

# Künstliche Intelligenz und Musik

Konzeption und Umsetzung eines Online-Kurses für Einsteiger

## Masterarbeit

vorgelegt von

**Qiongdan Shang**

zur Erlangung des akademischen Grades *Master of Arts*  
im Studiengang Kulturvermittlung

an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe

Institut für Kunst

in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Schulpädagogik und Didaktik

1. Prüfer: Prof. Dr. phil. Marc Godau

2. Prüferin: Dr.-Ing. Lucia Happe (KIT)

Betreuender Mitarbeiter: M. Ed. Kai Marquardt (KIT)

Bearbeitungszeitraum: 01.02.2023 – 01.08.2023

Abgabedatum: 01.08.2023

Matrikelnummer:

# Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz wird über die kommenden Jahre und Jahrzehnte weitreichende Auswirkungen auf die Art und Weise haben, wie Menschen denken, leben und arbeiten. Entsprechende technologische Veränderungen werden vor kaum einem Lebensbereich haltmachen. Selbst kreative und künstlerische Arbeitsweisen bilden dabei keine Ausnahme. Allen voran auch die Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz im Bereich der Musik geben einen Vorgeschmack, zu was diese Technologie heutzutage bereits in der Lage ist und wie sie selbst künstlerisch-kreative Prozesse und Arbeitsweisen in nicht allzu ferner Zukunft verändern könnte.

Wie zuletzt bei der Einführung des Internets ergeben sich durch derart weitreichende technologische Entwicklungen stets auch Chancen und Risiken. Neben den oft zitierten Medien- und Digitalkompetenzen werden in Zukunft damit auch KI-Kompetenzen immer relevanter.

Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen dieser Arbeit die Möglichkeiten des elektronisch gestützten Lernens (E-Learning) genutzt werden, um beispielhaft den interdisziplinären Themenkomplex *Künstliche Intelligenz und Musik* didaktisch aufzuarbeiten. Dabei soll eine digitale Lerneinheit konzeptioniert und umgesetzt werden. Anschließend soll im Rahmen einer Studie der pädagogische Mehrwert der Lerneinheit evaluiert und empirisch ausgewertet werden. Ziel dabei ist es, SchülerInnen systematisch in das interdisziplinäre Themenfeld *Künstliche Intelligenz und Musik* einzuführen, um dabei Interesse zu wecken und Wissen zu vermitteln. Im Zentrum der Untersuchung sollen dabei nicht zuletzt auch die Bedeutung und Möglichkeiten von interdisziplinärem Lernen an der Schnittstelle zwischen Kunst und Wissenschaft stehen.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Motivation .....	1
1.2	Forschungsfragen .....	4
1.3	RockStartIT – Interdisziplinäre Online-Kurse .....	6
2	Grundlagen und verwandte Arbeiten.....	7
2.1	Interdisziplinarität: Zwischen Kunst, Kultur und Wissenschaft .....	7
2.2	Von STEM zu STEAM.....	9
2.3	Musik: Hintergründe und Didaktik.....	10
2.4	Künstliche Intelligenz: Hintergründe und Didaktik .....	14
2.5	Grundlagen und Formen des E-Learning .....	17
3	Konzeption und Umsetzung des Kurses .....	29
3.1	Vorüberlegungen und Zielsetzung.....	29
3.2	Storytelling .....	30
3.3	Aufbau der Untereinheiten .....	35
4	Studie.....	41
4.1	Forschungsmethodik .....	41
4.2	Ergebnisse .....	49
4.3	Limitationen .....	63
5	Zusammenfassung .....	64
5.1	Wissenschaftlicher Beitrag .....	65
5.2	Ergebnisse und Ausblick .....	66
6	Literaturverzeichnis.....	68
6.1	Abbildungsverzeichnis .....	80
6.2	Tabellenverzeichnis .....	81
6.3	Eidesstattliche Erklärung .....	82

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Der Eintritt in das Informationszeitalter (auch *digitale Revolution*) und die damit einhergehenden, rapiden technologischen Entwicklungen auf dem Gebiet der Informationstechnologie (IT) haben die Art, wie wir Leben, Denken und Arbeiten in den letzten zwei Jahrzehnten fundamental verändert. Berufe in der IT haben sich in dieser Zeit bereichsübergreifend zu einem der wirtschaftlich bedeutendsten und gefragtesten Arbeitsfelder entwickelt.

Laut dem *Statistischen Amt der Europäischen Union* stieg die Zahl der Beschäftigten innerhalb der IT-Branche zwischen 2012 und 2022 um durchschnittlich rund 4,4 % pro Jahr<sup>1</sup>. Die Zahlen zeigen den enormen und weiterhin wachsenden Bedarf der Wirtschaft an IT-Fachkräften. Die Ausbildung dieser Fachkräfte wird daher in Zukunft hohen politischen und wirtschaftlichen Stellenwert haben. Gleichzeitig kämpfen die meisten europäischen Länder mit einem zunehmenden Mangel an Fachkräften in genau diesem Bereich.

Einer der größten aktuellen Trends im Bereich der Informationstechnologie ist die zunehmende Automatisierung von Arbeitsprozessen durch künstliche Intelligenz (KI). Spätestens mit der Veröffentlichung von *ChatGPT* ist dieses Thema auch in der Mitte der Gesellschaft angekommen und wird seitdem diskutiert.

Die Technologie verspricht nicht nur eine Erhöhung der Produktivität, sondern könnte sich auch als eine der Antworten auf den zunehmenden Fachkräftemangel erweisen. Dabei sind die Auswirkungen durch den Einsatz von KI weitreichend.

In einem Bericht der *Europäischen Kommission* wurde bereits 2019 davon ausgegangen, dass die europäische Wirtschaft allein durch den Einsatz von KI bis 2030 um insgesamt fast 20 % wachsen könnte (Europäische Kommission, 2019). Auch auf globaler Ebene wird KI als der Wachstumsmotor des 21. Jahrhunderts gehandelt. In einem Report, der Anfang 2023 von *PwC* veröffentlicht wurde, wird geschätzt, dass der Einsatz von KI das weltweite Bruttoinlandsprodukt (BIP) um etwa 15,7 Billionen US-Dollar steigern könnte (PwC, 2020) — bei einem globalen BIP von aktuell rund 100,5 Billionen im Jahr 2022<sup>2</sup>. Ein veröffentlichter

---

<sup>1</sup> Im Durchschnitt stieg die Zahl der als IT-Spezialisten beschäftigten Männer in der EU im Zeitraum 2012 bis 2022 um 4,4 % pro Jahr, während die entsprechende Rate für Frauen 5,8 % pro Jahr betrug (eurostat, 2023).

<sup>2</sup> Der Wert beruht auf den Daten des Dienstes *World Bank Open Data* der Weltbank (World Bank Group, 2023).

Artikel von *Goldman Sachs* stützt diese Zahlen und ergänzt, dass etwa zwei Drittel aller Berufe durch KI mindestens teilweise automatisiert werden könnten (Goldman Sachs, 2023). Auch eine wissenschaftliche Veröffentlichung von *OpenAI*, die in Zusammenarbeit mit der *University of Pennsylvania* veröffentlicht wurde, geht davon aus, dass 80 % aller amerikanischen Arbeitnehmer in Berufen tätig sind, in denen KI mindestens 10 % der alltäglichen Aufgaben schneller erledigen könnte als ein Mensch (Eloundou, Manning, Mishkin, & Rock, 2023).

Dabei sind längst nicht nur einfache und repetitive Arbeiten von der Automatisierung durch KI betroffen, sondern nicht zuletzt auch die künstlerisch-kreativen Bereiche. Computer sind heutzutage in der Lage eine Vielzahl von Bildern aus Textvorlagen zu generieren, seitenlange Essays zu verfassen — und eigenständig ganze Musikstücke zu komponieren.

Trotz Bedenken und Unsicherheiten hinsichtlich Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit, Daten- und Urheberrechtsschutz, staatlicher Regulierung und Umweltverträglichkeit durch hohen Stromverbrauch scheint festzustehen, dass KI in naher Zukunft mindestens genauso transformativ wirken wird, wie der Übergang zur Massentauglichkeit des Internets um die Jahrtausendwende.

In einer Welt, die schon heute derart stark von Fortschritt und Technologie geprägt ist, wird es in Zukunft wichtiger werden, auch die Bedeutung von Kunst und Kultur auf staatlicher Ebene zu erkennen und fördern. In einer zunehmend vernetzten Weltgemeinschaft spielen Kunst, Kultur und kulturelle Attraktivität auch auf globaler Ebene — nicht zuletzt auch als Instrument der *soft power* — eine wichtige Rolle. Noch heute zehrt Europa von seinen frühen kulturellen Beiträgen in Form von touristischer Attraktivität und kulturellem Einfluss. Auch können eine gemeinsame kulturelle Identität und ein kulturelles Erbe, in einer zunehmend pluralistischen und individualisierten Gesellschaft, ein wichtiger Faktor für den Zusammenhalt sein und ein Gefühl der Verbundenheit schaffen. Neben vielen weiteren Faktoren sind Kunst und Kultur nicht zuletzt auch Plattformen, um sich auf persönlicher und gesellschaftlicher Ebene kreativ auszuleben und Perspektiven, beispielsweise hinsichtlich gesellschaftlicher Missstände, zu teilen. Damit tragen sie zur Förderung von Meinungsfreiheit und politischem Diskurs bei, welche wiederum eine wichtige Säule der Demokratie darstellen.

Aber auch auf rein wirtschaftlicher Ebene fördert Kunst und Kultur die Kreativität und Innovationsfähigkeit einer Gesellschaft. In einer Welt, in der Information und Wissen keine

raren Güter mehr sein werden, sind vor allem gute Ideen gefragt. Dabei fördert ein ganzheitlicher Bildungsansatz, unter Einbezug künstlerischer Prozesse und Kompetenzen, bereits im Kindes- und Jugendalter stark gefragte *soft skills*, wie beispielsweise künstlerisch-kreatives und kritisches Denkvermögen, Reflexionsfähigkeit und Selbstkritik, emotionale Ausdrucksfähigkeit, effektive Kommunikation und Kooperation, visuell-räumliche Fähigkeiten, die Bereitschaft zu experimentieren und die damit verbundene Fähigkeit zur Problemlösung. All diese kreativ-intellektuellen Fähigkeiten und Kompetenzen werden in einer Welt des informativen Überflusses und dem gleichzeitigen Verblässen klassischer Wissensarbeiten (*knowledge work*) — gerade auch durch den Einsatz von KI — an Bedeutung gewinnen.

