagogik. Die Auswertung der Tiefeninterviews erfolgte mittels der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (vgl. Kapitel 4.2). Zu Beginn werden die wichtigsten technischen Funktionen sowie die rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen für den Einsatz des TALAINTEd KI-Avatars vorgestellt. Darauf folgt eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, die in verschiedene Themenbereiche unterteilt ist. Diese umfassen die Zielsetzung des Einsatzes des KI-Avatars, die notwendige digitale Infrastruktur der Schule, die didaktische Einbindung des Avatars in den Unterricht sowie die notwendigen Fortbildungsmaßnahmen für Lehrkräfte. Abschließend findet sich eine Checkliste, die eine schnelle Überprüfung der Voraussetzungen für den Einsatz des KI-Avatars in der jeweiligen Schule ermöglicht und sicherstellt, dass alle notwendigen Voraussetzungen erfüllt sind.

### 6.1. TALAINTEd KI-Avatar

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Informationen für den Einsatz des TALAINTEd KI-Avatars vorgestellt. Der Abschnitt gliedert sich in technische, rechtliche und finanzielle Aspekte.

## Technische Grundlagen

Im Rahmen des Projekts TALAINTE<sup>D</sup> wurde in Zusammenarbeit mit der Hacker School Hamburg ein interaktiver Video-Kurs entwickelt. Wie in Kapitel 2 bereits erklärt, leitet dieser Kurs die Schüler\*innen durch einen Programmierkurs für das Computerspiel „Flappy Bird“, welches mit der blockbasierten Programmierplattform Microsoft MakeCode Arcade erstellt wird. Die Besonderheit des Kurses liegt in der Verwendung von Avataren, die Mitarbeiter\*innen der Hacker School darstellen. Ihre Stimmen und Bewegungen wurden von KI-Modellen nachgebildet, die auf Daten von Studioaufnahmen basieren. Die Schüler\*innen können aus sieben verschiedenen Avataren wählen, die sie durch den Kurs führen. Außerdem stehen die fünf Sprachen zur Verfügung, die derzeit an deutschen Schulen am häufigsten gesprochen werden: Deutsch, Englisch, Türkisch, Russisch und Arabisch (vgl. Statistisches Bundesamt, 2023a). Während des Kurses erklären die Avatare anhand von Videoeinblendungen der Benutzeroberfläche von MakeCode Arcade, wo sich welche Programmierblöcke befinden und die Schüler\*innen können in Echtzeit mitarbeiten. Damit eine diese Interaktion in Echtzeit möglich ist, sollen die Schüler\*innen in einer Splitscreen-Ansicht arbeiten und die Lernvideos individuell an ihre Lerngeschwindigkeit anpassen, indem sie diese verlangsamen, beschleunigen oder stoppen. Zudem ist der Kurs spielerisch gestaltet: Ein „böser Flappy Bird“ entwendet zu Beginn alle Programmierblöcke, die die Schüler\*innen im weiteren Verlauf des Kurses wiederbeschaffen müssen. Der Lernfortschritt wird durch Quizfragen des „bösen Flappy Bird“ gesichert, die die Schüler\*innen bestehen müssen, bevor sie mit dem Kurs fortfahren können. Obwohl der gesamte Kurs vollständig skriptbasiert ist, um eine potenziell riskante Autonomie der Technologie zu verhindern, ist eine interaktive Komponente vorhanden, da die Avatare die Schüler\*innen nach Aktionen wie dem Weiterklicken im Kurs loben.

Der Zugang zum TALAINTE<sup>D</sup> KI-Avatar erfolgt über eine Open Educational Resource (OER), die eine flexible, plattformübergreifende Nutzung ermöglicht. Es werden keine personenbezogenen Daten verarbeitet, im Backend entsteht lediglich ein anonymisierter Nutzer ohne IP-Adresse, was Rückschlüsse auf einzelne Personen unterbindet. Zudem ist in Microsoft MakeCode Arcade keine Anmeldung erforderlich. Über das Generieren von QR-Codes kann dennoch an den selbst programmierten Spielen weitergearbeitet werden.

Zukünftig ist eine praktische Verwendung der KI-Avatare in Form von einer Plattform, auf welcher fertige Inhalte und Unterrichtsmaterialien für verschiedene avatarbasierte Kurse bereitstehen, denkbar. Alternativ wäre eine Plattform möglich, auf der Lehrkräfte eigene Skripte hochladen können, die in KI-Avatar Videos umgewandelt werden, in Form von einem baukastenartigen Tool. Die Möglichkeit Unterrichtsinhalte maßgeschneidert zu erstellen wird von Lehrkräften als besonders vorteilhaft gesehen, da dadurch individuelle Unterrichtsstile besser abgebildet werden könnten. Jedoch ist diese Option aufgrund des hohen Arbeitsaufwands und bestehender rechtlicher Hürden in naher Zukunft vermutlich nur schwer umsetzbar.

## Rechtliche Grundlagen

Eine zentrale Herausforderung bei der Einführung von KI-Tools in Schulen sind rechtliche Fragestellungen. Die nachfolgende rechtliche Einordnung bietet einen Überblick über aktuelle Entwicklungen und eine allgemeine Einschätzung basierend auf den technischen Funktionen, ersetzt jedoch keine Rechtsberatung. Beim Einsatz von KI bleibt der Datenschutz ein zentrales Anliegen. Ein wesentlicher rechtlicher Vorteil des TALAINTE<sup>D</sup> KI-Avatars und dem Programm Microsoft MakeCode Arcade besteht darin, dass keine personenbezogenen Daten verarbeitet werden. Dadurch ist keine Zustimmung nach der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) erforderlich. Da im Backend lediglich anonymisierte Nutzerprofile erstellt werden, sind die datenschutzrechtlichen Anforderungen erfüllt, was den Einsatz des KI-Avatars in Bildungseinrichtungen vereinfacht.

Zusätzlich sind die Rechte an den Videoaufnahmen, die zur Klonung der Stimmen und Bewegungen verwendet werden, im Besitz der Hacker School und der Hochschule der Medien (HdM) im Rahmen des Forschungsprojekts.

Dies stellt sicher, dass die Nutzung des Videomaterials rechtlich abgesichert ist und keine Ansprüche Dritter geltend gemacht werden können.

Die schrittweise in Kraft tretende KI-Verordnung stuft KI-Systeme risikobasiert ein, wobei strengere Anforderungen für Anwendungen gelten, die höhere Risiken für Grundrechte und den Datenschutz darstellen. Interaktive KIs können im Gegensatz zu lokalisierten KIs Daten erfassen, die juristisch als personenbezogen gelten, selbst wenn sie nicht unmittelbar identifizierbar sind. Ein lokalisiertes System wie TALAINTEd, bei dem die Interaktion indirekt über einen Avatar und ohne Cloud- oder Netzwerkanbindung erfolgt, bietet den höchsten Datenschutz.

Fertige Kurse, die von KI-Avataren moderiert werden, werden voraussichtlich nicht als Hochrisiko, sondern als allgemeine KI-Anwendung eingestuft. Daher wird empfohlen, die Transparenz- und Kennzeichnungspflichten einzuhalten. Hier besteht vor allem die Aufklärungspflicht, die in Form von einer Mitteilung bei Kursbeginn und gegebenenfalls einem KI-Label, je nach rechtlichen Entwicklungen, dargestellt wird. Obwohl die Hacker School in diesem Kontext als verantwortlich gelten sollte, wird empfohlen, dass Lehrkräfte zusätzlich sicherstellen, dass die Schüler\*innen die Funktionsweise und Art der KI Verwendung möglichst lückenlos verstanden haben.

Falls Lehrkräfte eigene Kurse erstellen, muss die Hacker School als Verantwortliche die Autonomie der KI begrenzen, um Fehlinformationen in Form von „Halluzinationen“ und kritische Themen wie rassistische oder unangemessene Inhalte zu vermeiden. Aus diesem Grund plant die Hacker School vorerst, die Erstellung der Avatare ausschließlich selbst durchzuführen.

### Ressourcen- und Veränderungsmanagement

Schulen sind komplexe Organisationen, die ein professionelles Veränderungsmanagement benötigen, um den Schulalltag und die Bildungsqualität effektiv zu gestalten. Schulträger und Schule nehmen dabei unterschiedliche Rollen ein. Der Schulträger, in der Regel die Kommune, ist für infrastrukturelle und personelle Belange zuständig, wie beispielsweise den Bau neuer Gebäude, die Instandhaltung von Einrichtungen oder die Sicherstellung einer ausreichenden Lehrerversorgung. Die Schule selbst ist verantwortlich für die Entwicklung geeigneter Verfahren, die Organisation von Lernprozessen und die Verteilung von Aufgaben. Diese Schulentwicklung ist eine eigenständige Aufgabe, die neben dem Unterricht und der Verwaltungsarbeit steht. Umgesetzt wird sie von zentralen Akteur\*innen wie der Schulleitung, dem Schulleitungsteam, Abteilungsleiter\*innen oder Nachmittagskoordinator\*innen. Aufgrund der Vielzahl möglicher Modelle ist Schulentwicklung vielschichtig und oft nicht einfach schematisch darzustellen.

Bei der Einführung neuer Technologien spielen beide Ebenen eine Rolle. Ist ein KI-Lernwerkzeug für die Schule technisch einfach umsetzbar, ist ein schneller Einsatz möglich, während bei komplexeren Anforderungen, wie dem Ausbau der Infrastruktur oder beispielsweise der Digitalisierung ganzer Schulprozesse, der Schulträger aktiv werden muss. Ein effektives Zusammenspiel zwischen Schulträger und Schule ist dabei entscheidend, um den individuellen Anforderungen der jeweiligen Schule gerecht zu werden.

Die jährlichen Serverkosten für die Plattform belaufen sich auf etwa 150 Euro. Diese Kosten sind vergleichsweise gering und nicht darauf ausgelegt, Gewinne zu erzielen. Um diese Ausgaben zu decken und den langfristigen Betrieb der Plattform sicherzustellen, sollte Bildungseinrichtungen der Zugang zu zukünftigen Förderprogrammen und Zuschüssen ermöglicht werden. Die Ausstattung der Schulen hängt von verschiedenen Quellen ab, darunter Förderprogramme und der Finanzierung durch den Schulträger. Generell trug der Bund laut Statistischem Bundesamt im Jahr 2022 mit dem Digitalpakt nur rund 2 % der Kosten der allgemeinbildenden und beruflichen Schulen, während die Länder rund 78 % und die Gemeinden und Gemeindeverbände rund 20 % trugen (vgl. Statistisches Bundesamt, 2023b, S. 50 f.). Die Finanzierung der Schulen hängt also in der Regel maßgeblich von den Ressourcen und Steuereinnahmen des Schulträgers ab. Die Schulleitungen müssen mit den vorhandenen Ressourcen haushalten und daher

häufig Prioritäten setzen, wie beispielsweise die Sicherstellung des regulären Unterrichtsbetriebs. Da die finanzielle Ausstattung und Infrastruktur der Schulen sehr unterschiedlich ist, stellt die einheitliche Einführung von KI-Tools eine Herausforderung dar.

Der in Kapitel 1.2.1 bereits erwähnte DigitalPakt Schule ist eine bedeutende Initiative der Bundesregierung und der Länder, die darauf abzielt, die digitale Infrastruktur an Schulen zu verbessern. Er wurde durch eine Änderung des Grundgesetzes möglich, speziell durch die Ergänzung von Artikel 104c. Diese Anpassung gestattete es dem Bund, Finanzhilfen zur Bildungsinfrastruktur der Länder bereitzustellen, was zuvor wegen der Kulturhoheit der Länder nicht zulässig war. Zusätzlich ermöglichen die Änderungen eine gezielte Investition von Mitteln des Bundes in Projekte, die für das gesamte Bildungssystem von überregionaler Bedeutung sind, wie etwa die Digitalisierung (vgl. Kultusministerkonferenz, 2021, S. 82). Bis Mai 2024 stellte der DigitalPakt insgesamt 5 Milliarden Euro zur Verfügung, um Schulen bei der Anschaffung von digitaler Ausstattung zu unterstützen. Die meisten Mittel sind inzwischen ausgeschöpft (vgl. BMBF, 2024b). Trotz der positiven Auswirkungen des Digitalpakts bestehen weiterhin Defizite, insbesondere im Hinblick auf fehlendes Personal für technische Aufgaben. Für die neue Infrastruktur werden Fachkräfte wie Informatiker\*innen und Netzwerkadministrator\*innen benötigt, deren Beschäftigung jedoch für viele Schulen kaum finanzierbar ist. Die Weiterführung des Digitalpakts Schule unter dem Titel Digitalpakt 2.0, der bis 2030 die digitale Infrastruktur deutscher Schulen stärken soll, stockt jedoch. Die Kultusministerien kritisieren die Bundesregierung für ihre zögerliche Haltung und das Fehlen fester Zusagen zur Finanzierung. Sie heben die Notwendigkeit hervor, die Investitionen in digitale Bildung zu verstetigen, um den digitalen Wandel in Schulen fortzusetzen und zu verbessern, und warnen vor den Konsequenzen eines Rückzugs des Bundes aus diesem Engagement (vgl. Anders & Kuhn, 2024; Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2024). Generell kann, falls bestehende Mittel aufgebraucht wurden, nur auf zukünftige Mittel des Digitalpakts 2.0 gewartet werden.