Daneben hat sich auch im zunehmend digitalisierten Bildungsbereich das *Electronic Learning* (kurz *E-Learning*) innerhalb von knapp zwei Jahrzehnten zu einer bedeutenden Komponente in den Bereichen der schulischen, kulturellen und privaten Bildung entwickelt. Heutzutage steht E-Learning an der Schnittstelle zu einer Vielzahl an Innovationen und übergeordneten Trends in den Bereichen der digitalen Wissens- und Kulturvermittlung. Es ermöglicht den Zugang zu Wissen, Bildung und Kultur unabhängig von Zeit und Örtlichkeit. Dieser Aspekt des E-Learning ist von entscheidender Bedeutung, da er Lernenden die Flexibilität bietet, ihren individuellen Bedürfnissen und Zeitplänen gerecht zu werden.

Nicht zuletzt in den Bereichen der kulturellen Bildung und Kulturvermittlung sind die Möglichkeiten spannend. Verschiedene Formen des E-Learning erlauben es, neue Vermittlungsformen zu erforschen und bisher schwer erreichbare Zielgruppen zu adressieren. Vor diesem Hintergrund sollen, im Rahmen der vorliegenden Arbeit, beispielhaft die Möglichkeiten einer interdisziplinären und digitalen Lerneinheiten erkundet werden, bei der Kultur und Wissenschaft gleichberechtigt ein fächerübergreifendes Thema aufarbeiten.

Besonders die Kombination des hochaktuellen Themas Künstliche Intelligenz (KI) mit der Kunstform Musik bietet einen idealen Ausgangspunkt, um sich mit der Umsetzung und Evaluation digitaler Lerneinheiten zu befassen.

Gerade auch musikalische Anwendungsformen im Bereich der KI haben in der Vergangenheit stark von entsprechenden Entwicklungen profitieren können und bieten damit zahlreiche Ansatzpunkte und Möglichkeiten, sich dem Themenkomplex didaktisch anzunähern.

Im Kontext aller oben genannten Themenbereiche und Zusammenhänge stellt diese Masterarbeit eine Positionierung im Schnittpunkt von Informatik und Informationstechnik,

künstlicher Intelligenz als transformative Technologie sowie Musik als eine der zeitgenössischsten Kunstformen dar. All diese Themen sollen durch die Methoden der Kultur- und Wissenschaftsvermittlung miteinander thematisch verbunden und mittels der modernen und digitalen Vermittlungsform des E-Learning zielgruppengerecht aufbereitet werden. Dabei sollen unter anderem Themen wie aktuelle Anwendungsbeispiele von KI im Bereich der Musik, die generelle Funktionsweise von KI und die Implikationen von KI auf (musikalisch-) künstlerische Arbeitsweisen im Rahmen des Kurses behandelt werden.

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, inwieweit Schülerinnen und Schüler durch die didaktische Aufbereitung und Bearbeitung eines interdisziplinären Themenkomplexes im Rahmen eines E-Learning-Kurses für dessen Inhalte begeistert werden können und ob in diesem Rahmen effektiv Wissen vermittelt werden kann. Dazu sollen im Vorfeld auch einige Leitprinzipien zur Erstellung digitaler Lerninhalte erarbeitet werden, das vergangene empirische Forschungserkenntnisse aus den Bereichen der Mediendidaktik und des multimedialen Lernens zusammenfasst. Aufbauend auf einem bereits bestehenden Rahmenwerk zur Evaluation etwaiger Kurse aus vorangegangenen Forschungsarbeiten, sollen dabei neue Erkenntnisse von den KursteilnehmerInnen gewonnen werden. Diese sollen einen Beitrag zur Weiterentwicklung der E-Learning-Methodik als Vermittlungsform von Bildung, Kunst und Kultur sowie zur allgemeinen Förderung interdisziplinär Lernansätze leisten.

## 1.2 Forschungsfragen

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, wie sich die Aspekte (1) Motivation und Interesse und (2) Wissenserwerb und Kompetenz von SchülerInnen durch einen E-Learning-Kurs beeinflussen lassen. Im Rahmen dessen sollen Prinzipien und Richtlinien, die bei der Umsetzung digitaler Lerninhalte beachtet werden sollten, erarbeitet werden.

Die übergeordneten Forschungsfragen lauten damit:

### 1.2.1 Forschungsfrage 1: Interesse und Motivation

- Kann die Bearbeitung eines E-Learning-Kurses zum Thema *Künstliche Intelligenz und Musik* bei SchülerInnen die Motivation wecken oder das Interesse steigern, sich mit dem Themenkomplex auseinanderzusetzen?

Mithilfe des Kurses sollen die SchülerInnen einem interdisziplinären Themenkomplex angenähert werden, von dem sie zu Beginn über wenig bis kein (Vor-)Wissen verfügen. Ein

Ziel des Kurses ist es, das Interesse an der Thematik zu wecken und gegebenenfalls die Motivation zu steigern, sich über den Kurs hinaus mit den Themen weiter zu beschäftigen.

Für die Definition von Interesse und Motivation und die letztendliche Evaluation wird dabei auf ein bestehendes Rahmenwerk zurückgegriffen und aufgebaut, das bereits in vorangegangenen Forschungsarbeiten, im Kontext von E-Learning-Kursen und ihren Wirkweisen auf SchülerInnen, erarbeitet wurde (Marquardt, 2021). Bei Bedarf soll dieses Evaluierungskonzept im Rahmen dieser Arbeit angepasst und erweitert werden.

### 1.2.2 Forschungsfrage 2: Wissen und Kompetenz

- Kann die Bearbeitung eines E-Learning-Kurses zum Thema *Künstliche Intelligenz und Musik* bei SchülerInnen das Verständnis für den Themenkomplex steigern?

Anknüpfend an die Forschungsfrage hinsichtlich des Interesses und der Motivation soll mit dieser Forschungsfrage geklärt werden, ob ein E-Learning-Kurs und sein inhaltliches und gestalterisches Konzept eine potenziell geeignete Form der interdisziplinären Wissensvermittlung darstellen können. Hierbei wird der Fokus vorrangig auch auf dem Wissenserwerb in Bezug auf den Themenbereich „Künstliche Intelligenz“ liegen. Dabei soll das Maß des Verständnisses im Rahmen dieser Arbeit lediglich durch Selbsteinschätzung gemessen werden — mit den entsprechenden Vorbehalten. Ziel ist es zu ergründen, ob die eigenständige Bearbeitung, ohne äußere Vorgaben und Hilfestellungen, zu einem Kompetenzerleben und Wissenserwerb führen kann, die in der Folge zum Verständnis der vergleichsweisen komplexen Hintergründe führen. Dabei sollen die interdisziplinären Inhalte, insbesondere in Bezug auf das Thema „Künstliche Intelligenz“, so gewählt sein, dass es weder zu einer Überforderung durch die Wahl der Inhalte noch zu deren Trivialisierung kommt. Dabei steht auch die Vermittlung eines realistischen Bildes der technische-wissenschaftlichen Komponenten im Vordergrund. Gleichzeitig soll das Thema klar und eindeutig künstlerische Aspekte, vor dem Hintergrund des übergreifenden Themas der Musik, mit den eher technisch-wissenschaftlichen Themen aus dem Umfeld der Informatik verbinden.

Neben den formulierten Forschungsfragen stellt sich damit implizit auch die Frage nach der bereits angedeuteten Didaktik des E-Learning-Kurses, beziehungsweise der Frage, wie sich der Themenkomplex innerhalb eines E-Learning-Kurses didaktisch sinnvoll aufarbeiten lässt.

- Wie lässt sich das Thema „Künstliche Intelligenz und Musik“ innerhalb eines E-Learning-Kurses didaktisch sinnvoll aufarbeiten?

Abschließend lässt sich aus den didaktischen Aspekten des Kurses und der letztendlichen Beantwortung beider Forschungsfragen ableiten, ob sich Vermittlungsform interdisziplinärer Inhalte eignet und was es bei Konzeption und Umsetzung entsprechender Inhalte zu beachten gibt. Darüber hinaus soll auch allgemein die Bedeutung des digitalen Mediums für die Kulturvermittlung erörtert und bewertet werden.

### 1.3 RockStartIT – Interdisziplinäre Online-Kurse

Für die letztendliche Beantwortung der formulierten Forschungsfragen werden im Rahmen dieser Arbeit eine digitale Lerneinheit zum Themenbereich *Künstliche Intelligenz und Musik* konzeptioniert, umgesetzt und abschließend evaluiert. Die Erarbeitung der Kursinhalte sowie deren anschließende Umsetzung und Evaluation findet dabei im Rahmen der *RockStartIT*-Initiative unter der Leitung von Dr.-Ing. Lucia Happe am Institut für Schulpädagogik und Didaktik (ISD) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) statt. Dabei handelt es sich um ein „[...] Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die visionäre Kurse erstellen und teilen, um Schönheit und Freude in den wissenschaftlichen und technischen Unterricht zu bringen. Diese Forschungsinitiative will Methoden zur Verbesserung der Informatikausbildung hin zu einem inklusiven Informatikunterricht, sowie Strategien zur Förderung des Erfolgs von v.a. Frauen in der Informatik und verwandten Disziplinen untersuchen“ ([rockstartit.com](http://rockstartit.com)).

Ziel der Forschungsinitiative ist es, insbesondere Frauen und Mädchen für die Welt der Informatik zu begeistern. Dabei soll auch verstanden werden, warum und wie Mädchen und Frauen ihre Interessengebiete oder ihre beruflichen Laufbahnen gewählt haben, um mit diesem Wissen zur Verbesserung der Methoden im Rahmen der Informatikausbildung beizutragen.

## 2 Grundlagen und verwandte Arbeiten

### 2.1 Interdisziplinarität: Zwischen Kunst, Kultur und Wissenschaft

Interdisziplinarität (gesteigert auch Transdisziplinarität) bezeichnet „[...] die vielfältigen Ausprägungen fächer- und disziplinübergreifender Kooperation in Lehre und Forschung, in denen wechselseitiger Nutzen und Gleichheit im dialogischen Austausch erreicht werden“ (Philipp, 2021, S. 163). In der heutigen Zeit steht Interdisziplinarität vor allem für ein kraftvolles Instrument, das vor den Hintergründen schneller gesellschaftlicher Veränderungen und vielfältiger komplexer Herausforderungen neue Möglichkeiten für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn und die Innovation bieten (Wissenschaftsrat, 2020).

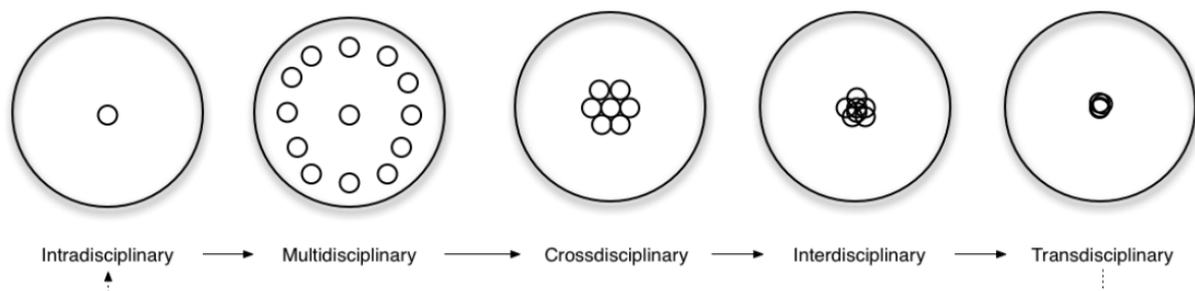


Abbildung 1 Intra- bis Transdisziplinarität grafisch veranschaulicht. Umsetzung von (Jenselius, 2012).

Historisch koexistierten Kunst und Wissenschaft lange Zeit ununterscheidbar voneinander (Zhu & Goyal, 2018) – sinnbildlich hierfür stehen beispielsweise die Arbeiten Leonardo Da Vincis. Erst im Laufe des 19. Jahrhunderts wurden Kunst und Wissenschaft dann immer strikter als getrennte Disziplinen angesehen (Snow, 1959). Dabei gibt es zahlreiche grundlegende Ähnlichkeiten zwischen den beiden Gebieten.

Beide Disziplinen versuchen, die Welt um uns zu verstehen. Darüber hinaus sind die Arbeiten von KünstlerInnen und WissenschaftlerInnen naturgemäß jeweils kreativ und experimentell – nur die verfolgten Ziele und gesetzten Rahmenbedingungen unterscheiden sich zumeist. Während künstlerische Arbeit nach der Vermittlung einer emotionalen und/oder ästhetischen Erfahrung strebt, um seine Zielgruppe zu inspirieren oder provozieren, ist wissenschaftliche Arbeit stets um Erkenntnisgewinn oder technologische Entwicklung bemüht. Zum Erreichen ihrer Ziele nutzt die Kunst nicht selten intuitive und subjektive Ansätze, um Ideen und Visionen auszudrücken und zu verwirklichen. Die Wissenschaft hingegen orientiert sich an strukturierten und objektiven Ansätzen, um über kontrollierte Experimente, datenbasierte

Methoden und Beobachtungen zu einer Antwort zu gelangen. Auch die Ergebnisse der Arbeit werden beim Künstler eher nach Wirkung und Ausdruck beurteilt und ist dabei stets subjektiv und abhängig von Geschmack, kulturellem Kontext und der verfolgten Intention. Die Ergebnisse des Wissenschaftlers müssen in erster Linie durch objektive Kriterien, wie methodischer Stärke, Reproduzierbarkeit und dem eigentlichen Beitrag zur wissenschaftlichen Gemeinschaft überzeugen. Nicht zuletzt sind Kunsterzeugnisse oft das Ergebnis von der Arbeit mit Unsicherheiten ohne vordefinierte Endergebnisse – Mehrdeutigkeit ist keine Gefahr und die Ungewissheit wird aktiv zugelassen. Wissenschaftliche Erkenntnis hingegen basiert auf der Minimierung von Unsicherheiten und dem Streben nach Replizierbarkeit.

„Der Punkt, an dem zwei Themengebiete, zwei Disziplinen, zwei Kulturen – zwei Galaxien, könnte man auch sagen – zusammenstoßen, sollte kreative Gelegenheiten erzeugen. In der Geschichte der geistigen Tätigkeit war dies immer der Ort, an dem es zu einem der Durchbrüche kam. Nun gibt es solche Gelegenheiten. Aber sie existieren sozusagen in einem Vakuum, denn die Angehörigen der zwei Kulturen können nicht miteinander sprechen.“<sup>3</sup> (vgl. Snow, 1959, S. 16)

Trotz oder gerade aufgrund dieser unterschiedlichen Herangehensweisen an jeweilige Probleme oder Fragestellungen kann die komplementäre Zusammenarbeit zwischen Kunst, Kultur und Wissenschaft wertvoll sein. Der Begriff der Zwei Kulturen (englisch *two cultures*) (Snow, 1959) in denen sich Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften scheinbar unvereinbar gegenüberstanden, kann je nach Betrachtungsweise heutzutage als widerlegt oder überwunden bezeichnet werden.

Richtig ist, dass beide Fachrichtungen, im Rahmen interdisziplinärer Arbeiten, aber auch abseits davon, voneinander lernen und profitieren können. Wichtig hierbei ist nur, dass sich gerade die kulturell-künstlerische Seite nicht instrumentalisieren lässt und gleichberechtigt mit Wissenschaft und Technologie wirken kann. „Kunst hat Autonomie und ist völlig frei“, aber die Fähigkeit „Denkansätze wie [ein] Künstler zu verfolgen“ und damit auf eine nicht-lineare Art zu denken, muss elementarer Bestandteil von Bildung sein (Stanzl, 2021).

Dies muss auch die Maxime auf dem Weg zur Umsetzung des Themenkomplexes *Künstliche Intelligenz und Musik* in einem E-Learning-Kurs sein, in dem die Musik nicht lediglich zum thematischen Aufhänger verkommen soll. Auch wenn die wissenschaftliche Seite in diesem

---

<sup>3</sup> Die Übersetzung stammt aus dem Eintrag des deutschsprachigen Wikipedia zum Thema „Zwei Kulturen“.

konkreten Fall im Vordergrund steht, müssen auch kulturell-künstlerische Aspekte bedacht und vermittelt werden. Nur so kann mit dem Thema Interdisziplinarität zwischen Kunst, Kultur und Wissenschaft aus Sicht der Kulturvermittlung verantwortungsvoll umgegangen werden.

Gerade auch in den schulischen Bereichen treten die Chancen von Interdisziplinarität deutlich in den Vordergrund. Das schulische Lernen in interdisziplinären Lerneinheiten gibt SchülerInnen die Möglichkeiten, sich mit den Lehrgegenständen auf neue und meist unerwartete Weise auseinanderzusetzen. Dies eröffnet neue Perspektiven und mögliche Betrachtungsweisen und bietet den SchülerInnen einen zugänglicheren Einstieg in neue Themenbereiche (Bopegedera, 2005) (Burnard, Colucci-Gray, & Sinha, 2021). Umgekehrt leiden bei allzu spezifischen Kontexten des Lernens neben der Kreativität vor allem auch der intendierte Wissenstransfer (Plucker & Zabelina, 2008). Daran anknüpfend gibt es Hinweise, dass gerade interdisziplinäres Projektarbeiten das Engagement von SchülerInnen erhöhen (Tytler, Williams, Hobbs, & Anderson, 2019). Nicht zuletzt birgt interdisziplinäres Lernen auch das Potenzial breitere und diversere Zielgruppen anzusprechen (Marquardt & Happe, 2023). Dies ist gerade auch im schulischen Umfeld wichtig, um SchülerInnen mit unterschiedlichem Vorwissen oder variierenden persönlichen Hintergründen und Präferenzen zu erreichen und passende Möglichkeiten zu bieten, Interesse an einem Fach oder Thema zu entwickeln. Gleiche Herausforderungen bestehen aber beispielsweise auch bei kulturellen Bildungsangeboten, bei denen interdisziplinäre Inhalte auf gleiche Weise helfen können, Zielgruppen zu vergrößern und die thematische Zugänglichkeit zu erleichtern.

## 2.2 Von STEM zu STEAM

Ausdruck des vergleichweisen neuen Strebens zu mehr Interdisziplinarität im Bildungsbereich — gerade auch im Zusammenspiel mit den bildenden Künsten — ist die Erweiterung der klassischen STEM-Fächer um die Künste (**Arts**) zu den sogenannten STEAM-Fächern. Das Initialwort STEM ist zusammengesetzt aus dem Englischen *Science* (Naturwissenschaften), *Technology* (Technik), *Engineering* (Ingenieurwissenschaften) und *Mathematics* (Mathematik) und ist im Deutschen unter dem Ausdruck MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik), beziehungsweise der entsprechenden Erweiterung um die Künste zu MINKT bekannt.

Diese Entwicklung verdeutlicht die zunehmende Anerkennung der Künste als integraler Bestandteil eines ganzheitlichen Bildungsansatzes. Nicht zuletzt spiegelt sich hierin ebenfalls

das Verständnis wider, dass Interdisziplinarität als Schlüsselkonzept im Bereich der (schulischen) Bildung angesehen werden kann und die Integration der Künste in die klassischen STEM-, beziehungsweise MINT-Fächer Vorteile bietet (Jia, Zhou, & Zheng, 2021). Diesbezüglich wird immer wieder die Bedeutung von kreativem Denken für die Innovationsfähigkeit und Problemlösung hervorgehoben (Madden, et al., 2013).