Jedoch gibt es auch außerhalb des Digitalpakts Förderprogramme, die teilweise bei der Finanzierung helfen können. Hier lohnt es sich, die Fördersuche des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (vgl. BMWK, 2024) zu nutzen. Diese bieten eine Förderdatenbank auf Bundes-, Länder- sowie EU-Ebene. Generell trug, laut dem Statistischen Bundesamt, 2022 der Bund mit dem DigitalPakt nur etwa 2 % der Kosten von allgemeinbildenden und beruflichen Schulen, während die Länder etwa 78 % und die Gemeinden und Zweckverbände etwa 20 % trugen. Auch außerhalb von Förderprogrammen übernehmen Länder und Gemeinden oftmals Kosten für digitale Infrastruktur, weshalb auch hier eine direkte finanzielle Unterstützung möglich ist (vgl. Statistisches Bundesamt, 2023b, S. 50f.).

## 6.2. Schritt-für-Schritt-Anleitung

### Schritt 1: Strategische Zielsetzung

Ein fairer und sicherer Einsatz von KI-Lernwerkzeugen sollte immer mit einer klaren Zielsetzung einhergehen. Aus ethischer Perspektive ist es wichtig, nicht nur zu fragen, wie diese Werkzeuge das Leben und Lernen positiv beeinflussen können – etwa durch die Unterstützung von Lehrkräften im Arbeitsalltag oder die Begleitung von Schüler:innen bei ihrer Berufswahl –, sondern auch, auf welche Weise dies konkret geschehen soll. Dabei sollte geklärt werden, wie die angestrebten Ziele erreicht werden können, um sicherzustellen, dass der Einsatz der KI-Werkzeuge tatsächlich einen positiven und nachhaltigen Beitrag leistet. So kann geplant werden, wie die Stärken des Produkts optimal in den Schulalltag integriert werden können.

#### Ziele und Grenzen definieren

Das übergeordnete Ziel des TALAINTEd-Programmierskurses ist es, Schüler\*innen einen besseren und gerechteren Zugang zu IT-Kenntnissen zu ermöglichen. Für die Lehrkräfte bieten die KI-Avatar-Kurse die Gelegenheit, neue Lern-

methoden zu entdecken und den Schüler\*innen eine Abwechslung vom klassischen Unterricht zu bieten. Außerdem kann durch KI-Avatare veranschaulicht werden, was KI kann und wo Grenzen liegen. Darüber hinaus sind verschiedene Aspekte des Programmierkurses mit spezifischen Vorteilen verbunden.

Die Wahl der Plattform Microsoft MakeCode Arcade ist entscheidend, da sie mit ihrem blockbasierten Programmierungssystem einen einfachen Einstieg in das Themenfeld der Programmierung ermöglicht. Dies kann den Schüler\*innen den Zugang zur Programmierung erleichtern und ihre Lernbereitschaft fördern.

Die im TALAINTEd Programmierkurs integrierten Gamification-Elemente und damit einhergehende schnelle Erfolgserlebnisse konnten die Motivation der Lernenden signifikant steigern und somit ein aktives Engagement im Lernprozess fördern. Ein zentraler Vorteil des Kurses liegt in seiner hohen Individualisierbarkeit. Dies beginnt mit der Auswahl zwischen fünf verschiedenen Sprachen, was eine Mehrsprachigkeit ermöglicht, die im Unterricht von Lehrkräften oft nicht im gleichen Maße abgedeckt werden kann. Zudem haben die Schüler\*innen die Möglichkeit, zwischen sieben verschiedenen KI-Avataren zu wählen, die auch unterrepräsentierte und marginalisierte Gruppen im IT-Bereich abbilden. Dies trägt dazu bei, Vorurteile abzubauen und bestehende Barrieren oder Ängste zu überwinden.

Des Weiteren kann die Kompetenz der eigenständigen Lösungsfindung gefördert werden. Die Videos können von den Lernenden erneut betrachtet werden, wodurch eine fortlaufende Interaktion mit den Inhalten gewährleistet ist. Dadurch wird eine hohe Praxisrelevanz erzielt, da die Schüler\*innen die Kompetenz erwerben, sich selbstständig Wissen anzueignen, um auf Fragen Antworten zu finden. Dies eröffnet Lehrkräften auch die Möglichkeit, Schüler\*innen mit Defiziten in spezifischen Bereichen gezielt zu fördern und dadurch den großen Unterschieden der technologischen Vorkenntnisse der Lernenden gerecht zu werden.

Zudem werden unterschiedliche Lerntempi berücksichtigt, indem die Geschwindigkeit des Kurses von den Lernenden selbst adaptiert werden kann. Für schnellere Schüler\*innen besteht die Möglichkeit, eigenständig an ihren Projekten weiterzuarbeiten oder sich durch das Spielen ihres zuvor selbst programmierten Spiels zu belohnen.

Trotz der vielfältigen Vorteile gibt es auch Grenzen, die bei der Implementierung des TALAINTEd KI-Avatars beachtet werden müssen. Entscheidend ist, dass KI-Tools nicht nur zur Effizienzsteigerung, sondern gezielt zum Wissenserwerb eingesetzt werden, wobei eine intrinsische und selbstkritische Lernmotivation im Vordergrund steht. KI-Systeme können Emotionen der Schüler\*innen meist nicht erkennen und daher auch nicht empathisch auf sie eingehen. Gute Lehrkräfte hingegen verfügen über die Kompetenz, Lernende durch pädagogisches Geschick zu motivieren und ein positives und empathisches Lernumfeld zu schaffen. Um den Bildungsprozess sinnvoll zu ergänzen, sollte KI daher als unterstützendes Werkzeug eingesetzt werden und nicht die zwischenmenschliche Kommunikation oder den klassischen Unterricht vollständig ersetzen. Andernfalls würde auch die unterstützende Lernumgebung, die Schulen bieten, an Bedeutung verlieren, da die Arbeit mit KI-Avataren theoretisch auch aus der Ferne erfolgen könnte. Der Einsatz von KI-Tools sollte daher eher als Unterstützung der Lehrkräfte verstanden werden, die ihre Rolle bereichert und nicht ersetzt. Schließlich sollte das Ziel von Lehrkräften nicht in der Überwachung der Leistungen der Schüler\*innen liegen, sondern darin, den Lernprozess zu unterstützen.

Vor einer Nutzung sollte das Ziel mit den potenziellen Vorteilen des KI-Tools abgeglichen und es sollte hinterfragt werden, ob das Tool die optimale Lösung zur Bewältigung von Problemen und Herausforderungen darstellt. In der Folge ist eine klare Definition der Ziele erforderlich, um diese im nächsten Schritt adäquat vermitteln zu können.

### Stakeholder-Feedback einholen

Die Umsetzung neuer Ideen erfordert systematisches Veränderungsmanagement mit klaren Schritten, geeigneten Methoden und partizipativer Einbindung, um Widerstände abzubauen und den digitalen Wandel erfolgreich zu ge-

stalten. Die definierten Ziele und Grenzen sollten daher im nächsten Schritt allen Stakeholdern, also dem gesamten Lehrkörper und je nach Anwendung auch Ganztagsbetreuer\*innen vermittelt werden. Eine solche Aufklärung ist von zentraler Bedeutung und sollte proaktiv angegangen werden, denn nur wenn alle Beteiligten gut informiert sind und genau wissen, was vor sich geht, können Bedenken, Sorgen oder Wünsche geäußert und dadurch abgebaut werden. Dieser Dialog schafft nicht nur Vertrauen, sondern ermöglicht es, gemeinsam Verbesserungen oder Erweiterungen zu entwickeln.

Oft reicht die Überzeugungskraft einer Idee allein nicht aus, um sie nachhaltig in den Schulen zu verankern. Wenn neue Projekte an Schulen herangetragen werden, können sie entweder als zusätzliche Belastung wahrgenommen und abgelehnt oder als potenzielle Problemlösung begrüßt werden. Wird der Mehrwert des KI-Tools, wie erhöhte Effizienz bei der Unterrichtsvorbereitung, aufgezeigt, können Lehrkräfte dazu motiviert werden, neue Unterrichtsmodelle anzuwenden. So kann die Akzeptanz der Lehrkräfte gegenüber neuen Technologien erhöht werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass definierte Lehr- und Lernziele oft auch mit alternativen Lernmethoden erreicht werden können. Daher ist es wichtig, den Einsatz von Technologien nicht zu forcieren. Abschließend sollte das Stimmungsbild möglichst objektiv eingeordnet und bewertet werden.

### Schritt 2: Digitale Infrastruktur

Eine solide digitale Infrastruktur ist entscheidend für den erfolgreichen Einsatz von Technologien im Bildungsbe-  
reich. Um sicherzustellen, dass alle Schüler\*innen optimal von den verfügbaren digitalen Lernressourcen profitieren können, ist eine Überprüfung der Qualität und Quantität der bestehenden technischen Voraussetzungen notwendig. Darüber hinaus ist es wichtig, Maßnahmen zu ergreifen, die einen gerechten Zugang zu digitalen Ressourcen auch außerhalb des Unterrichts gewährleisten.

#### Bestandsaufnahme

Zu den wichtigsten technischen Voraussetzungen gehört der Zugang zu einem Klassensatz digitaler Endgeräte und Kopfhörer und eine ausreichende Breitbandverfügbarkeit. Um die digitale Infrastruktur in den Klassenzimmern effektiv bewerten zu können, ist es von hoher Bedeutung, neben der Quantität, also der ausreichenden Anzahl der Ausstattung, auch die Qualität, also das Alter und die Funktionalität, zu untersuchen. Wenn die digitale Infrastruktur ausgebaut werden soll, ist es wichtig, dass sie entsprechend betreut wird und klare Verantwortlichkeiten festgelegt werden. Beispielsweise kann ein Digital-Team aus engagierten und qualifizierten Kolleg\*innen geschaffen werden oder es kann ein\*e Informatiker\*in oder Netzwerkbetreuer\*in eingestellt werden. Die zusätzliche Arbeitszeit, die Lehrkräfte für die Betreuung der digitalen Infrastruktur aufwenden, sollte angemessen vergütet werden, beispielsweise durch die Schaffung einer neuen Stelle. Lehrkräfte sollten nicht einfach nebenbei als IT-Administratoren arbeiten, da dies eine komplexe Aufgabe ist und die Zeit für den Unterricht reduziert. Darüber hinaus gibt es bereits Bestrebungen, Schulen durch die Übernahme von IT-Aufgaben durch den Schulträger zu entlasten. Die spezifischen Anforderungen der Schulen stellen jedoch eine Herausforderung für eine standardisierte Übernahme durch den Schulträger dar.

Generell gibt es verschiedene Medienstrategien, die den Einsatz digitaler Geräte im Schulalltag unterstützen können. Eine Möglichkeit ist die Bereitstellung schulischer Geräte, beispielsweise in Form von Tablet-Wagen. Dieser Ansatz gewährleistet gleiche Bedingungen für alle Schüler\*innen, bringt jedoch hohe Anschaffungs- und Wartungskosten mit sich und kann die Eigenverantwortung der Schüler\*innen im Umgang mit den Geräten reduzieren. Eine alternative Medienstrategie ist das Konzept „Bring Your Own Device“ (BYOD). Die Schüler\*innen nutzen dabei ihre eigenen, ihnen vertrauten Geräte, was den Umgang erleichtert und der Schule Kosten spart. Der BYOD-Ansatz erfordert jedoch häufig Leihgeräte, deren Notwendigkeit stark vom didaktischen Konzept abhängt. Die Lehrkräfte entscheiden, ob jedes Kind ein eigenes Gerät benötigt oder ob Geräte auch gemeinsam im Unterricht genutzt werden können.