Schon vor einigen Jahren hat man erkannt, dass hochwertige Kunsterfahrungen den Erwerb von Reflexionsfähigkeit, visuell-räumlichen Fähigkeiten, Selbstkritik und die Bereitschaft zu experimentieren fördert (Lampert, 2006). Damit ist der Kunstunterricht essenziell für die allgemeine Persönlichkeitsentwicklung von SchülerInnen, um sich selbst und ihre tiefsten Gefühle Ausdruck verleihen zu können (Winner & Hetland, 2000). All diese *soft skills* sind in der heutigen Zeit gefragt, werden durch die naturwissenschaftlichen Fächer aber in der Regel nicht explizit abgefragt und gefördert. Hier ergeben sich also Synergien, die man im schulischen Kontext nutzen kann.

### 2.3 Musik: Hintergründe und Didaktik

Das Thema Musik — als eines der zwei Hauptthemen der Lerneinheit — ist nicht nur eine der ältesten, dokumentierten Kunstformen der Menschheit (Turk, 1997) (Beyer, 2011), sondern mit Sicherheit auch eine der zeitgenössischsten Kunstformen. Vor diesem Hintergrund hat auch musikalische Bildung an deutschen Schulen eine lange Tradition und beginnt in der Regel schon während der Grundschule (Kultusministerium, 2016). Auch in den curricularen Vorgaben der Kultusministerkonferenz, die als Orientierung für die Bildungspläne der Länder dienen, wird Musik seit langer Zeit schon als „unverzichtbarer“ Bestandteil der allgemeinen Bildung aufgeführt (Kultusministerkonferenz, 1998, S. 11). An der prinzipiellen Haltung gegenüber den Künsten im Allgemeinen und der Musik im Speziellen hat sich dabei in den letzten Jahrzehnten nicht viel verändert (Kultusministerkonferenz, 2022). Dies verdeutlicht den Stellenwert musikalischer Bildung im schulischen Fächerkanon und als Teil der übergeordneten kulturellen Bildung.

#### 2.3.1 Wieso Musik?

Eine allgemein positive Wirkung von Musik kann wohl von niemandem bestritten werden. Musik kann entspannen, anregen, Gefühlen ihren Ausdruck verleihen und ist nicht zuletzt auch in der Lage Menschen und Kulturen zu verbinden und damit das Gemeinschaftsgefühl zu stärken. Neben diesen subtilen alltäglichen Erfahrungen leistet Musik und musikalische

Bildung aber ganz konkret einen Beitrag zu Entwicklung heranwachsender Menschen und hat damit langfristig ebenfalls einen nicht zu unterschätzenden gesellschaftlichen Wert.

### 2.3.1.1 Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung

Die persönlichkeitsbildende Funktion von musikalischen Aktivitäten wurde schon vor rund 2.300 Jahren von den griechischen Philosophen Platon und Aristoteles dokumentiert (Gembris H. , 2015). Platon erwähnte die Musik im dritten Buch seiner *Politeia* als charakter- und seelenbildend (Giannaras, 1975, S. 167f.). Aristoteles sprach der Musik in seiner *Poetik* heilende wie auch sittlich bildende Wirkung zu (Poller, 2004, S. 13).

Dabei sind die konkreten Beiträge musikalischer Aktivitäten zur Persönlichkeitsentwicklung empirisch nicht so eindeutig zu belegen, wie es Beobachtungen und Erfahrungen der Eltern- und Lehrerschaft, Sonderpädagogen oder Musiktherapeuten oftmals nahelegen (Bruhn, 2000) (Hill, 2007). Die Wirkung von Musik zeigt sich bei genauer Betrachtung und eingehender Analyse weitaus subtiler und vielfältiger, als dass pointierte Wirkungen wie eine gesteigerte soziale Kompetenz die direkte Konsequenz jeglicher musikalischen Aktivitäten wären (Gembris H. , 2004) (Kraemer & Maas, 2014). Es lässt sich attestieren „[...]“, dass es bislang keine empirischen Beweise dafür gibt, dass sich Musikunterricht oder gemeinsames Musizieren zur Förderung sozialer Kompetenzen [eignet]“ (Schumacher, 2009, S. 67). Dabei lassen sich die Effekte auch nicht direkt widerlegen — es scheint eher, als wäre man mithilfe der bisherigen theoretischen Ansätze und Methoden „nicht in der Lage [ist], dieses komplexe und individuell differenzierte Verhalten in der Realität zu erfassen“ (Gembris H. , 2015, S. 3). Dennoch gibt es Hinweise darauf, dass die Synchronisation in musikalischen Aktivitäten mit Anderen das Gemeinschaftsgefühl steigern und pro-soziales Verhalten fördern kann. In (Kircher, Girwidz, & Häußler, 2009) konnte experimentell nachgewiesen werden, dass bereits Kinder im Alter von  $2\frac{1}{2}$  Jahren in der Lage sind Körper- oder Trommelbewegungen spontan mit einem externen Rhythmus zu synchronisieren. In (Endedijk, et al., 2015) konnte ergänzend gezeigt werden, dass „Kinder im Vorschulalter durch rhythmische Spiele zum synchronisierten Mitschwingen gebracht werden und ihnen so Gemeinschaftserlebnisse durch Musik vermittelt werden können“ (Gembris H. , 2015, S. 5). Weiter haben (Kirschner & Tomasello, 2010) experimentell nachgewiesen, dass gemeinschaftliches Singen und Musizieren unter Vierjährigen das Sozialverhalten steigert und damit zu einer signifikant erhöhten Hilfs- und Kooperationsbereitschaft führt. Basierend auf

den genannten Befunden kann Musik als „klanglich organisierte Menschlichkeit“ (Blacking, 1973), zitiert nach (Hodges, 2010, S. 67), bezeichnet werden.

Ein vielversprechenderer Ansatz für den Nachweis persönlichkeitsbildender Effekte liefert auch die *emotionale* Wirkung von Musik. Musik spielt eine große Rolle hinsichtlich der Regulation von Emotionen, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen, und hat auf diese Weise eine gewisse persönlichkeitsfördernde Wirkung (Saarikallio & Erkkilä, 2007) (Kuhl, 2009) (Barrett & Bond, 2014). Gerade in der Adoleszenz scheint Musik als Strategie zur Emotionsregulation (Friedrich, Roden, Frankenberg, Kreutz, & Bongard, 2015) im Zusammenhang mit Relaxation, dem Empfindungsausdruck (Roe, 1985) (North, Hargreaves, & O'Neill, 2000) (Schwartz & Fouts, 2003), der Ablenkung von negativen Emotionen (Wells & Hakanen, 1991) (Lacourse, Claes, & Villeneuve, 2001) und mentaler Arbeit, dem Gefühl von Zugehörigkeit oder Sinnhaftigkeit und Kohärenz im Leben (Ruud, 1997) genutzt zu werden (Christenson & Roberts, 1998) (Sloboda & O'Neill, 2001).

„Bewusstes Hören von Musik und aktives Musizieren [...] aktivieren auf nonverbalem Wege seelische Ressourcen, fördern die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen [...], stärken Persönlichkeit und Selbstheilungskräfte in Lebenskrisen, helfen bei der Bewältigung von Krankheit und Behinderung“ schlussfolgert (Stegemann & Schmidt, 2015, S. 160) zusammenfassen. Die genannten Aspekte beziehen sich dabei nicht allein auf musiktherapeutische Kontexte, sondern wirken ebenso in musikpädagogischen Kontexten und sogar außerhalb des schulischen Kontexts.

Darüber hinaus spielt Musik auch beim Spracherwerb eine wichtige Rolle, da beispielsweise „Singen und Sprechen sich weitgehend in ihren zerebralen Aktivierungsmustern decken“ (Merker, 2014, S. 272). Darüber hinaus gilt es als erwiesen, „[...]“, dass Musikerfahrung die Sprachwahrnehmung bereits auf sehr frühen Verarbeitungsstufen beeinflusst“ (Jäncke, 2008, S. 411). Somit schulen musikalische Erfahrungen jeglicher Art die Sprachwahrnehmung und Aussprache (Hallam, 2010). Dies zeigt sich beispielsweise auch darin, dass Kinder Fremdsprachen signifikant besser lernen, wenn Wörter oder Texte gesungen statt gesprochen werden (Good, Russo, & Sullivan, 2014). Etwaige Effekte waren noch sechs Monate nach Durchführung der Studie zu beobachten. Es gibt also deutliche Hinweise darauf, sich musikalische Aktivität auch positiv auf den Spracherwerb im Allgemeinen auswirkt.

Hinsichtlich des oft beschriebenen Zusammenhangs zwischen Intelligenz und musikalischer Aktivität gibt es bis heute keine eindeutige empirische Evidenz. Es gibt zwar Studien, die positive Korrelationen attestieren, jedoch kann die Kausalität in diesen Fällen nicht zweifelsfrei belegt werden (Costa-Giomi, 2014). Eindeutig belegt werden kann lediglich, dass intensive musikalische Aktivität die Neuroplastizität des Gehirns erhöht und damit zur Reorganisation neurologischer Strukturen führen kann, die sich beispielsweise positiv auf die Klangverarbeitung auswirken. Daran maßgeblich beteiligt sind die Neurotransmitter *Dopamin* und *Serotonin*, die unter anderem auch schon beim Hören ansprechender Musik ausgeschüttet werden (Berger, Gray, & Roth, 2009) (Kraus, Castrén, Kasper, & Lanzenberger, 2017). Kurz gesagt, scheint Musik und vor allem auch das Musizieren, einer der effektivsten Wege zu sein, das Gehirn vielfältig zu fördern und fordern. Einen ähnlich vielfältigen Reiz auf weite Teile des Gehirns scheint möglicherweise nur noch die Teilhabe an sozialen Aktivitäten zu haben (Budson, 2020). Hinsichtlich konkreter Beweise für einen Zusammenhang zwischen musikalischer Aktivität und allgemeiner Intelligenz bedarf es in Zukunft weiterer Forschung.

Abschließend lässt sich schlussfolgern, dass Musik in jeglicher Form gerade in frühen Lebensphasen großen positiven Einfluss auf verschiedene Bereiche der Entwicklung haben kann und unabdingbarer Teil jeder Früherziehung sowie schulischer Bildung sein sollte.

### 2.3.1.2 Beitrag zur Gesundheit

Neben Einflüssen auf die kognitive Entwicklung hat Musik auch Auswirkungen auf die psychische und physische Gesundheit des Menschen, die in der Argumentation hinsichtlich der Wichtigkeit von Musik nicht vergessen werden sollte. Studien zu musikalischen Aktivitäten bei Erwachsenen und Älteren haben zahlreiche positive Wirkungen belegt, die vom Gefühl der Verbundenheit, Konzentrationsfähigkeit (Mesagno, Marchant, & Morris, 2009) und dem Ausdruck von Gefühlen über Stress- und Angstreduktion und einem verringerten Risiko für eine Depression reichen (Cervellin & Lippi, 2011) (Hole, Hirsch, Ball, & Meads, 2015) (Harney, Johnson, Bailes, & Havelka, 2022). Darüber hinaus konnte die innere Zufriedenheit sowie die physische und psychische Lebensqualität und das allgemeine Wohlbefinden (Hays & Minichiello, 2005) (Seinfeld, Figueroa, Ortiz-Gil, & Sanchez-Vives, 2013) gesteigert werden (Gembris H., 2011).

Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Effekte so oder so ähnlich auch bei jüngeren Teilen der Bevölkerung zu beobachten wären, was bezüglich der genannten Aspekte bisher

aber kaum untersucht wurde (Hallam, 2012). Eindeutig belegt ist aber ein positiver Effekt von Musik auf das Wohlbefinden bei Menschen aller Altersstufen (Schäfer, Sedlmeier, Städtler, & Huron, 2013).

## 2.4 Künstliche Intelligenz: Hintergründe und Didaktik

Die verschiedenen Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) haben sich in den vergangenen Jahren noch einmal deutlich beschleunigt. Dies liegt nicht zuletzt an den weiterhin praktisch exponentiell wachsenden Rechenkapazitäten in Datenzentren und bei sogenannten *Supercomputern*, wodurch Rechenleistung zunehmend günstiger und verfügbarer wird (Strohmaier, Dongarra, Simon, & Meuer, 2023). Das gleichzeitig stark angestiegene Interesse in Forschung und Industrie befeuert diesen Trend zusätzlich — seit etwa dem Jahr 2018 gibt es täglich mehr als 100 wissenschaftliche Veröffentlichungen im Bereich des maschinellen Lernens (Krenn, et al., 2022).

Schon länger scheint festzustehen, dass KI einer der Innovationstreiber der nächsten Jahre und Jahrzehnte sein wird. Während bisherige Anwendungen von KI dabei mehrheitlich subtil und unterstützend wirkten, haben gerade die kürzlichen Durchbrüche im Bereich der *generativen* KI zu einer breiteren Wahrnehmung in der Öffentlichkeit geführt.

Sinnbildlich für diese Entwicklung steht *ChatGPT* — ein im November 2022 veröffentlichter Chatbot, der innerhalb von zwei Monaten bereits rund 100 Millionen aktive Nutzer verzeichnete (Hu, 2023). In Zukunft werden großer Wahrscheinlichkeit nahezu alle menschlichen Lebensbereiche in der ein oder anderen Form von KI profitieren — die Technologie wird sich also nicht mehr nur auf unser digitales Leben beschränken.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung stehen den sich ergebenden Chancen auch stets eine Vielzahl von Risiken und Herausforderungen gegenüber. Damit drängt die Notwendigkeit frühzeitig und ganzheitlich über Themen rund um KI aufzuklären, für die Technologie zu sensibilisieren und Möglichkeiten aufzuzeigen — gleichzeitig, aber auch kritische Elemente hervorzuheben.

Während Digital- und Medienkompetenzen sowie die Digitalisierung der deutschen Bildungslandschaft weiterhin dem europäischen Schnitt hinterherhinken (Anger & Plünnecke, 2022) rücken KI-Kompetenzen also zunehmend in das Blickfeld.

### 2.4.1 Wieso Künstliche Intelligenz und Musik?

Der Einsatz von KI im Bereich der Musik hat bereits eine lange Geschichte. Seit der *Illiad Suite*, einem Streichquartett, welches bereits im Jahr 1957 von einem Computer komponiert wurde, (Hiller & Issacson, 1959), ist KI heutzutage in praktisch allen Bereichen der Musik, beziehungsweise Musikproduktion im Einsatz. Die Anwendungen reichen dabei von der bereits angedeuteten unterstützten oder vollautomatischen Komposition von Musikstücken (u.a. AIVA<sup>4</sup>), dem KI-gestützten *Mixing* und *Mastering* (u.a. LANDR<sup>5</sup>) bis hin zur Erkennung von Musikstücken (u.a. Shazam<sup>6</sup>) — um nur eine Auswahl an Anwendungsbeispielen und entsprechende Softwarelösungen zu nennen.

Angetrieben durch die Fortschritte im Bereich der generativen KI gab es in jüngerer Vergangenheit gerade auch im Bereich der Musikgenerierung außerordentliche Entwicklungen. Große Aufmerksamkeit erreichten dabei vor allem die KI-Modelle *MusicLM*<sup>7</sup> von Google (Agostinelli, et al., 2023) und *MusicGen*<sup>8</sup> von Meta Platforms (ehemals Facebook) (Copet, et al., 2023). Beide Modelle erlauben es, mittels beschreibender Texteingaben mehrminütige Musikstücke zu erzeugen. Die Modelle basieren in ihren Grundzügen auf der *Transformer-Architektur* (Vaswani, et al., 2017), die beispielsweise auch in den GPT-Modellen (*Generative Pre-trained Transformer*) zum Einsatz kommt und maßgeblich an den technologischen Fortschritten im Bereich der generativen KI beteiligt war und ist. Diese spezielle Architektur<sup>9</sup> ist in der Lage (Eingabe-)Datensequenzen, wie Texte oder auch Musikstücke (Noten), auf einmal zu verarbeiten. Dabei kommt der sogenannte Aufmerksamkeitsmechanismus (*Attention*) zum Einsatz, um Kontextbeziehungen zwischen verschiedenen Elementen der zu verarbeitenden Eingabesequenz zu erfassen und daraus wiederum entsprechende Ausgabesequenzen erstellen zu können (Vaswani, et al., 2017). Entsprechende Modelle werden oft auch als (Große) Sprachmodelle (*Large Language Models*, kurz LLMs) bezeichnet (Radford, et al., 2018) — ob dabei im konkreten Fall Wörter oder

---

<sup>4</sup> [www.aiva.ai](http://www.aiva.ai)

<sup>5</sup> [www.landrr.com](http://www.landrr.com)

<sup>6</sup> [www.shazam.com](http://www.shazam.com)

<sup>7</sup> Hörbeispiele zu *MusicLM* finden sich unter <https://google-research.github.io/seanet/musiclm/examples/>

<sup>8</sup> Hörbeispiele zu *MusicGen* finden sich unter <https://ai.honu.io/papers/musicgen/>

<sup>9</sup> Die Architektur eines KI-Modells beschreibt die spezifische Struktur und Anordnung (das Design) einer künstlichen neuronalen Netzwerkstruktur (Wilamowski, 2009) auf der alle generativen KIs im Kern basieren.

Musiknoten generiert (vorhergesagt) werden, spielt technisch eine eher untergeordnete Rolle.

Auch im Bereich der Musik wird KI in Zukunft also einen festen Platz einnehmen und künstlerisch-kreative Arbeitsprozesse beeinflussen und dabei nachhaltig verändern.

Im Rahmen des Kurses sollen daher Anwendungsbeispiele, (geschichtliche) Hintergründe zum Themenkomplex *Künstliche Intelligenz und Musik*, die grundlegende Funktionsweise von KI und die genannten Implikationen auf künstlerische Arbeitsprozesse vorgestellt werden. Außerdem soll außerdem die Möglichkeit gegeben werden innerhalb einer cloud-basierten integrierten Entwicklungsumgebung (*Google Colab*) ein solches Transformer-Modell beispielhaft zu trainieren und damit anschließend ein Musikstück generieren zu können (siehe 3.3.1.5.1).

#### 2.4.2 Pädagogische Leitgedanken zu künstlicher Intelligenz

Bei der Betrachtung des Überbegriffs „Künstliche Intelligenz“ im Kontext der Didaktik und Pädagogik stehen mehrere Leitgedanken und inhaltliche Überlegungen im Vordergrund. Zentral dabei ist beispielsweise die Fragestellung, wie ein verantwortungsbewusster Umgang und Einsatz von KI im Bereich der Bildung, gerade aber auch darüber hinaus im außerschulischen und privaten Bereich, gewährleistet werden kann. Beispielhaft ist hier unter anderem das freie Erfinden von Informationen und Fakten (auch *halluzinieren*) zu nennen — beispielsweise bei Befragung von *ChatGPT* (Ji, et al., 2022). Auch das zielgerichtete Generieren von Bildmaterial oder Texten kann vor dem Hintergrund von *fake news* ein problematisches Anwendungsbeispiel sein, für welches sensibilisiert werden muss. Dabei bestehen nicht wenige Parallelen zu den Herausforderungen, die das Internet mit sich bringt. Aus diesem Umstand ergibt sich zwangsläufig auch die Frage nach der Vertrauenswürdigkeit künstlicher Intelligenzen (*Trustworthy AI*), die ebenfalls mit einer Sensibilisierung für mögliche Vorurteile eines KI-Systems und den entsprechenden Gründen und Hintergründen dazu einhergehen muss.

Nicht zuletzt stellt sich aber auch die Frage, wie KI als Werkzeug für die Bearbeitung realer Probleme und Fragestellungen genutzt werden kann und welche Auswirkungen KI auf bestehende Arbeitsweisen und -prozesse hat. Oftmals werden aktuelle Debatten zum Thema KI mit einseitigem Fokus, entweder auf den Chancen oder den Risiken dieser Technologie geführt.