Grundsätzlich gilt: „Didaktik vor Technik“. Inhalte und Methoden sollten die Auswahl und den Einsatz digitaler Geräte bestimmen. Gleichzeitig können neue Technologien ungeahnte didaktische Möglichkeiten eröffnen. Der Ausbau der digitalen Infrastruktur ist daher nicht nur für die Einführung moderner Technologien wie TALAINTE<sup>ED</sup> unerlässlich, sondern schafft auch eine langfristige Basis für innovative Lernmethoden und zukünftige Entwicklungen im Bildungsbereich.

Wenn eine Medienstrategie vorhanden ist, sollten zu Beginn des Audits die für den Kurs vorgesehenen Computer, Laptops oder Tablets sowie die Kopfhörer auf Anzahl und Funktionstüchtigkeit überprüft werden. Obwohl Computer und Laptops mit ihren größeren Bildschirmen besser für die Split-Screen-Nutzung geeignet sind, haben sich auch Tablets bewährt. Es ist essenziell, stets Reservegeräte bereitzuhalten, falls die Schüler\*innen Geräte vergessen oder Probleme damit auftreten.

Darauf aufbauend ist es wichtig, die Breitbandverfügbarkeit in den Klassenräumen zu überprüfen. Generell wird empfohlen, dass eine Breitbandverfügbarkeit von mindestens 20 Mbit/s pro Gerät zur Verfügung steht, da es sonst zu Einbußen in der Auflösung kommen kann. Computer mit LAN-Anschluss bieten im Allgemeinen eine stabilere Verbindung als WLAN-Netzwerke, was erfahrungsgemäß zu einer besseren Benutzererfahrung führt. Soll das WLAN-Netz verwendet werden, ist es von hoher Bedeutung, dass dieses vorher in dem Klassenzimmer, in dem der Kurs abgehalten werden soll, getestet wird. Hier können einfache Online-Internetgeschwindigkeitstests wie der von Ookla helfen (vgl. Ookla, 2024). Eine schlechte Auflösung der Videos ist oft auch auf veraltete Grafikkarten zurückzuführen. Daher sollten auch die vorhandenen Grafikkarten überprüft und gegebenenfalls aufgerüstet werden. Grundsätzlich sollten alle Grafikkarten mit einer Full-HD-Auflösung oder höher geeignet sein. Schließlich sollte die Wahl des Browsers kein Problem darstellen, denn die Plattform läuft auf allen gängigen Browsern, also Google Chrome, Firefox, Safari und Microsoft Edge. Auch an die Audioqualität der Kopfhörer werden keine hohen Ansprüche gestellt.

### Gerechten Zugang sicherstellen

Neben der technischen Ausstattung ist auch der faire Zugang zu digitalen Lernressourcen von großer Bedeutung. Gerade der BYOD Ansatz birgt das Risiko zur Verstärkung sozialer Ungerechtigkeit. Obwohl die meisten deutschen Haushalte mittlerweile über mindestens einen PC oder Tablet und Internet verfügen, reichen die Geräte oftmals nicht für den gesamten Haushalt aus (vgl. Statistisches Bundesamt, 2022; Eurostat, 2023). Es empfiehlt sich daher für Schüler\*innen aus finanziell benachteiligten Haushalten Leihgeräte gegen eine geringe monatliche Gebühr anzubieten. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, Ersatzgeräte für den Notfall verfügbar zu halten, beispielsweise in Form von iPad-Koffern zur Ausleihe für Lehrkräfte. So wird sichergestellt, dass bei seltenen Geräteschäden der Unterricht ohne Unterbrechung weitergeführt werden kann. Abschließend ist es empfehlenswert, Lernräume für Kinder ohne Internetzugang zu Hause an der Schule zur Verfügung zu stellen. Diese Räume sollten allen Schüler\*innen offen stehen, um das gemeinsame Arbeiten zu fördern und eine barrierefreie Nutzung von KI-Umgebungen zu ermöglichen. Ein solcher Zugang trägt nicht nur zur Chancengleichheit bei, sondern unterstützt auch die Entwicklung wichtiger sozialer Kompetenzen durch Zusammenarbeit und Austausch im Lernprozess.

### Schritt 3: Didaktische Integration

Die didaktische Integration neuer Lernwerkzeuge und Konzepte in bestehende Bildungsangebote erfordert eine sorgfältige Planung und Anpassung, um sicherzustellen, dass die Lehr- und Lernziele effektiv erreicht werden. Dabei spielen die Einbettung in das bestehende Bildungsangebot sowie die Auswahl und Förderung der Lehrkräfte eine entscheidende Rolle.

## Einbindung in das Bildungsangebot

In den klassischen Schulformen – Grundschule, Hauptschule, Realschule und Gymnasium – sind meist die Lehrkräfte für die Integration neuer Tools verantwortlich. Hier eignen sich die TALAINTEd KI-Avatar-Kurse besonders für projektorientierte Unterrichtseinheiten und können durch entsprechende Anpassungen in allen Schulfächern eingesetzt werden. Alternativ könnten Ganztagsangebote genutzt werden, um jahrgangsübergreifende Projekte zu fördern. Solche Ansätze eröffnen vielfältige didaktische Möglichkeiten, die über das klassische Klassenprinzip hinausgehen. KI-Kurse könnten beispielsweise in Form von Workshops oder AGs außerhalb des regulären Unterrichts angeboten werden. Hier bietet sich eine enge Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen für das Ganztagsangebot an. Beispielsweise kann der Kurs aktiv im Unterricht beworben werden, um auch Schüler\*innen zu erreichen, die sonst möglicherweise nicht daran teilnehmen würden. Aber auch ein kombinierter Ansatz, bei dem der KI-Avatar-Kurs im Unterricht eingeführt und anschließend in AGs weitergeführt wird, ist je nach Schulform und -organisation denkbar.

Es wird empfohlen, den TALAINTEd KI Avatar in einem technischen Fach einzusetzen, idealerweise in einem Fach, das von einer diversen Gruppe von Studierenden belegt wird oder ein Pflichtfach ist. Auf diese Weise wird eine große Reichweite erzielt, die langfristig dazu beitragen kann, soziale und geschlechtsspezifische Ungleichheiten abzubauen. Der Kurs kann beispielsweise im Informatikunterricht, in Fächern mit Bezug zur Robotik oder in Fächern, die sich mit den Gefahren von Social Media und KI beschäftigen, eingesetzt werden. Außerdem wurde der Programmierkurs speziell für absolute Anfänger konzipiert und eignet sich besonders, wenn das Thema Programmieren zum ersten Mal im Unterricht behandelt wird. Um unterschiedlichen Vorkenntnissen und Lerngeschwindigkeiten gerecht zu werden, ist es sinnvoll, den Schüler\*innen die Möglichkeit zu eigenständigem Arbeiten zu geben, sodass sie in ihrem eigenen Tempo lernen und bei vorzeitigem Beenden des Kurses das Spiel eigenständig weiterentwickeln können. Die Schüler\*innen brauchten durchschnittlich etwa 1,5 Stunden, um den prototypischen Programmierkurs abzuschließen. Allerdings wurde während der Studie erkannt, dass die Konzentrationsfähigkeit und das Arbeitstempo der Schüler\*innen je nach Schulform stark variieren. Als entscheidender Faktor für eine anhaltende Motivation wurde die klare Definition der Lernziele zu Beginn des Kurses identifiziert. Die Demonstration des möglichen Endprodukts – in diesem Fall das Spiel Flappy Bird – hat sich als sehr effektiv erwiesen. Dieses Element der Zielklarheit ist daher essentiell, um die Lernenden aktiv in den Lernprozess einzubinden und ihren Lernerfolg zu maximieren (vgl. Reed, 2012, S. 22f.). Abschließend ist es wichtig, dass Schüler\*innen motiviert werden, ihr Wissen selbst zu erweitern, um die Vorteile der KI effektiv nutzen zu können.

## Auswahl der Lehrkräfte

Bei der Auswahl der Lehrenden für den TALAINTEd Kurs ist es ideal, Lehrende aus dem Bereich Informatik oder mit technischen Grundkenntnissen einzusetzen. Diese Lehrkräfte bringen bereits eine wichtige Basis mit, um den Schüler\*innen die erforderlichen Programmierkenntnisse effektiv vermitteln zu können. Darüber hinaus ist die Eigenmotivation der Lehrkräfte von großer Bedeutung. Für Lehrkräfte, die eine Präferenz für die Arbeit mit analogen Methoden aufweisen, erweisen sich digitale Tools mitunter als weniger praktikabel. Da die Lernziele des Kurses potenziell auch mit alternativen Lehrmethoden erreicht werden könnten, ist es deshalb wichtig, keinen Zwang zur Nutzung der Technologie auszuüben. Sofern sich keine Lehrkraft zur Nutzung des Tools bereit erklärt, sollte auf dessen Einsatz verzichtet werden. Alternativ wäre die Schaffung einer neuen Stelle zu prüfen.

## Schritt 4: Wissenstransfer

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass alle involvierten Akteure – Lehrkräfte, Lernende und Erziehungsberechtigte – über die Funktionsweise und die Art und Weise der KI-Nutzung adäquat informiert sind. Eine gezielte und proaktive Aufklärung ist in diesem Kontext von essenzieller Bedeutung. Im Rahmen der Studie hat sich die Präsentation

des „Making-of“ der KI-Avatare als außerordentlich nützlich erwiesen. Dadurch wird veranschaulicht, welche Schritte erforderlich sind, um solche Avatare zu erstellen und reibungslos zu betreiben. Ein solches Wissen kann etwaige Hemmungen und Misstrauen abbauen, was letztlich mehr Sicherheit schafft und den Weg für Innovation ebnet.

### Lehrkräfte

Besonders problematisch wird ein fehlendes Verständnis bei Lehrkräften, da viele Schüler\*innen diese Tools bereits regelmäßig im Alltag nutzen. Lehrkräfte ohne Bewusstsein für die Funktionsweise und den Nutzen von KI-Tools können Schüler\*innen nur schwer bei einem verantwortungsvollen Einsatz unterstützen. Daher ist es für einen langfristigen Einsatz digitaler Produkte essentiell, potenzielle Wissenslücken bei den Lehrkräften proaktiv zu identifizieren und zu adressieren. Fortbildungen nehmen im technologischen Bereich eine zentrale Rolle ein. Es wird empfohlen, dass diese Fortbildungen sowohl interkollegial gestaltet als auch durch externe, vom Kultusministerium zertifizierte Anbieter unterstützt werden. Beispielsweise kann durch schulinterne Mikrofortbildungen, das von einzelnen Lehrkräften in Fortbildungen erlangte Wissen, komprimiert weitergegeben werden. Außerdem ist zu betonen, dass selbst gut ausgebildete Lehrkräfte sich stets auf den Einsatz neuer Tools adäquat vorbereiten sollten.

Die Vorbereitung der Lehrkräfte auf den Einsatz von KI-Avataren sollte sowohl eine inhaltliche als auch eine technische Dimension umfassen. Die Lehrkräfte müssen nicht nur in der Blockprogrammierung versiert sein, sondern auch praxisnah geschult werden, um auf inhaltliche Fragen der Schüler\*innen kompetent reagieren zu können. Derartige Kompetenzen in der Programmierung sollten durch vom Kultusministerium zertifizierte Fortbildungen kontinuierlich erweitert werden.

Parallel dazu ist eine gründliche technische Ausbildung unerlässlich, damit die Lehrkräfte in der Lage sind, häufig gestellte technische Fragen wie „Warum startet das Programm nicht?“ oder „Wo muss ich klicken?“ zu beantworten und kleinere Hardwareprobleme selbst zu beheben. Diese Hilfestellungen können es den Schüler\*innen ermöglichen, sich auf den Lernprozess zu konzentrieren, ohne durch technische Schwierigkeiten unterbrochen zu werden. Für Lehrkräfte bietet sich hier vor allem ein interkollegialer Ansatz zur Problemerkennung und -behebung an. Ein weiterer Ansatz besteht in der Einbindung von Schüler\*innen als Mentor\*innen, welche ihr Wissen über die praktische Verwendung verschiedener Tools an Lehrkräfte weitergeben. Gleichzeitig sollten Lehrkräfte Schüler\*innen in diesem Rahmen dazu anregen, die KI-Nutzung zu reflektieren und die Funktionsweise zu hinterfragen. Darüber hinaus ist eine eigenständige Erprobung des TALAINTEd Programmierkurses im Rahmen der Unterrichtsvorbereitung unerlässlich. Die Unterrichtsvorbereitung sollte idealerweise durch kurze, prägnante Handreichungen oder Erklärvideos unterstützt werden, welche die wesentlichen Inhalte auf einfache und verständliche Weise vermitteln. Solche Materialien sind von großem Wert, da Lehrkräfte häufig einem hohen Arbeitsaufwand ausgesetzt sind.