Im Rahmen der Arbeit und vor dem Hintergrund des übergreifenden Themas *Künstliche Intelligenz und Musik* bietet es sich unter der Gesamtheit der angesprochenen Aspekte an, das Hauptaugenmerk auf die Auswirkungen künstlicher Intelligenz auf künstlerische Arbeitsweisen zu legen. Dabei sollen mögliche zukünftige Entwicklungen realistisch eingeordnet werden. Exemplarische Fragen wie „Lohnt es sich überhaupt noch ein Instrument zu lernen?“ oder allgemeinere Fragen nach der Bedeutung menschlicher Kreativität in der Zukunft sollen dabei als Orientierungspunkte bei der Erstellung der digitalen Lerninhalte dienen. Im Zusammenhang mit künstlichen Intelligenzen, deren Wissen, Fähigkeiten und Effizienz, die des Menschen in einigen Bereichen bereits übertrifft, soll darüber hinaus auch die „Sinnhaftigkeit des eigenen Lernens“ (Tulodziecki, 2020, S. 377) und des kreativen Auslebens vermittelt werden.

Zur weiteren Einordnung der Auswirkungen von KI auf künstlerische Arbeitsweisen gehören dabei nicht zuletzt auch die allgemeine technische Kenntnis darüber, wie künstliche Intelligenzen lernen und Ausgaben generieren und wie der aktuelle Entwicklungsstand, beispielsweise in Bezug auf die KI-gestützte Musikproduktion, aussieht. Nur so lassen sich Chancen und Herausforderungen der Technologie durch SchülerInnen später eigenständig erkennen und bewerten.

## 2.5 Grundlagen und Formen des E-Learning

Der Begriff E-Learning beschreibt *elektronisch gestütztes Lernen* und erfuhr mit der Verbreitung des Internets in den 1990er Jahren erhöhte Popularität<sup>10</sup>. Durch die rasante Entwicklung im Bereich der digitalen Medien hat sich der Begriff seither immer wieder erweitert und wird heutzutage, durch ihre große Popularität und Akzeptanz vor allem auch mit dem Begriff *Massive Open Online Course* (MOOC) in Verbindung gebracht. Dabei sind die Aspekte des E-Learning vielschichtiger. Unter dem Begriff vereinen sich mittlerweile eine Vielzahl von Technologien, Methoden und Prinzipien, die das Wesen des (elektronisch gestützten) Lernens kontinuierlich weiterentwickeln.

Im Folgenden soll die Notwendigkeit von E-Learning und sein Platz neben anderen Formen der digitalen oder traditionellen Wissensvermittlung beschrieben werden. Darauf aufbauen sollen verschiedene Gestaltungsprinzipien beleuchtet werden, die den aktuellen Stand in Bezug auf

---

<sup>10</sup> Etwa ab dem späten 20. Jahrhundert findet sich immer wieder auch der Begriff des *computergestützten Lernens* (Bates, 1986).

Konzeption, Design und Entwicklung von E-Learning-Kursen reflektieren. Diese Prinzipien sollen im Weiteren als theoretische Grundlage für die Umsetzung des E-Learning-Kurses dienen. Dieser Prozess soll im anschließenden Kapitel anhand der finalen Kursunterlagen beschrieben werden.

#### 2.5.1.1 Warum E-Learning?

Im Rahmen dieser Masterarbeit werden die Inhalte innerhalb eines E-Learning-Kurses aufbereitet. Dieses Vermittlungsmedium bietet sich, aufgrund seiner inhaltlichen Konsistenz, generell als Ausgangspunkt einer empirischen Evaluation an.

Es hat sich außerdem gerade während der Corona-Pandemie gezeigt, wie wichtig digitale Technologien, nicht zuletzt auch im Bildungsbereich, sind. Dabei wurde jedoch auch deutlich, dass sich die reine Verlagerung des Unterrichts vom Analogen ins Digitale (auch *Distanzunterricht*) in der Breite als weniger effektiv bei der Vermittlung von schulischem Wissen erwies (Böttger, Tobias and Zierer, Klaus, 2021) (Hammerstein, König, Dreisörner, & Frey, 2021). Damit verbundene Lerneinbußen bekamen insbesondere auch SchülerInnen zu spüren, die aufgrund ihres sozioökonomischen Status ohnehin als benachteiligt gelten (Helm, Christoph and Huber, Stephan Gerhard and Postlbauer, Alexandra, 2021). Damit können die akuten Probleme an den öffentlichen Schulen nicht zuletzt auch langfristige gesellschaftliche Implikationen haben.

Es bedurfte in der Vergangenheit aber keiner Pandemie, um bereits die Vorteile des Einsatzes digitaler Medien, als Ergänzung zum klassischeren Frontalunterricht (auch *Integriertes Lernen*), zu erkennen. Neben dem Einsatz als didaktisches Mittel selbst, tragen die Möglichkeiten der digitalen Bildung beispielsweise zur Kultivierung des *Lebenslangen Lernens* (Lengrand, 1972) und damit auch der Selbst-, sowie Informationskompetenz (Sühl-Strohmenger, 2019) (Kultusminister-Konferenz, 2021) bei. Gerade vor dem Hintergrund immer schneller ablaufender technologischer Fortschritte im Zeitalter des (Des-)Informationsüberflusses sollten diese Kompetenzen im Zentrum, der Erziehung von Kindern und Jugendlichen zu mündigen Menschen, stehen.

Einer der Bausteine, in der Gesamtheit der digitalen Weiterbildungsangebote, stellen dabei E-Learning-Kurse dar. E-Learning Kurse sind inhaltlich stets konsistent, können zeit-, sowie ortsunabhängig durchgeführt werden und können den TeilnehmerInnen ein direktes Feedback bezüglich ihrer Lernleistung geben. Werden die Kurse im Rahmen der schulischen

Bildung eingesetzt, lassen sich die Ergebnisse gegebenenfalls im späteren Präsenzunterricht wieder aufgreifen, um Lernrückstände frühzeitig zu erkennen und zu korrigieren.

#### 2.5.1.2 Mikrolernen

*Mikrolernen* ist ein recht junger Begriff für ein grundsätzlich altes Konzept. Bereits in den 1960er Jahren wurde der verwandte Begriff des *Mikrolehrens* geprägt, der das Lehren einer kleinen Gruppe für eine kurze Zeitspanne von etwa 5 bis 15 Minuten beschreibt (Hug, Lindner, & Bruck, 2007). Mikrolernen beschreibt somit das Lernen in kleinen Lerneinheiten, die entweder inhaltlich oder hinsichtlich ihrer zeitlichen Bearbeitung begrenzt sind. Eine weitere Eigenschaft von Mikrolernen ist die sofortige Kontrolle des Lernerfolgs, typischerweise durch, sich zum Teil wiederholende, Fragen zum Gelernten.

Ein Beispiel für praktisches Mikrolernen sind Sprach-Apps beziehungsweise Vokabeltrainer, bei denen Vokabeln aufgrund vergangener Leistung öfter oder weniger oft wiederholt werden<sup>11</sup>.

Hintergrund des Mikrolernens ist die begrenzte menschliche Aufmerksamkeitsspanne. In der Literatur finden sich Angaben zur typischen Aufmerksamkeitsspanne eines Menschen, die zwischen einer bis fünf Minuten pro Lebensjahr schwankt, aber ab etwa 25 bis 45 Minuten nicht weiter zunimmt (Capuzzi & Stauffer, 2016) (Bradshaw, Hultquist, & Hagler, 2019). Andere Quellen geben sogar Aufmerksamkeitsspannen von maximal 15 Minuten an (Wilson & Korn, 2007). Fakt ist jedoch, dass die menschliche Aufmerksamkeit eine knappe Ressource ist, die es gerade bei Bildungsaktivitäten effektiv zu nutzen gilt.

#### 2.5.1.3 Gamification

Gamification ist nicht nur einer der älteren Trends im Bereich der Bildung, sondern kann auch als grundlegendes Designprinzip in Bezug die Erstellung von E-Learning-Kursen betrachtet werden, die dessen Elemente oftmals aufgreifen.

Gamification (auch *Spielifizierung*) bedeutet ganz allgemein „[...] Spielmechaniken, Ästhetik und spielerisches Denken zu nutzen, um Menschen zu begeistern, zu Handlungen zu motivieren, Lernprozesse zu fördern und Probleme zu lösen“<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Eng verwandt mit dem Konzept des Mikrolernens ist die Lernmethode *spaced repetition* (Spitzer H. F., 1939)

<sup>12</sup> Eine wortgetreue Übersetzung aus dem englischen Original: “Gamification is using game-based mechanics, aesthetics and game thinking to engage people, motivate action, promote learning, and solve problems.” (Kapp, 2012, S. 10 & 23)

Gamification vor dem Hintergrund des E-Learning kann dabei viele Formen annehmen, dient meist aber dazu, den Lernprozess spielerisch zu gestalten und Kursteilnehmer damit zu motivieren. Fortschrittsbalken, Belohnungssysteme und die allgemeine Trivialisierung von Lernen sind dabei ausdrücklich von den Methoden der Gamification im Bildungsbereich abzugrenzen und sollten im Vergleich zu Elementen wie Storytelling, Visualisierung und Möglichkeiten zur interaktiven Problemlösung eher von nachrangiger Bedeutung sein (Kapp, 2012, S. 10f.).

Im Folgenden sollen die wichtigsten Elemente vorgestellt werden, die im Rahmen der Gamification von E-Learning-Kursen eingesetzt werden können.

### 2.5.1.3.1 Zielsetzung

Das Setzen von zu erreichenden, festen Zielen ist fester Bestandteil eines jeden Spiels. Ziele geben einem Spiel erst seinen Sinn, legen und lenken den Fokus und ermöglichen das Erreichen messbarer Ergebnisse (Salen & Zimmerman, 2004). Die klare Zielsetzung gegenüber dem Kursteilnehmer legt dabei auch die Grundlage für die spätere Evaluation des Kurses hinsichtlich etwaiger Lernerfolge.

Nicht zu unterschätzen ist dabei ebenfalls die visuelle Komponente, um das Verständnis des Kursteilnehmers, wie weit er auf seinem Weg zur Erreichung des Ziels fortgeschritten ist. Dabei sind die Möglichkeiten nicht auf Fortschrittsbalken und Punkte begrenzt, sondern können nach Möglichkeit beispielsweise in das Storytelling eingebunden werden.