### Schüler\*innen

Es ist von essenzieller Bedeutung, dass die Schüler\*innen umfassend über die Funktionsweise des TALAINTEd Programms informiert werden. Dies ermöglicht ihnen, sowohl das Tool selbst zu verstehen als auch ihre Medienkompetenz zu stärken. Obwohl die Informationen gemäß der AI-Verordnung zu Beginn der Nutzung zur Verfügung gestellt werden, ist es entscheidend, dass die Hintergründe tatsächlich verstanden werden. Dabei ist es wichtig, dass nicht nur die Funktionsweise, sondern auch die Grenzen und mögliche Fehlerquellen von KI aufgezeigt werden. Es ist Aufgabe der Lehrkräfte, auf eine ausgewogene Darstellung zu achten. Sowohl die potenziellen Vorteile als auch die Risiken, wie beispielsweise die Erstellung von Deepfakes oder der Missbrauch von Bildern, müssen verdeutlicht werden. Eine kritische Auseinandersetzung mit diesen Themen fördert die Sensibilisierung der Schüler\*innen und dient dem Schutz vor Fehlverhalten sowie Missbrauch von KI.

Durch eine umfassende Informationsvermittlung seitens der Lehrkräfte können die Schüler\*innen das erworbene Wissen über KI an ihre Mitschüler\*innen weitergeben, beispielsweise im Rahmen von Arbeitsgruppen. Dadurch wird das Bewusstsein für einen verantwortungsvollen Umgang mit KI in der gesamten Schule gestärkt.

### Erziehungsberechtigte

Eine Herausforderung bei der Einführung von KI-Tools in Schulen ist die Akzeptanz der Erziehungsberechtigten. Zwar ist eine Zustimmung gemäß DSGVO nicht erforderlich, solange der Avatar lediglich Inhalte vermittelt und keine persönlichen Daten oder Aufnahmen der Schüler\*innen verarbeitet werden. Unabhängig von den rechtlichen Anforderungen ist eine transparente Information der Erziehungsberechtigten jedoch aus ethischer Sicht wichtig, da der digitale Unterricht häufig mit Unsicherheiten und Ängsten verbunden ist. Auch wenn die genauen Anforderungen im Zusammenhang mit der KI-Verordnung noch unklar sind, kann durch eine umfassende Information und Dokumentation aller Akteure sichergestellt werden, dass alle wesentlichen Schritte eingehalten werden. Um größtmögliche Transparenz zu gewährleisten, sollten auch die Erziehungsberechtigten informiert werden. Auf diese Weise kann auch den Bedenken der Erziehungsberechtigten begegnet werden, insbesondere der Befürchtung, dass traditionelle Unterrichtsmethoden vollständig durch technologische Unterrichtsformen ersetzt werden könnten.

### Schritt 5: Evaluation und Monitoring

Kontinuierliches Monitoring ist ein entscheidender Aspekt, um den langfristigen und sinnvollen Einsatz von KI-Lernwerkzeugen im Bildungsbereich zu gewährleisten. Zwar handelt es sich in diesem Fall wahrscheinlich nicht um eine KI, die gemäß der KI-Verordnung als hochriskant eingestuft wird. Dennoch sollte die Einhaltung höchster Sicherheitsstandards angestrebt werden, was auch eine kontinuierliche Überwachung des Einsatzes beinhaltet. Es sollte sichergestellt werden, dass der Einsatz von KI weiterhin den ursprünglichen Zielen dient. Zu diesem Zweck sollten Schulen Verfahren entwickeln, um die Qualität zu messen und Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Generell sind KI-Lernwerkzeuge im Hinblick auf die Zufriedenheit der Schüler\*innen, technische Probleme und den Mehrwert für den Unterricht zu evaluieren, um möglichst nutzerzentrierte Verbesserungen zu ermöglichen. Nutzende sind in diesem Kontext sowohl die Schüler\*innen als Anwender:innen des Tools als auch die Lehrkräfte, die das Lernwerkzeug als Unterrichtsmittel verwenden.

Durch die TALAINTE<sup>D</sup>-Studie konnte bereits ein signifikanter Vorteil des Programmierkurses für die Schüler\*innen nachgewiesen werden. Dennoch variiert jede Schule in ihren spezifischen Bedürfnissen und Gegebenheiten, weshalb eine eigene Evaluation und vor allem Feedbackmöglichkeit sehr wichtig für eine nachhaltige Digitalisierung sind. Es wird empfohlen, dass Lehrkräfte ihre Schüler\*innen zur Verwendung des inkludierten und anonymen Feedback-Tools in Edpuzzle anregen. Dies kann eine offene und ehrliche Kommunikationskultur fördern und den Lehrkräften wichtige Einblicke in die Akzeptanz und mögliche Probleme mit TALAINTE<sup>D</sup> geben.

Rückmeldungen von Schüler\*innen können zwar wichtige Einblicke liefern, diese sollten jedoch altersbedingt durch die Einschätzung und Perspektive der Lehrkräfte ergänzt werden. Darüber hinaus ist es wichtig, die Zufriedenheit der Lehrkräfte zu evaluieren, da sie die zentralen Akteure bei der Digitalisierung des Unterrichts sind. Den Lehrkräften wird Autonomie bei der Gestaltung und Anpassung ihres Unterrichts im Rahmen der vom Bildungsministerium vorgegebenen Lehrpläne zugestanden. Daher ist die Relevanz von Lehrkräften bei der erfolgreichen Einführung und Nutzung neuer Technologien evident. Darüber hinaus sind sie in der Regel gut in der Lage, die Zufriedenheit der Klasse wahrzunehmen, die Gründe dafür zu verstehen und Probleme zu erkennen. Bei TALAINTE<sup>D</sup> spielen vor allem technische Aspekte wie Stabilität, Benutzerfreundlichkeit, Zugänglichkeit und Zugangsbarrieren eine Rolle. Feedback über derartige Probleme, Hindernisse oder Wünsche sollte an die Entwickler\*innen weitergegeben werden, um eine nachhaltige Optimierung des KI-Tools zu ermöglichen. Zusätzlich sollten Erkenntnisse aus Schulbesuchen berück-

sichtigt werden, um ein ganzheitliches Bild der Unterrichtsqualität und des Technologieeinsatzes zu erhalten. Die im Schulsystem etablierten Schulleitungsbesuche dienen bereits als solches Instrument zur Evaluation der Unterrichtsqualität.

Schließlich bietet ein anonymes Feedback-Instrument den Lehrkräften die Möglichkeit, konstruktive Kritik und Vorschläge zur Schulorganisation und zum Schulmanagement zu übermitteln. Dies kann zu einer transparenteren und gesünderen Arbeitskultur beitragen und der Schulleitung die Umsetzung effektiver Veränderungen zur Verbesserung des Arbeitsumfeldes und der pädagogischen Qualität ermöglichen. Darüber hinaus trägt ein solches Monitoring dazu bei, etwaige Anpassungsbedarfe bei der technologischen Infrastruktur frühzeitig und kontinuierlich zu erkennen und nutzerzentrierte Lösungen zu entwickeln.

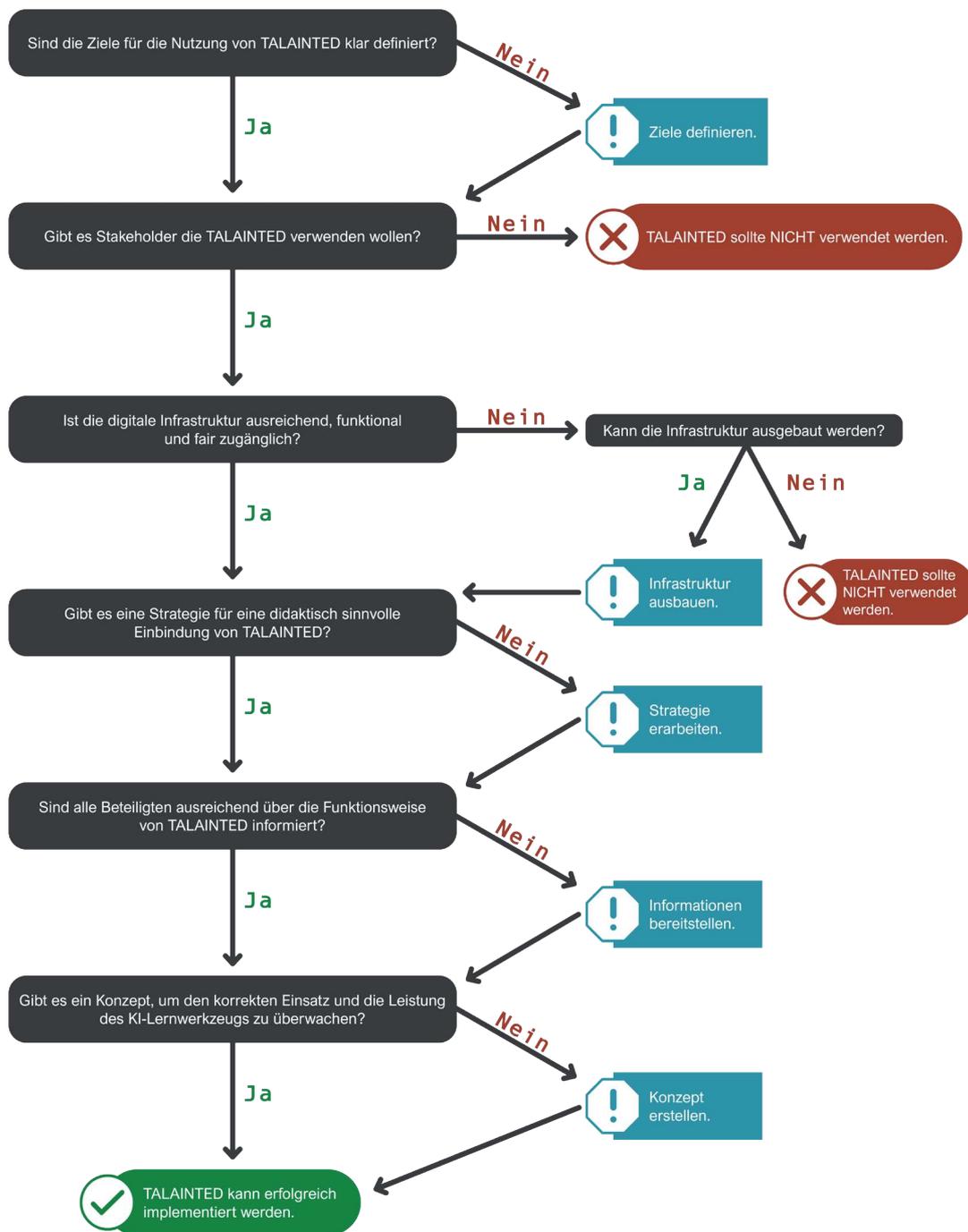


Abbildung 23: Entscheidungsbaum Leitfaden "TALAINTEd"

## 7. Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass der Einsatz eines KI-Avatars in digitalen Lernformaten vielversprechende Potenziale zur Förderung von Motivation und Lernerfolg birgt. Die KI-basierte Lernumgebung ermöglicht durch personalisierte Interaktionen eine zielgerichtete Unterstützung, die auf die individuellen Bedürfnisse und das jeweilige Lerntempo der Schüler\*innen abgestimmt ist. Insbesondere für sozioökonomisch benachteiligte Lernende, die oft eingeschränkten Zugang zu herkömmlichen Bildungschancen haben, könnte der KI-Avatar eine Brücke zu kontinuierlicher und qualitativ hochwertiger Lernbegleitung darstellen.

### **Förderung der Lernmotivation durch KI-gestützte Interaktivität**

Ein zentraler Befund der Untersuchung ist die motivierende Wirkung der interaktiven Funktionen des KI-Avatars. Die Möglichkeit, mit einem virtuellen Tutor zu interagieren, bietet den Lernenden eine personalisierte Lernerfahrung, die als motivierender wahrgenommen wird als herkömmliche, statische Lernformate. Dies ist vor allem für Schüler\*innen vorteilhaft, die in der traditionellen Unterrichtsform wenig individuelle Förderung erfahren. Durch die Interaktion mit dem Avatar fühlten sich die Lernenden stärker eingebunden und konnten den Lernstoff eigenständig und im eigenen Tempo durchgehen.

### **Potenziale zur Überwindung struktureller Barrieren in der Bildung**

Für sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche und unterrepräsentierte Gruppen in den MINT-Fächern könnte der KI-Avatar eine Möglichkeit bieten, Bildungsbarrieren zu überwinden und ihnen den Zugang zu digitalem Wissen und praxisorientierter Bildung zu erleichtern. Da der Online-Kurs in der Lage ist, das Lerntempo und die Wissensvermittlung individuell anzupassen, könnte er den Lernenden das Gefühl geben, dass ihre Bedürfnisse und Lernfortschritte ernst genommen werden. Diese Art der Unterstützung ist besonders in heterogenen Klassen, in denen Lehrkräfte häufig nur begrenzt auf individuelle Bedürfnisse eingehen können, von Vorteil.

Zusätzlich zeigen die Ergebnisse, dass KI-gestützte Lernformate wie der Avatar das Potenzial haben, Bildungsbarrieren für benachteiligte Schüler\*innen abzubauen. Um dieses Potenzial jedoch voll auszuschöpfen, bedarf es eines stärkeren politischen Engagements für die Förderung digitaler Chancengleichheit. Zukünftige Maßnahmen sollten den Ausbau der digitalen Infrastruktur an Schulen und in benachteiligten Haushalten unterstützen und sicherstellen, dass alle Lernenden Zugang zu den notwendigen Geräten und einer stabilen Internetverbindung haben. Flächendeckender Zugang zu digitalen Lernressourcen könnte ein entscheidender Schritt sein, um die Bildungsgerechtigkeit in Deutschland zu verbessern.

### **Herausforderungen in der technischen Umsetzung und Akzeptanz**

Obwohl die Studie die potenziellen Vorteile des KI-gestützten Lernens hervorhebt, wurden auch Herausforderungen in der Umsetzung und Akzeptanz identifiziert. Ein Teil der Schüler\*innen, insbesondere solche mit geringeren technischen Vorkenntnissen, zeigte anfängliche Schwierigkeiten im Umgang mit der neuen Technologie. Diese technische Hemmschwelle verdeutlicht, dass begleitende Schulungen und Einweisungen notwendig sind, um alle Schüler\*innen zu einem einheitlichen technischen Niveau zu unterstützen. Auch die Akzeptanz digitaler Lernassistenten ist von persönlichen Einstellungen abhängig: Während einige Lernende den Avatar als motivierend und unterstützend empfanden, äußerten andere Vorbehalte gegenüber der Interaktion mit einer KI, etwa aus Sorge vor Datenschutz oder dem Gefühl, von einer Maschine bewertet zu werden.

Für eine erfolgreiche Implementierung solcher Technologien in der Breite müssen daher nicht nur technische Barrieren überwunden, sondern auch Vertrauen und Akzeptanz bei den Lernenden gefördert werden. Dies könnte durch transparente Informationen über die Funktionsweise und den sicheren Umgang mit der KI-Technologie erreicht werden, sowie durch eine begleitende Betreuung durch Lehrkräfte, die für technische und didaktische Fragen zur Verfügung stehen.

### **Ethische Überlegungen zum Einsatz von KI im Bildungsbereich**

Der Einsatz von KI im Bildungsbereich wirft auch ethische Fragen auf, insbesondere hinsichtlich des Datenschutzes, der emotionalen Abhängigkeit und der Integrität des Lernprozesses. Ein KI-Avatar könnte mit Integration weiterer Funktionen persönliche Daten sammeln, um die Lernerfahrung zu personalisieren – ein Ansatz, der datenschutzrechtliche Fragen aufwirft und eine sorgfältige Abwägung der erforderlichen und sensiblen Daten voraussetzt. Auch die Frage der psychologischen Wirkung der Avatare ist zu berücksichtigen. Während die emotionale Bindung an den Avatar das Lernen fördern kann, besteht das Risiko, dass sich Schüler\*innen in eine virtuelle Beziehung zu einem nicht-menschlichen Tutor verstricken, was Auswirkungen auf ihre sozialen und emotionalen Entwicklungsprozesse haben könnte.

Diese ethischen Überlegungen machen deutlich, dass der Einsatz von KI im Bildungsbereich klare Leitlinien und Regularien erfordert. Ein verantwortungsvoller Umgang mit KI-Avataren in Lernumgebungen sollte sicherstellen, dass Datenschutz und die emotionale Sicherheit der Schüler\*innen stets gewahrt bleiben. Der Aufbau klarer, verbindlicher Richtlinien für den Einsatz von KI im Bildungswesen könnte dazu beitragen, Vertrauen in diese neuen Technologien zu schaffen und ihre Akzeptanz zu steigern.

### **Notwendigkeit weiterer Forschung und Langzeitevaluation**

Die Untersuchung legt nahe, dass der KI-Avatar als digitale Lernhilfe vielversprechend ist, jedoch sind noch viele Fragen offen. Insbesondere sollte in zukünftigen Studien untersucht werden, inwieweit die durch den Avatar erzielten Lernerfolge auch langfristig bestehen bleiben und wie stabil die Lernmotivation in Folge von wiederholten Interaktionen ist. Eine Langzeitevaluation könnte helfen, die Nachhaltigkeit der erzielten Lernfortschritte zu bewerten und besser zu verstehen, wie KI-basierte Unterstützung im Vergleich zu herkömmlicher oder menschlicher Betreuung abschneidet.

Darüber hinaus sollte erforscht werden, wie sich KI-basierte Lernformate im traditionellen Unterricht nachhaltig verankern lassen. Dies erfordert neben einer adäquaten technischen Ausstattung in Schulen auch eine umfassende Schulung der Lehrkräfte, damit sie die neuen Technologien effektiv nutzen und in ihre Unterrichtskonzepte integrieren können. Langfristig könnte die Kombination von Lehrkräften und KI-Avataren hybride Lernumgebungen schaffen, die die Vorteile menschlicher Betreuung und technologischer Unterstützung vereinen.

## 8. Fazit

Die vorliegende Studie zeigt, dass der Einsatz eines KI-gestützten Avatars in digitalen Lernformaten vielversprechende Möglichkeiten zur Förderung digitaler Kompetenzen und Lernmotivation bietet. Durch die personalisierte und interaktive Gestaltung des Lernprozesses ermöglicht der Avatar eine flexible Anpassung an das individuelle Lerntempo und die spezifischen Bedürfnisse der Lernenden. Besonders in heterogenen und sozioökonomisch benachteiligten Zielgruppen kann dieser Ansatz Bildungschancen verbessern und das Interesse an digitalen Themen nachhaltig steigern.

Die Ergebnisse der Untersuchung legen nahe, dass KI-Avatare eine wertvolle Ergänzung zum herkömmlichen Bildungsansatz darstellen können. Sie bieten Lernenden gezielte Unterstützung und schaffen eine interaktive Lernerfahrung, die motivierend wirkt und die selbstständige Auseinandersetzung mit Lerninhalten fördert. Für viele Schüler\*innen, die im traditionellen Unterricht wenig individuelle Förderung erhalten, bietet diese Lernmethode die Möglichkeit, Wissen eigenständig und selbstgesteuert zu erarbeiten und gleichzeitig durch den Avatar in ihrem Lernfortschritt unterstützt zu werden.

Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse auch, dass die Umsetzung und Verbreitung solcher innovativen Technologien im Bildungsbereich mit Herausforderungen verbunden sind. Technische Zugangsvoraussetzungen, Schulungsbedarfe für Lehrkräfte sowie ethische Fragen zum Datenschutz und zur emotionalen Sicherheit der Lernenden müssen beachtet und adressiert werden. Es ist daher wichtig, dass zukünftige Studien diese Aspekte weiter untersuchen und dass politische Entscheidungsträger Rahmenbedingungen schaffen, die eine nachhaltige und verantwortungsvolle Integration von KI in die Bildung ermöglichen.

Zusammenfassend zeigt diese Arbeit, dass KI-gestützte Onlinekurse mit Avataren einen wertvollen Beitrag zu einer modernen und inklusiven Bildungslandschaft leisten können. Um das volle Potenzial dieser Technologien auszuschöpfen, bedarf es jedoch weiterer Forschung und gezielter Investitionen in die digitale Infrastruktur und den didaktischen Einsatz von KI im Bildungswesen. Eine erfolgreiche Implementierung solcher Lernformate könnte langfristig nicht nur den Zugang zu Bildung verbessern, sondern auch die zukünftigen Generationen auf die Anforderungen einer zunehmend digitalisierten Gesellschaft vorbereiten und motivieren.

## Literaturverzeichnis

**acatech & Joachim Herz Stiftung.** (2024). MINT Nachwuchsbarometer 2024.

[https://doi.org/10.48669/aca\\_2024-8](https://doi.org/10.48669/aca_2024-8)

**Aktan, S.** (2021). Waking up to the dawn of a new era: Reconceptualization of curriculum post Covid-19. *Prospects*, 51, 205–217. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09529-3>

**Albert, M., Hurrelmann, K., Quenzel, G., & Schneekloth, U.** (2019). Die 18. Shell Jugendstudie - Eine Generation meldet sich zu Wort. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung / Discourse. Journal of Childhood and Adolescence Research*, 14(4), 484-490. <https://doi.org/10.3224/diskurs.v14i4.06>

**Albrecht, S., & Revermann, C.** (2016). Digitale Medien in der Bildung. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). <https://edocs.tib.eu/files/e01fn19/1676381937.pdf>

**Anders, F.** (2022, September 19). Bildungsexperten fordern Pflichtfach Informatik ab dem Schuljahr 2024/25. Deutsches Schulportal. <https://deutsches-schulportal.de/bildungswesen/gutachten-swk-digitalisierung-pflichtfach-informatik-ab-dem-schuljahr-2024-25/#digitalisierung-verbindlich-in-der-lehrerausbildung-verankern>

**Anders, F., & Kuhn, A.** (2024, November 29). Digitalpakt Schule 2.0 – Länder machen Kompromissvorschlag. Deutsches Schulportal. <https://www.deutschlandfunk.de/kultusminister-kritisieren-angebot-von-bund-kmk-praesidentin-vorschlag-weit-hinter-erwartungen-102.html>

**Anger, C., Betz, J., & Plünnecke, A.** (2023a). MINT-Frühjahrsreport 2023. Institut der deutschen Wirtschaft (IW). [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Gutachten/PDF/2023/MINT-Fr%C3%BChjahrsreport\\_2023.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2023/MINT-Fr%C3%BChjahrsreport_2023.pdf)

**Anger, S., Lerche, A., & Sandner, M.** (2023b). Berufsorientierung und Berufsberatung am Gymnasium. *Ifo Schnelldienst*, 76(12), 20-23. <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2023-12-berufseinstieg-wachstumsfaktor-kompetenzen.pdf>

**Augustin-Dittmann, S., & Gotzmann, H.** (2015). MINT gewinnt Schülerinnen: Erfolgsfaktoren von Schülerinnen-Projekten in MINT. Springer Fachmedien. <http://doi.org/10.1007/978-3-658-03110-7>

**Baki, R.,** (2004). Gender-segregated education in Saudi Arabia: Its impact on social norms and the Saudi labor market. *Education Policy Analysis Archives*, 12(28). <https://doi.org/10.14507/epaa.v12n28.2004>

**Bayrisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus.** (2024, Mai 10). Verzögerungstaktik des Bundes gefährdet Start des Digitalpakt 2.0 Pressemitteilung Nr. 063. bayern.de. <https://www.km.bayern.de/meldung/verzoegerungstaktik-des-bundes-gefaehrdet-start-des-digitalpakt-20>

**Beckert, F.** (2020). Gender Diversity in der Tech-Branche: Warum Frauen\* nach wie vor unterrepräsentiert sind. Schriftenreihe des Gender- und Technik-Zentrum (GuTZ) der Beuth Hochschule für Technik Berlin, 11. <https://doi.org/10.3224/96665989>

**Behrens, M., Ganß, P., & Schmidt-Koddenberg, A.** (2017). Berufsorientierung in einer postmodernen, diversitätsgeprägten Gesellschaft. In C. Weyer (Hrsg.), *Instrumente zur Berufsorientierung* (S. 21-38). Waxmann.