### 2.5.1.3.2 Storytelling

Schon seit tausenden Jahren werden Geschichten genutzt, um Informationen von Person zu Person weiterzugeben, um damit deren Denken und Handeln zu beeinflussen (Lehmann, 2009). Das Erleben einer Geschichte kann ein mächtiger Bestandteil der Lernerfahrung sein, um in Abhängigkeit des Themas Relevanz und Bedeutung zu vermitteln. Außerdem verleiht es den Lerninhalten und -aufgaben einen Kontext, der oftmals einprägsamer ist als das bloße Lernen von Daten und Fakten:

*„Geschichten treiben uns um, nicht Fakten. Geschichten enthalten Fakten, aber diese Fakten verhalten sich zu den Geschichten wie das Skelett zum ganzen Menschen. Wer glaubt, beim Lernen gehe es darum, Fakten zu büffeln, der liegt völlig falsch: Einzelheiten machen nur im Zusammenhang Sinn, und es ist dieser Zusammenhang und dieser Sinn, der die Einzelheiten interessant macht. Und nur dann, wenn die Fakten in diesem Sinne interessant sind, werden sie auch behalten.“ (Spitzer M. , 2002, S. 35)*

Im Jahr 1969 wurde an der Stanford Universität eine Studie durchgeführt, bei der die Probanden 12 Listen mit jeweils zehn Substantiven mithilfe zwei verschiedener Methoden auswendig lernen sollten. Die Probanden der ersten Gruppe versuchte die Wörter durch klassisches Auswendiglernen zu verinnerlichen, während die zweite Gruppe angehalten war eine Geschichte zu erfinden, welche die Wörter miteinander verband. Die Befragungen für jede einzelne Liste ergab, dass sich beide Versuchsgruppen an jeweils alle zu lernenden Worte der Liste erinnerten. Ein nachträglicher Sondierungstest, der die Gesamtheit der Wörter in allen 12 Listen umfasste, kam jedoch zu dem Ergebnis, dass sich die zweite Gruppe mittels ihrer erfundenen Geschichten an sechs bis siebenmal mehr Wörter erinnerte<sup>13</sup> (Bower & Clark, 1969).

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen die Autoren des Buchs *Made to Stick*, indem sie von Experimenten berichten, die sie regelmäßig im Rahmen ihrer Vorlesungen — ebenfalls an der Stanford Universität — durchführen. Hierbei sollen Studenten sich an Kernkonzepte und -argumente von zuvor gehörten Vorträgen ihrer Kommilitonen erinnern. Die generelle Beobachtung ist, dass Studenten zwei bis drei Statistiken verwenden, um ihre Standpunkte zu untermauern — jedoch nur etwa einer von zehn Studenten seinen Vortrag in einer Geschichte verpackt. Umgekehrt erinnern sich die Zuhörer aber an lediglich 5 % der vorgetragenen Statistiken, aber 63 % erinnern sich an die gehörten Geschichten. Dabei konnte ebenfalls kein Zusammenhang zwischen den rhetorischen Fähigkeiten der Vortragenden und der Einprägsamkeit ihrer Geschichten gefunden werden. Die Autoren identifizieren in ihrem Buch zwei „Übeltäter“: (1) das Unvermögen, absichtlich auf Informationen zu verzichten, um den Fokus auf den Kern der Thematik zu legen, und (2) der Fokus auf die Präsentation anstatt auf die zugrundeliegende Botschaft (Heath & Heath, 2007, S. 242ff.).

Es zeigt sich, dass Storytelling ein wichtiger Bestandteil der Gamification eines E-Learning-Kurses ist, der sich nicht nur in gesteigerter Motivation während der Absolvierung niederschlägt, sondern positive Effekte weit über Beendigung des Kurses haben kann.

### 2.5.1.3.3 Feedback und Belohnung

Einer der Hauptunterschiede zwischen jeglicher Art von Spielen gegenüber traditionellen Lernumgebungen ist die Frequenz und Intensität des zurückgegebenen Feedbacks. Dabei kann

---

<sup>13</sup> Die Probanden konnten sich im Schnitt an 93 % der Worte erinnern, während sich die Gruppe der Auswendiglernenden im Mittel an nur lediglich 13 % der Wörter erinnerte.

sich Feedback entweder auf die Richtigkeit der zuvor ausgeführten Handlung beziehen, oder Hilfestellung leisten, um der Protagonist in die richtige Richtung zu lenken. Beim Lenken sollte das Feedback dabei nicht didaktisch sein, sondern lediglich dazu führen, dass Handlungen hinterfragt und angepasst werden, ohne der eigentlichen Handlungsfreiheit beraubt zu werden (Kapp, 2012).

### 2.5.1.3.4 Ästhetik und Visualisierung

Nichts definiert ein Spiel eindeutiger als seine Ästhetik. Auch wenn ästhetische Überlegungen im Bereich des E-Learning oberflächlich wirken mögen, so können sie die Wirkung der anderen Elemente verstärken. Eine Geschichte, die mit entsprechenden Darstellungen ausgeschmückt wurde, hat eine immersivere Wirkung als reiner Text. Darüber hinaus können die Darstellungen selbst als belohnend empfunden werden und zudem die Neugier sowie Fantasie anregen, indem eine Atmosphäre erzeugt und mit Emotionen gespielt wird (Schell, 2019).

Menschen sind visuelle Wesen und reagieren primär auf visuelle Reize, dies sollte auch beim Lernen beachtet und genutzt werden, um entsprechende Reize auch zu liefern. Andernfalls können Inhalte schnell als Öde wahrgenommen werden — folglich leidet die Konzentration und Motivation. Zu beachten ist der schmale Grat zwischen zuträglicher Ästhetik und abträglicher Ablenkung durch inhaltslose Reize, der darüber hinaus Zielgruppen-, beziehungsweise Altersabhängig sein kann.

## 2.5.2 Formen des E-Learning

Lerneinheiten des elektronisch gestützten Lernens kommen in verschiedenen Formen.

### 2.5.2.1 Synchrones E-Learning

Der Begriff des *synchronen E-Learning* (auch *virtuelles Klassenzimmer*) beschreibt unter anderem Online-Schulungen und Webinare. Dabei finden die Kurse in Echtzeit über das Internet statt. Durch die Synchronität gibt es die Möglichkeit zur direkten Interaktion mit den Lehrkräften oder den anderen TeilnehmerInnen (Keller, 2009).

### 2.5.2.2 Asynchrones E-Learning

Im Gegensatz zum synchronen Lernen beschreibt das asynchrone Lernen die eigenständige und zeitunabhängige und selbstgesteuerte Bearbeitung der Kursunterlagen- und Inhalte.

### 2.5.2.3 Blended Learning

Der englische Begriff des *blended learning* beschreibt eine Mischung aus traditionellem Präsenz- und/oder Frontalunterricht mit dem unterstützenden Einsatz des E-Learning. Bei diesem sogenannten integrierten Lernen sollen die Vorteile der beiden Unterrichtsformen miteinander kombiniert werden (Sauter, Sauter, & Bender, 2003).

### 2.5.2.4 Adaptives E-Learning

Bei dieser speziellen Form des E-Learning liegt großer Fokus auf der sukzessiven automatisierten Individualisierung der Lerninhalte in Abhängigkeit der Bedürfnisse, Lernpräferenzen und -fortschritte der TeilnehmerInnen. Ein Hintergrundsystem erkennt Schwächen und Stärken und bietet personalisierte Lernpfade (Wambsganss, et al., 2020) (El-Sabagh, 2021). Adaptive E-Learning-Umgebungen arbeiten zumeist mit KI-gestützten Methoden. Die Anwendungsbereiche sind aktuell noch stark beschränkt, könnte aber mit den kürzlichen Entwicklungen im Bereich der natürlichen Sprachverarbeitung (*Natural Language Processing*, kurz NLP) neue Impulse erhalten.

### 2.5.2.5 Selbstgesteuertes E-Learning

Im Unterschied zum adaptiven E-Learning haben die TeilnehmerInnen hier selbst die Möglichkeit individualisierend in die Kursinhalte und Lernpfade einzugreifen. Dabei lässt sich asynchrones E-Learning selbst in gewisser Weise als selbstgesteuert bezeichnen, da die TeilnehmerInnen Zeit und Örtlichkeit selbst festlegen. Selbstgesteuertes E-Learning geht dabei noch einen Schritt weiter, in dem es, je nach Umsetzung, die Bereiche der Selbststeuerung auf Lernziele und -inhalte, den Lernmedien und der Lernbewertung ausweitet (Walber, 2013).

### 2.5.2.6 Soziales E-Learning

Soziales E-Learning ist ein Sammelbegriff für alle Formen des E-Learning, die auf die ein oder andere Weise soziale Medien oder Kollaborationstools als fester Teil der Lernerfahrung nutzen. Fokus der Nutzung sozialer Aspekte liegt auf dem Verbinden von TeilnehmerInnen und dem gezielten Austausch von Wissen und Erfahrungen. Teil der Kurse auf *Coursera*<sup>14</sup> bieten ergänzend zur asynchronen Lernerfahrung im Rahmen der Kurse auch ein kursspezifisches Forum an, in dem man sich mit anderen Teilnehmenden austauschen kann.

---

<sup>14</sup> *Coursera* ist eine Plattform des gleichnamigen US-amerikanischen Unternehmens, die sich auf die Bereitstellung von Online-Kursen von Drittparteien (Universitäten, Unternehmen, ...) spezialisiert hat.

Darüber hinaus ist die Sichtbarkeit innerhalb des Forums oftmals auf den aktuellen eigenen Kursfortschritt begrenzt, sodass mehrheitlich TeilnehmerInnen mit ähnlichem Wissensstand miteinander in Kontakt treten. Soziales E-Learning ist damit mehr als eine ergänzende Erfahrung statt einer eigenständigen Gattung innerhalb der Formen des E-Learning zu sehen.