- Beierle, S.** (2013). Die Rolle von Peers, Neuen Medien und Online-Communitys bei der Berufsorientierung. Deutsches Jugendinstitut. [https://www.dji.de/fileadmin/dji/pdf/1152\\_16751\\_Peers\\_DJI\\_Abschlussbericht\\_Stand\\_03\\_2013.pdf](https://www.dji.de/fileadmin/dji/pdf/1152_16751_Peers_DJI_Abschlussbericht_Stand_03_2013.pdf)
- Bitkom.** (2021). Informatische Bildung als Schlüssel für Zukunftskompetenz Plädoyer für einen neugestalteten Informatikunterricht. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-09/210910\\_grundlagenpapier-informatik-unterricht-2.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-09/210910_grundlagenpapier-informatik-unterricht-2.pdf)
- Bitkom.** (2022, November 16). Trotz Krieg und Krisen: In Deutschland fehlen 137.000 IT-Fachkräfte. Bitkom. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Deutschland-fehlen-137000-IT-Fachkraefte>
- BMBF.** (2022, November 9). Kompetenzzentren für digitales und digital gestütztes Unterrichten. Bundesministerium für Bildung und Forschung. [https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/digitalisierung-und-mint-bildung/digitaler-unterricht/kompetenzzentren-fuer-digitales-unterrichten\\_node.html](https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/digitalisierung-und-mint-bildung/digitaler-unterricht/kompetenzzentren-fuer-digitales-unterrichten_node.html)
- BMBF.** (2024a, Juni 4) Bildung: Startchancen-Programm. Bundesministerium für Bildung und Forschung. <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/startchancen/startchancen-programm.html>
- BMBF.** (2024b, Juni 30). Förder-Service. Bundesministerium für Bildung und Forschung. <https://www.digitalpaktshule.de/de/foerder-service-1713.html>
- BMFSFJ.** (2022, Januar 4). Umsetzung der Maßnahmen: Aktionsprogramm „Aufholen nach Corona für Kinder und Jugendliche“. Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/aktuelles/alle-meldungen/aktionsprogramm-aufholen-nach-corona-fuer-kinder-und-jugendliche--178422>
- BMWK.** (2024). Fördersuche. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. [https://www.foerderdatenbank.de/SiteGlobals/FDB/Forms/Suche/Foederprogramm suche\\_Formular.html?submit=Suchen&cl2Processes\\_Foerderberechtigte=bildungseinrichtung&filterCategories=FundingProgram&templateQueryString=bildung&cl2Processes\\_Foerderbereich=digitalisierung](https://www.foerderdatenbank.de/SiteGlobals/FDB/Forms/Suche/Foederprogramm suche_Formular.html?submit=Suchen&cl2Processes_Foerderberechtigte=bildungseinrichtung&filterCategories=FundingProgram&templateQueryString=bildung&cl2Processes_Foerderbereich=digitalisierung)
- BMZ.** (2024). Die Geschlechterkluft in der Bildung überwinden. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. <https://www.bmz.de/de/themen/geschlechtergerechtigkeit-in-der-bildung>
- Brand, A.** (2024, November 21). Das Deutsche Schulbarometer – die wichtigsten Ergebnisse. Deutsches Schulportal. <https://deutsches-schulportal.de/bildungswesen/deutsches-schulbarometer/#deutsches-schulbarometer-2024>
- Brändle, T. & Müller, S.** (2014). Berufsorientierung von „benachteiligten“ Jugendlichen - Zur Relevanz sozialer Herkunft im Übergangssystem. Sozialer Fortschritt, 4(5), 82-89. <https://bibb-dspace.bibb.de/rest/bitstreams/db3e7719-996f-4ac5-8e02-6797fd63ea02/retrieve>
- Buchner, J.** (2019). Vom Video zum Lernvideo. Die Vorbereitungsphase im Flipped Classroom lernwirksam gestalten. In J. Buchner & S. Schmid (Hrsg.), Flipped Classroom Austria...und der Unterricht steht Kopf! (S. 31–46). [https://www.researchgate.net/publication/336641159\\_Vom\\_Video\\_zum\\_Lernvideo\\_Die\\_Vorbereitungsphase\\_im\\_Flipped\\_Classroom\\_lernwirksam\\_gestalten](https://www.researchgate.net/publication/336641159_Vom_Video_zum_Lernvideo_Die_Vorbereitungsphase_im_Flipped_Classroom_lernwirksam_gestalten)
- Bundesagentur für Arbeit.** (2020). Eltern ins Boot holen. Checklisten & Praxisbeispiele für eine gelungene Elternarbeit in der Beruflichen Orientierung. [https://www.arbeitsagentur.de/datei/eltern-ins-boot-holen\\_ba146732.pdf](https://www.arbeitsagentur.de/datei/eltern-ins-boot-holen_ba146732.pdf)

- Charta der Vielfalt.** (2021, Januar). Factsheet: Soziale Herkunft. Charta der Vielfalt e. V. [https://www.charta-der-vielfalt.de/fileadmin/user\\_upload/Studien\\_Publikationen\\_Charta/Charta\\_der\\_Vielfalt\\_Factsheet\\_Soziale\\_Herkunft.pdf](https://www.charta-der-vielfalt.de/fileadmin/user_upload/Studien_Publikationen_Charta/Charta_der_Vielfalt_Factsheet_Soziale_Herkunft.pdf)
- Hesse, B., Ruiz Ben, E.** (2021). Digitalisierung und Geschlecht in Bildungskontexten. In: Liedtke, B., Mauß, B., Rother M. (Hrsg.), Update for All - Lehrpraxis für eine faire Digitalisierung. Universitätsverlag der TU Berlin. <https://books.google.at/books?id=S5JzEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L.** (2011, September). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (S. 9-15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dieckerhoff, K.** (2018). Professionalität in der Online-Lehre. Perspektiven für die Entwicklung von Online-Lehrkompetenz. In P. Arnold, H. R. Griesehop & C. Füssenhäuser (Hrsg.), Profilierung Sozialer Arbeit online (S. 109-127). Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-17088-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-658-17088-2_7)
- Dogan, M. E., Dogan, T. G., & Bozkurt, A.** (2023). The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. Applied Sciences, 13(5), 3056. <https://doi.org/10.3390/app13053056>
- Dohmen, D., Hurrelmann, K., & Yelubayeva, G.** (2021). Kein Anschluss trotz Abschluss?! Benachteiligte Jugendliche am Übergang in Ausbildung. Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS). <https://hdl.handle.net/10419/233910>
- Donham, C., Barron, H. A., Alkhouri, J. S., Kumarath, M. C., Alejandro, W., Menke, E., & Kranzfelder, P.** (2022). I will teach you here or there, I will try to teach you anywhere: perceived supports and barriers for emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic. International Journal of STEM Education, 9(19). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00335-1>
- Dost, G.** (2024). Students' perspectives on the 'STEM belonging' concept at A-level, undergraduate, and postgraduate levels: an examination of gender and ethnicity in student descriptions. International Journal of STEM Education, 11(12), 1-33. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00472-9>
- Edelstein, B.** (2023, März 28). Wie die soziale Herkunft die Chance auf ein Studium prägt. Bundeszentrale für politische Bildung. <https://www.bpb.de/themen/bildung/dossier-bildung/516334/wie-die-soziale-herkunft-die-chance-auf-ein-studium-praegt/>
- Edpuzzle.** (2024a) About Edpuzzle. Edpuzzle. <https://edpuzzle.com/about>
- Edpuzzle.** (2024b) Pricing. Edpuzzle. <https://edpuzzle.com/pricing>
- Edpuzzle.** (2024c) Privacy. Edpuzzle. <https://edpuzzle.com/privacycenter>
- Ertl, B., Luttenberger, S., & Paechter, M.** (2014). Stereotype als Einflussfaktoren auf die Motivation und die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten bei Studentinnen in MINT-Fächern. Gruppendynamik und Organisationsberatung, 45(4), 419–440. <https://doi.org/10.1007/s11612-014-0261-3>

**Eurostat.** (2023, Dezember). Internet-Zugangsdichte – Haushalte. Data Browser. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tin00134/default/bar?lang=de>

**Evans, D. K., Acosta, A. M., & Yuan, F.** (2023). Girls' Education at Scale. *The World Bank Research Observer*, 39(1), 47–74. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkad002>

**Fang, L.** (2024). Exploring the impact of artificial intelligence-based assistants in modern education: The case of ChatGPT. *Applied and Computational Engineering*, 35, 123-128. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/35/20230379>

**Fink, M. C., Robinson, S. A., Ertl, B.** (2024). AI-based avatars are changing the way we learn and teach: benefits and challenges. *Frontiers in Education*, 9, 1. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1416307>

**Fredrickson, B. L.** (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56(3), 218–226. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.56.3.218>

**Freitag, H., & Blaeschke, F.** (2021, März 10). Der sozioökonomische Status der Schülerinnen und Schüler. Bundeszentrale für politische Bildung. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/datenreport-2021/bildung/329670/der-soziooekonomische-status-der-schuelerinnen-und-schueler/>

**Fullan, M.** (2020). Learning and the pandemic: What's next?. *Prospects*, 49, 25–28. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09502-0>

**Goeze, A., Hetfleisch, P., & Schrader, J.** (2013). Wirkungen des Lernens mit Videofällen bei Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(1), 79–113. <https://doi.org/10.1007/s11618-013-0352-x>

**Götschel, H.** (2023). Erklärvideos gestalten. Eine digitale Mehrfachstrategie zur Vermittlung von Gender- und Diversitykompetenz in den Ingenieurwissenschaften und zur kreativen Auseinandersetzung mit Physik. In Y. Jeanrenaud (Hrsg.), *Teaching Gender in MINT in der Pandemie* (S. 33-54). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-43375-8>

**Heckhausen, J., & Tomasik, M.** (2002). Get an Apprenticeship before School Is Out: How German Adolescents Adjust Vocational Aspirations When Getting Close to a Developmental Deadline. *Journal of Vocational Behavior*, 60(2), 199-219. <https://doi.org/10.1006/jvbe.2001.1864>

**Hellmig, L., Schieckoff, B., Schwarz, R., & Süßenbach, F.** (2023). Zur Situation des Informatikunterrichts in Deutschland. *Informatik-Monitor 2023/24*. Gesellschaft für Informatik. [https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Informatik-Monitor\\_2023-24.pdf](https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Informatik-Monitor_2023-24.pdf)

**Hickmann, H., & Koneberg, F.** (2022). Die Berufe mit den aktuell größten Fachkräftelücken. Institut der deutschen Wirtschaft (IW). <https://hdl.handle.net/10419/264283>

**Hodges, C.B., Moore, S.L., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A.** (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*. <https://medicine.hofstra.edu/pdf/faculty/facdev/facdev-article.pdf>

**Hopland, S.** (2016, Oktober 19). How EDpuzzle Went Straight To Silicon Valley Without A Single Line Of Code. *itnig*. <https://itnig.net/blog/how-edpuzzle-went-straight-to-silicon-valley-without-a-single-line-of-code>

- Huber, S. G., Günther, P., Aigner, P. et al.** (2023). Auf dem Weg zu einer neuen Normalität in Schule und Bildung?!. In S. G. Huber, C. Helm & N. Schneider (Hrsg.), COVID-19 und Bildung. Studien und Perspektiven (S. 729–745). Waxmann. [https://www.pedocs.de/volltexte/2023/28066/pdf/Huber\\_et\\_al\\_2023\\_COVID-19\\_und\\_Bildung.pdf](https://www.pedocs.de/volltexte/2023/28066/pdf/Huber_et_al_2023_COVID-19_und_Bildung.pdf)
- Ifo.** (2023, April 18). Chancenmonitor 2023: Bildungschancen hängen stark vom Elternhaus ab. ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V. <https://www.ifo.de/pressemitteilung/2023-04-18/chancenmonitor-2023-bildungschancen-haengen-stark-vom-elternhaus-ab>
- IMA.** (2023, Februar 8). Interministerielle Arbeitsgruppe. "Gesundheitliche Auswirkungen auf Kinder und Jugendliche durch Corona". Die Bundesregierung. [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3\\_Downloads/K/Kindergesundheit/Abschlussbericht\\_IMA\\_Kindergesundheit.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/K/Kindergesundheit/Abschlussbericht_IMA_Kindergesundheit.pdf)
- Informatik-Monitor.** (2024). Zur Situation des Informatikunterrichts in Deutschland #InformatikMonitor herausgegeben vom Stifterverband, der Gesellschaft für Informatik und der Heinz Nixdorf Stiftung. Informatik-Monitor. <https://informatik-monitor.de/2024-25>
- Irén, D.** (2021). Gamification design for elementary school education. In T. Mejtóft, U. Söderström, O. Norberg & L. Freidovich (Hrsg.), Proceedings of the Twenty-first Student Conference in Interaction Technology and Design (S. 10-13). Umeå University. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1574853/FULLTEXT01.pdf>
- Jarrah, H. Y., Bilal, D. A., Halim, M., Helali, M. M., Alali, R. M., Alfandi, A. A. A., & Khasawneh, M. A. S.** (2024). The impact of storytelling and narrative variables on skill acquisition in gamified learning. International Journal of Data and Network Science, 8, 1161-1168. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.11.018>
- Kasami, N.** (2021). Can digital storytelling enhance learning motivation for EFL students with low proficiency and confidence in English? The EuroCALL Review, 29(1), 68-80. <https://doi.org/10.4995/eurocall.2021.12754>
- Kenner, A.** (2022). Shift from technics to didactics – Lehren in Zeiten von Corona. Eine qualitative Untersuchung unter Hochschullehrenden. In U. Fahr, A. Kenner, H. Angenent & A. Eßer-Lüghausen (Hrsg.), Hochschule erforschen. Innovative Impulse für Scholarship of Teaching and Learning (S. 409-427). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34185-5>
- Kim, H.J., Hong, A.J., & Song, H.D.** (2019). The roles of academic engagement and digital readiness in students' achievements in university e-learning environments. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16, 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0152-3>
- Kollmayer, M., Schultes, M., Schober, B., Hodosi, T., & Spiel, C.** (2018). Parents' Judgments about the Desirability of Toys for Their Children: Associations with Gender Role Attitudes, Gender-typing of Toys, and Demographics. Sex Roles, 79, 329–341. <https://doi.org/10.1007/s11199-017-0882-4>
- Köppel, C.** (2020). Fachkräftemangel durch Quereinsteiger abfedern. Wirtschaftsinformatik & Management, 12, 382–385. <https://doi.org/10.1365/s35764-020-00288-6>
- Kühnert, T.** (2021, April 15). Digitalkompetenzen von Lehrenden. Bundeszentrale für politische Bildung. <https://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/werkstatt/331377/digitalkompetenzen-von-lehrenden/>

- Kultusministerkonferenz.** (2021). Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland 2019/2020 - Darstellung der Kompetenzen, Strukturen und bildungspolitischen Entwicklungen für den Informationsaustausch in Europa. Kultusministerkonferenz, <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/informationen-zum-deutschen-bildungssystem/dossier-deutsch.html>
- Kuteesa, N. K. N., Akpuokwe, N. C. U., & Udeh, N. C. A.** (2024). Gender Equity in Education: Addressing Challenges And Promotion Opportunities For Social Empowerment. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(4), 631–641. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i4.1034>
- Lakshmi, G., Brindha, S., Revanya Devi, M., Divya, J., & shobhanaLi, N.** (2022, Mai 12). AI-powered digital classroom. In 2022 International Conference On Communication, Computing And Internet Of Things (IC3IoT). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ic3iot53935.2022.9767944>
- Lee, J., & Hammer, J.** (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother?. *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), 1-5. [https://www.researchgate.net/publication/258697764\\_Gamification\\_in\\_Education\\_What\\_How\\_Why\\_Bother](https://www.researchgate.net/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother)
- Leovigildo, L. D. M.** (2024). Artificial Intelligence (AI) Towards Students' Academic Performance. *Innovare journal of education*, 12(4), 16–21. <https://doi.org/10.22159/ijoe.2024v12i4.51665>
- Letzel-Alt, V., Pozas, M., & Schneider, C.** (2023). Zukunftsperspektiven für die (post-pandemische) Schulbildung aus Schülerinnen- und Schüler-, Eltern- und Lehrkräftesicht: eine Mixed-Methods-Auswertung. In S. G. Huber, C. Helm & N. Schneider (Hrsg.), *COVID-19 und Bildung: Studien und Perspektiven* (S. 715-727). Waxmann. [https://www.researchgate.net/publication/372477085\\_Zukunftsperspektiven\\_fur\\_die\\_post-pandemische\\_Schulbildung\\_aus\\_Schulerinnen-\\_und\\_Schuler-\\_Eltern-\\_und\\_Lehrkraeftesicht\\_eine\\_Mixed-Methods-Auswertung](https://www.researchgate.net/publication/372477085_Zukunftsperspektiven_fur_die_post-pandemische_Schulbildung_aus_Schulerinnen-_und_Schuler-_Eltern-_und_Lehrkraeftesicht_eine_Mixed-Methods-Auswertung)
- Lokhande, M.** (2016). Doppelt benachteiligt? Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund im deutschen Bildungssystem. Eine Expertise im Auftrag der Stiftung Mercator. Sachverständigenrat deutscher Stiftungen für Integration und Migration (SVR). [https://www.svr-migration.de/wp-content/uploads/2023/01/SVR-FB\\_Doppelt\\_benachteiligt-8.pdf](https://www.svr-migration.de/wp-content/uploads/2023/01/SVR-FB_Doppelt_benachteiligt-8.pdf)
- Maatuk, A. M., Elberkawi, E. K., Aljawarneh, S., Rashaideh, H., & Alharbi, H.** (2022). The COVID-19 pandemic and E-learning: challenges and opportunities from the perspective of students and instructors. *Journal of Computing in Higher Education*, 34, 21–38. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09274-2>
- Maier-Rabler, U.** (2022). Frauen als Nicht-(Mit-)Gestalterinnen der digitalen Transformation. In N. Alm, P. C. Murschetz, F. Weder & M. Friedrichsen (Hrsg.), *Die digitale Transformation der Medien* (S. 95-116). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-36276-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-36276-8_5)
- Mayring, P.** (1994). Qualitative Inhaltsanalyse. In A. Boehm, A. Mengel, & T. Muhr (Hrsg.), *Texte verstehen: Konzepte, Methoden, Werkzeuge* (S. 159-175). UVK Universitätsverlag Konstanz. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-14565>
- Mayring, P.** (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse Grundlage und Techniken*. 13. Auflage. Beltz.
- Mayring, P., & Fenzl, T.** (2022). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 691-706). Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_43)

- McElvany, N., Lorenz, R., Frey, A., Goldhammer, F., Schilcher, A., & Stubbe, T.** (2023). IGLU 2021 Lesekompetenz von Grundschulkindern im internationalen Vergleich und im Trend über 20 Jahre. Waxmann. <https://www.waxmann.com/index.php?eID=download&buchnr=4700>
- Mergele, L., Raith, J., & Zierow, L.** (2020). Gleicht Schulbildung soziale Unterschiede aus? Leistungsunterschiede in der Kindheit nach sozioökonomischem Hintergrund. *Wirtschaftsdienst*, 100(12), 932–936. <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2020/heft/12/beitrag/gleicht-schulbildung-soziale-unterschiede-aus.html>
- Microsoft MakeCode.** (2024). Homepage. Microsoft MakeCode. <https://www.microsoft.com/de-de/makecode>
- MINTvernetzt.** (2023). Mehr Diversität in der MINT-Bildung, Chancenungleichheit aufgrund sozialer Herkunft: Ursachen und Lösungsansätze. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.. [https://www.mint-vernetzt.de/content/uploads/2024/02/Kurzfassung\\_Studie\\_Mehr-Diversitat-in-der-MINT-Bildung\\_FINAL.pdf](https://www.mint-vernetzt.de/content/uploads/2024/02/Kurzfassung_Studie_Mehr-Diversitat-in-der-MINT-Bildung_FINAL.pdf)
- Mohr, M.** (2022). Geschlechtergerechte MINT-Berufsorientierung - Eine empirische Studie zur Wirksamkeit von didaktischem Lehr-Lern-Material. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-38230-8>
- Mondelez.** (2013, Februar 28). Beliebteste Themen von Jugendlichen bei Gesprächen mit ihren Eltern in Deutschland im Jahr 2013. Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/300074/umfrage/umfrage-zu-beliebtesten-themen-von-jugendlichen-bei-gespraechen-mit-ihren-eltern/>
- Müller, R., Kreß-Ludwig, M., Mohaupt, F., von Drachenfels, M., Heitmann, A., & Gorsky, A.** (2018). Warum (nicht) MINT? Was beeinflusst die Ausbildungs- und Berufswahlentscheidung junger Menschen?. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). [https://www.ioew.de/fileadmin/user\\_upload/BILDER\\_und\\_Downloaddateien/Publikationen/2018/IOEW\\_DP\\_69-18\\_Warum\\_nicht\\_MINT\\_final.pdf](https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2018/IOEW_DP_69-18_Warum_nicht_MINT_final.pdf)
- Nationales MINT Forum.** (2023, November 7). Veröffentlichung des MINT-Reports 2023. Nationales MINT Forum. <https://www.nationalesmintforum.de/newsroom/detail/veroeffentlichung-des-mint-reports-2023>
- NoId, D.** (2010). Sozioökonomischer Status von Schülerinnen und Schülern 2008 Ergebnisse des Mikrozensus. *Wirtschaft und Statistik*, 2, 138-149. [https://www.destatis.de/DE/Methoden/WISTA-Wirtschaft-und-Statistik/2010/02/status-schueler-022010.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Methoden/WISTA-Wirtschaft-und-Statistik/2010/02/status-schueler-022010.pdf?__blob=publicationFile)
- Nzina, J. W., Mulwa, D. M., & Peter, K. R.** (2019). Socio-Economic Factors Influencing Female Students' Retention in Public Secondary Schools in Mukaa Sub-County, Makueni County, Kenya. *International Journal of Education and Research*, 7(9), 2411-5681.
- Ookla.** (2024). Speedtest. Ookla. <https://www.speedtest.net/de>
- Páez-Quinde, C., Morocho-Lara, D., Chasipanta-Nieves, A., & Sulca-Guale, X.** (2021, November). Gamification Tools as a Learning Strategy in Virtual Classes in University Students: Elemental Education Major Case Study. In R. Valencia-García, M. Bucaram-Leverone, J. Del Cioppo-Morstadt, N. Vera-Lucio & E. Jácome-Murillo (Hrsg.), *International Conference on Technologies and Innovation* (S. 95-106). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-88262-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-88262-4_7)
- Pardamean, B., Suparyanto, T., Cenggoro, T. W., Sudigyo, D., & Anugrahana, A.** (2022). AI-Based Learning Style Prediction in Online Learning for Primary Education. *IEEE Access*, 10, 35725–35735. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3160177>

- Ramalia, T.** (2023). Digital Storytelling in Higher Education: Highlighting the Making Process. *Journal on Education*, 6, 7307–7319. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.3993>
- Reed, D. K.** (2012). Clearly Communicating the Learning Objective Matters! Clearly Communicating Lesson Objectives Supports Student Learning and Positive Behavior. *Middle School Journal*, 43(5), 16–24. <https://doi.org/10.1080/00940771.2012.11461825>
- Reiss, K., Lewalter, D., Diedrich, J., Goldhammer, F., & Köller, O.** (2023). PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. Waxmann. [https://www.waxmann.com/waxmann-buecher/?tx\\_p2waxmann\\_pi2%5bbuchnr%5d=4848&tx\\_p2waxmann\\_pi2%5baction%5d=show](https://www.waxmann.com/waxmann-buecher/?tx_p2waxmann_pi2%5bbuchnr%5d=4848&tx_p2waxmann_pi2%5baction%5d=show)
- Rodriguez, R. V., & Hemachandran, K.** (2023). The Future of Education: Exploring AI Avatars in Higher Learning. *Qeios*. <https://doi.org/10.32388/80Z989.2>
- Roth, I.** (2014). Die Arbeitsbedingungen in der IT-Dienstleistungsbranche aus Sicht der Beschäftigten: Branchenbericht auf der Basis des DGB-Index Gute Arbeit 2012/2013. *ver.di*. [https://innovation-gute-arbeit.verdi.de/++fi-le++54071f216f68442f4c000546/download/verdi\\_studie\\_IT\\_RZ1-web.pdf](https://innovation-gute-arbeit.verdi.de/++fi-le++54071f216f68442f4c000546/download/verdi_studie_IT_RZ1-web.pdf)
- Ruffer, C., & Schwarze, B.** (2011). Technikbildung verbessern – von Anfang an. Ausgewählte Forschungsergebnisse des europäischen Projekts UPDATE. Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e.V. <https://www.kompetenz.de/content/download/1326/file/09%20Technikbildung%20verbessern%20%E2%80%93%20von%20Anfang%20an.pdf>
- Sablić, M., Miroslavljević, A., & Škugor** (2021). Video-Based Learning (VBL)—Past, Present and Future: an Overview of the Research Published from 2008 to 2019. *Technology, Knowledge and Learning*, 26, 1061–1077. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09455-5>
- Saikat, S., Dhillon, J. S., Wan Ahmad, W. F., & Jamaluddin, R. A.** (2021). A Systematic Review of the Benefits and Challenges of Mobile Learning during the COVID-19 Pandemic. *Education Sciences*, 11(9), 459. <https://doi.org/10.3390/educsci11090459>
- Schuknecht, L., & Schleicher, A.** (2020). Digitale Herausforderungen für Schulen und Bildung. *ifo Schnelldienst*, 73(5), 68–70. <https://www.econstor.eu/handle/10419/225136>
- Schwarze, B.** (2014). Berufs- und Studienorientierung als komplexer Prozess mit diversen Wirkungen. In S. Augustin-Dittmann & H. Gotzmann (Hrsg.), *MINT gewinnt Schülerinnen: Erfolgsfaktoren von Schülerinnen-Projekten in MINT* (S.16-52). Springer Fachmedien. <http://doi.org/10.1007/978-3-658-03110-7>
- Sen, G., & Ostlin, P.** (2007). Unequal, unfair, ineffective and inefficient. Gender inequity in health: why it exists and how we can change it. Final report to the WHO Commission on Social Determinants of Health. Women and Gender Equality Network. World Health Organisation. <https://eurohealth.ie/wp-content/uploads/2012/02/Unequal-Unfair-Ineffective-and-Inefficient-Gender-Inequity-in-Health.pdf>
- Small, S. F., & Van Der Meulen Rodgers, Y.** (2023). The gendered effects of investing in physical and social infrastructure. *World Development*, 171, 106347. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106347>
- Smyrni, P., & Nikopoulos, C.** (2010). Evaluating the impact of video-based versus traditional lectures on student learning. *Educational Research*, 1(8), 2141-5161. [https://www.researchgate.net/publication/228644065\\_Evaluating\\_the\\_impact\\_of\\_video-based\\_versus\\_traditional\\_lectures\\_on\\_student\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/228644065_Evaluating_the_impact_of_video-based_versus_traditional_lectures_on_student_learning)

**Spieler, B.** (2023). Empfehlungen für gendersensible MINT-Angebote für Schülerinnen am Beispiel der Schweiz. In Y. Jeanrenaud (Hrsg.), *Teaching Gender in MINT in der Pandemie*. Edition Fachdidaktiken. Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-43375-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-43375-8_5)

**Statistisches Bundesamt.** (2022, Oktober 27). Daten aus den Laufenden Wirtschaftsrechnungen (LWR) zur Ausstattung privater Haushalte mit Informationstechnik. Ausstattung mit Gebrauchsgütern. destatis. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Ausstattung-Gebrauchsgueter/Tabellen/a-infotechnik-d-lwr.html>

**Statistisches Bundesamt.** (2023a, Februar 21). 80 % der Bevölkerung sprechen zu Hause ausschließlich Deutsch. destatis. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23\\_08\\_p002.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_08_p002.html)

**Statistisches Bundesamt.** (2023b). Bildungsfinanzbericht 2023. Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. destatis. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Bildungsfinanzen-Ausbildungsfoerderung/Publikationen/\\_publikationen-innen-bildungsfinanzbericht.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Bildungsfinanzen-Ausbildungsfoerderung/Publikationen/_publikationen-innen-bildungsfinanzbericht.html)

**Statistisches Bundesamt.** (2024, August 9). Studierende in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (MINT) und Technik-Fächern. destatis. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/studierende-mint-faechern.html>

**SVR.** (2023). Ungleiche Bildungschancen Fakten zur Benachteiligung von jungen Menschen mit Migrationshintergrund im deutschen Bildungssystem. Sachverständigenrat für Integration und Migration (SVR). <https://www.svr-migration.de/wp-content/uploads/2023/02/SVR-Fakten-zu-ungleichen-Bildungschancen-2023.pdf>

**Taherdoost, H.** (2022). What are Different Research Approaches? Comprehensive Review of Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Research, Their Applications, Types, and Limitations. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 5(1), 53–63. <https://doi.org/10.30564/jmser.v5i1.4538>

**Thaler, B.** (2021). Einfluss der schulischen Vorbildung auf den Studienerfolg. In A. Pausits, R. Aichinger, M. Unger, M. Fellner & B. Thaler (Hrsg.), *Rigour and Relevance* (S. 179-200). Waxmann. <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/5942/1/thaler-2021-einfluss-schulischen-vorbildung-studienerfolg.pdf>

**Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S., & Cristea, A. I.** (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy. *Smart Learning Environments*, 6(16). <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1>

**Toda, A. M., Valle, P. H. D., & Isotani, S.** (2018, August). The Dark Side of Gamification: An Overview of Negative Effects of Gamification in Education. In A. Cristea, I. Bittencourt & F. Lima (Hrsg.), *Higher Education for All. From Challenges to Novel Technology-Enhanced Solutions*. (S. 143-156). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9)

**Toledo Palomino, P., Toda, A., Oliveira, W., Cristea, A., & Isotani, S.** (2019, September). Narrative for Gamification in Education: Why Should You Care? In 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (S. 97-99). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2019.00035>

**Tripp, I.** (2021). Diversity im Kontext des digitalen Transformationsprozesses. In P. Genkova (Hrsg.), *Handbuch Globale Kompetenz* (S. 1-16). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-30684-7\\_59-1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-30684-7_59-1)

- Tulodziecki, G.** (2024). Digitalisierung als Forschungsgegenstand der Schulpädagogik. In T. Kurtz, D. M. Meister & U. Sander (Hrsg.), *Digitale Medien und die Produktion von Wissenschaft. Medienbildung und Gesellschaft* (S. 63-83). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-42542-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-42542-5_5)
- Ulbrich, H.** (2021). Prozessmerkmale guten Unterrichts mit Flipped Classroom: Didaktische Ansprüche an Home-schooling. *R&E-Source*, 16. <https://doi.org/10.53349/resource.2021.i16.a1003>
- Vodafone Stiftung Deutschland.** (2022, November). Zwischen Vision und Realität: Digitalität und Zukunftskompetenzen an Schulen im europäischen Vergleich. [https://www.vodafone-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/11/Digitale-Bildung-zwischen-Vision-und-Realitaet\\_IPSOS-Studie\\_2022\\_der-Vodafone-Stiftung-Deutschland.pdf](https://www.vodafone-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/11/Digitale-Bildung-zwischen-Vision-und-Realitaet_IPSOS-Studie_2022_der-Vodafone-Stiftung-Deutschland.pdf)
- Weinhardt, F.** (2017). Ursache für Frauenmangel in MINT-Berufen? Mädchen unterschätzen schon in der fünften Klasse ihre Fähigkeiten in Mathematik. *DIW Wochenbericht*, 84(45), 1009-1014. <https://hdl.handle.net/10419/172271>
- Wendt, H., Schwippert, K., Stubbe, T., & Jusufi, D.** (2020). Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Migrationshintergrund. In K. Schwippert, D. Kasper, O. Köller, N. McElvany, C. Selter, M. Steffensky & H. Wendt (Hrsg.), *TIMSS 2019: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 291-313). Waxmann. <https://d-nb.info/1227703902/34>
- Wentzel, W.** (2008). „Ich will das und das ist mein Weg!“ – Junge Frauen auf dem Weg zum Technikberuf. Qualitative Interviews mit ehemaligen Girls‘Day-Teilnehmerinnen in Ausbildung und Studium. Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e.V. <https://www.kompetenzz.de/content/download/1324/file/07%20Junge%20Frauen%20auf%20dem%20Weg%20zum%20Technikberuf.pdf>
- Wentzel, W.** (2013). Forschungsreihe Girls‘Day Beiträge zur geschlechtersensiblen Berufsorientierung Wunsch und Wirklichkeit – Berufsfindung von Mädchen mit Migrationshintergrund. Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e.V. [https://mediaserve.kompetenzz.net/filestore/7/1/6/6\\_182131c28fab10e/7166\\_0c1f24e9d-c3baf6.pdf?v=2013-12-09+13%3A40%3A40](https://mediaserve.kompetenzz.net/filestore/7/1/6/6_182131c28fab10e/7166_0c1f24e9d-c3baf6.pdf?v=2013-12-09+13%3A40%3A40)
- Werner, J., & Spannagel, C.** (2018). Ausgewählte Ergebnisse aus der Begleitforschung. In J. Werner, C. Ebel, C. Spannagel & S. Bayer (Hrsg.), *Flipped Classroom – Zeit für deinen Unterricht. Praxisbeispiele, Erfahrungen und Handlungsempfehlungen* (S. 41-67). Bertelsmann Stiftung. [http://flipyourclass.christian-spannagel.de/wp-content/uploads/2018/10/9783867938693\\_Flipped\\_PDF-Onlineversion.pdf](http://flipyourclass.christian-spannagel.de/wp-content/uploads/2018/10/9783867938693_Flipped_PDF-Onlineversion.pdf)
- Witenstein, M.A., & Palmer, B.** (2013). Inequality of participation in Nepalese higher education: A critical conceptual model of educational barriers. *Asian Education and Development Studies*, 2(2), 162-176. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20463161311321439/full/html>
- WJD.** (2023, November 5). Wo würdest Du Dich bzw. wo hast Du Dich ggf. über Ausbildungsangebote informiert?. Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1454024/umfrage/gen-z-relevante-informationsquellen-ausbildungsangebote/>
- Xu, Z.** (2024). AI in education: Enhancing learning experiences and student outcomes. *Proceedings of the 4th International Conference on Signal Processing and Machine Learning. Applied and Computational Engineering*, 51, 104-111. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/51/20241187>
- Yildirim, Y., Arslan, E. A., Yildirim, K., & Bisen, I.** (2021b). Reimagining Education with Artificial Intelligence. *Eurasian Journal Of Higher Education*, 2(4), 32–46. <https://doi.org/10.31039/ejohe.2021.4.52>

**YouGov.** (2019, März 15). Zwei Drittel finden, dass Kinder in der Schule zu viel Unnützes lernen. Yougov. <https://yougov.de/society/articles/22678-zwei-drittel-finden-dass-kinder-der-schule-zu-viel>

**Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M., & Gouverneur, F.** (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

**Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J., Yuan, J., & Li, Y.** (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 1–18. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>

**Zhan, Z., He, L., Tong, Y., Liang, X., Guo, S., & Lan, X.** (2022). The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100096. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100096>

## Institution

Das Institute for Applied Artificial Intelligence (IAAI) der Hochschule der Medien Stuttgart arbeitet daran, AI verstärkt in die Anwendung zu bringen, um so die Kluft zwischen Forschung, Unternehmen und Gesellschaft zu überbrücken. Durch eine Kombination aus praktischer Umsetzung und Forschung, der Bewertung neuester Forschungsergebnisse und dem Verständnis für die Potenziale von AI für Unternehmensanwendungen trägt das IAAI dazu bei, AI als Schlüsseltechnologie der Zukunft zu etablieren.



## Partner und Förderer

### Verbundpartner



### Fördergeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Arbeit und Soziales

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Gesellschaft für soziale  
Unternehmensberatung mbH

gsub





23/24 \>

# {TALA\NT<ED>}

© Prof. Dr. Jürgen Seitz, Sven Kottmann, Laura Maas, Tobias Moritz, Robin Salic, Vivian Kretschmar, Dr. Julia Freudenberg, Matthias Feldmann, Jens Becker, Rahel Seckinger, Sarah-Michelle Masepohl, Lena Dillmann, Malin Klingenberg, Madita Kampermann 2024. Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages und der Autorenschaft unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und Öffentliche Zugänglichmachung.

Als Zitierweise im wissenschaftlichen Kontext wird vorgeschlagen:

„Seitz, Jürgen; Kottmann, Sven; Maas, Laura; Moritz, Tobias; Salic, Robin; Kretschmar, Vivian; Freudenberg, Julia; Feldmann, Matthias; Becker, Jens; Seckinger, Rahel; Masepohl, Sarah-Michelle; Dillmann, Lena; Klingenberg, Malin; Kampermann, Madita (2024): TALA\NTED. Programmieren lernen revolutioniert: Wie KI-Avatare das Lernen transformieren. Kappel-Grafenhausen: Digipolis Verlag.“

**digipolis**  
VERLAG

ISBN 978-3-949372-15-5



[www.digipolis-verlag.de](http://www.digipolis-verlag.de)