### 2.5.3 Design-Prinzipien

Bei der Erstellung von E-Learning-Kursen gibt es verschiedene Designprinzipien, die berücksichtigt werden können. Eine der bekanntesten Sammlungen beispielhafter Designprinzipien sind die *12 Prinzipien des Multimedialernens* (im Original *12 Principles of Multimedia Learning*) von Richard E. Mayer<sup>15</sup> im Buch *Multimedia Learning* (Mayer R. E., *Multimedia Learning*, 2009). Diese und weitere Prinzipien sollen im Folgenden vorgestellt werden und im Weiteren als Leitfaden für die Erstellung des E-Learning-Kurses dienen.

Die 12 Prinzipien, die Mayer in seinem Buch beschreibt, können als eine Sammlung von Richtlinie und Empfehlungen gesehen werden, die darauf abzielen, den Lernerfolg und das Verständnis von multimedialen Lerneinheiten zu verbessern. Die Prinzipien basieren allesamt auf Erkenntnissen aus den Bereichen der kognitiven Psychologie und der Lernforschung und sind empirisch untermauert. Zusammengefasst werden die Erkenntnisse und Richtlinie oft auch unter dem Begriff *E-Learning Theory*, der für die Gesamtheit der kognitionswissenschaftlichen Prinzipien hinsichtlich effektiven multimedialen Lernens mithilfe elektronischer Bildungstechnologie steht.

Die Prinzipien bauen allesamt auf der Theorie der kognitiven Lernbelastung (*Cognitive Load Theory*, kurz CLT) von John Sweller und Paul Chandler auf. Diese beruht auf der theoretischen Prämisse, dass Lernen stets mit kognitiver Belastung einhergeht und versucht daher Wege zu finden, die das Lernen vor diesem Hintergrund vereinfachen oder erschweren (Sweller, 1988). Beim Ausführen einer Lernaufgabe können dabei drei Arten kognitiver Belastung auftreten, die jeweils in (Paas, Renkl, & Sweller, 2003) und (Renkl, Gruber, Weber, Lerche, & Schweizer, 2003) eingehend beschrieben werden:

Die *Intrinsic Cognitive Load* (intrinsische kognitive Belastung) beschreibt den mentalen Aufwand, der durch die Unterrichts- oder Lernmaterialien selbst entsteht und dabei von deren

---

<sup>15</sup> Richard E. Mayer ist ein renommierter US-amerikanischer Erziehungspsychologe, der insbesondere für seine Beiträge in den Bereichen Kognitions- und Lerntheorien bekannt ist.

*inhaltlichen* Komplexität im Allgemeinen abhängt. Diese Art der kognitiven Belastung hängt nicht zuletzt auch vom Vorwissen des Lernenden ab. Heruntergebrochen kann hier beispielhaft auch der mentale Aufwand zur eigentlichen Lösung einer vorliegenden Rechenaufgabe genannt werden.

Die *Extraneous Cognitive Load* (extrinsische kognitive Belastung) beschreibt den mentalen Aufwand, der durch die Art und Weise entsteht, in der eine Aufgabe präsentiert wird. Dies kann in effizienter oder ineffizienter Weise erfolgen, beispielsweise wenn das mathematische Rechenproblem auf einer Buchseite mit Werbung für einen Freizeitpark abgedruckt ist. Darüber hinaus können auch andere äußere Bedingungen wie die (Lern-)Umgebung und andere äußere Bedingungen zu extrinsischer Belastung führen.

Die *Germane Cognitive Load* (etwa *die relevante kognitive Belastung*<sup>16</sup>) beschreibt die kognitive Belastung, die entsteht, wenn Aufgabenstellungen verarbeitet und den einzelnen Elementen einen Sinn gegeben werden. Es ist damit in erster Linie eine produktive und lernfördernde kognitive Belastung.

Beispielhaft kann hier eine mathematische Rechenaufgabe genannt werden, bei der die Belastung aus dem Sehen des mathematischen Problems, dem Identifizieren von Werten und Rechenoperationen und der übergreifenden Erkenntnis der Aufgabenstellung in Form der Lösung der Aufgabe besteht.

Auch wenn die genannten Beispiele sich stark auf das Lösen einer bestimmten Aufgabe oder eines Problems beziehen, lassen sich die Arten der kognitiven Belastungen auch auf die reine Vermittlung von Wissen oder Inhalten übertragen. Die 12 Prinzipien von Mayer beschreiben Möglichkeiten und Wege die, vielfältigen Arten von kognitiver Belastung im Bereich des multimedialen Lernens zu reduzieren oder im Fall bei der beiden *unproduktiven* intrinsischen und extrinsischen kognitiven Belastungen nach Möglichkeit sogar zu eliminieren.

#### 2.5.3.1 Prinzip der Kohärenz

Das Kohärenzprinzip zielt darauf ab, irrelevante Inhalte (Grafiken, Musik, Erzählungen), die sich inhaltlich nicht mit den Lehrinhalten überschneiden oder das Lernen nicht unterstützen, zu vermeiden.

---

<sup>16</sup> Eigene Übersetzung, wobei *germane* üblicherweise als „relevant“, „zugehörig“, „(dazu) passend“ oder „nah verwandt“ übersetzt werden kann. Auch *to be germane to something* etwa „für etwas von Belang sein“.

Weniger ist oftmals mehr. Menschen lernen besser, wenn irrelevante Inhalte weggelassen werden.

Das Prinzip der Kohärenz soll den Lernenden helfen, sich auf Relevantes zu konzentrieren, um damit die *kognitive Last* (*cognitive load*) zu minimieren (Mayer & Clark, 2011). Teil des Prinzips ist ebenfalls, dass Lernende, deren Wissen um die Kursinhalte begrenzt ist, leichter durch irrelevante Inhalte abgelenkt werden als Lernende mit einem gewissen (Vor-)Wissen bezüglich des Aufbaus oder der Inhalte. In diesem Fall können entsprechende Visualisierungen das Interesse und die Lerneffektivität sogar steigern (Magner, Schwonke, Aleven, Popescu, & Renkl, 2014). Mit anderen Worten ist die Gefahr für Ablenkung erhöht, desto höher die kognitive Grundlast, beziehungsweise der Grad an (Über-)Forderung, ist (Park, Moreno, Seufert, & Brünken, 2011).

### 2.5.3.2 Signaling-Prinzip

Das Prinzip des *Signaling* bezieht sich auf die Verwendung von visuellen, auditiven oder zeitlichen Hinweisen, um die Aufmerksamkeit auf kritische Lerninhalte zu lenken. Dies kann mittels Pfeilen, Kreisen, fettgedruckten Texten, Pausen und Betonungen und jeglichen weiteren Formen von Hervorhebung kontextbezogen realisiert werden (Mayer & Clark, 2011) (Crooks, Cheon, Inan, Ari, & Flores, 2012) (van Gog, 2014).

Menschen lernen besser, wenn das Lehrmaterial so gestaltet ist, dass wesentliche Inhalte klar erkennbar sind.

Das Beenden von Lerneinheiten oder -sektionen nach der Vermittlung besonders kritischer oder relevanter Informationen kann ebenfalls Signalwirkung entfalten und als Stilmittel eingesetzt werden (Ibrahim, Antonenko, Greenwood, & Wheeler, 2011).

### 2.5.3.3 Prinzip der Redundanz

Das Redundanzprinzip besagt, dass ein größerer Lerneffekt eintritt, wenn Visualisierungen (Grafiken, Animationen) einzig und allein durch Audiokommentar oder Bildschirmtext beschrieben werden, anstatt einer ergänzenden Mischung aus Visualisierungen und Bildschirmtext (Mayer & Clark, 2011).

Menschen lernen besser, wenn auf gleichzeitige Vermittlung redundanter Informationen in Bild- und Textform verzichtet wird, da dies zu erhöhter kognitiver Belastung und damit zur Überforderung führen kann.

Dieser Effekt verstärkt sich noch einmal bei schnell ablaufenden Lektionen, bei denen die verwendeten Wörter dem Lernenden vertraut sind. Ausnahmen des Redundanzprinzips

bilden Bildschirmflächen ohne jegliche Form von Visualisierung, Lernende, deren Muttersprache nicht mit der Sprache des Kurses übereinstimmt und die Begrenzung auf wenige Schlüsselwörter bei der Kennzeichnung kritischer Visualisierungselemente (bei Audiokommentar) (Chandler & Sweller, 1991) (Moreno & Mayer, 2002) (Scheiter, Schüler, Gerjets, Huk, & Hesse, 2014).

#### 2.5.3.4 Prinzip der Kontiguität

Das Kontiguitätsprinzip besagt, dass zusammengehörige Information auch zusammen präsentiert, werden sollten. Vertieftes Lernen findet statt, wenn beispielsweise (1) relevante Texte (bspw. Beschreibungen) in der Nähe von dazugehörigen Grafiken platziert werden, (2) wenn Audiokommentar zusammen mit entsprechenden Grafiken präsentiert wird oder (3) wenn das Feedback auf gegebene Antworten des Lernenden unmittelbar gegeben wird (Mayer & Clark, 2011).

Das Kontiguitätsprinzip wird auch in die Bereiche der räumlichen und zeitlichen Kontiguität aufgeteilt, beschreibt dabei aber lediglich verschiedene Dimensionen desselben Sachverhalts.

#### 2.5.3.5 Prinzip der Segmentierung

Das Segmentierungsprinzip empfiehlt das Aufteilen der Inhalte auf mehrere kleine „Brocken“ (siehe 2.6.2), um vertieftes Lernen zu fördern (Mayer & Clark, 2011). Lange Lerneinheiten sollten in mehrere kleinere Lerneinheiten aufgeteilt werden. Gleiches gilt für lange Textpassagen, die nach Möglichkeit in mehrere kleineren Textpassagen aufgeteilt werden sollten.

#### 2.5.3.6 Prinzip des Vorabübens

Das Prinzip des „Vorabübens“ gibt an, dass vertieftes Lernen auftritt, wenn Schlüsselkonzepte und Terminologie eingeführt und vorgestellt werden, bevor die darauf aufbauenden Konzepte, Prozesse und Verfahren präsentiert werden (Mayer & Clark, 2011). Anders formuliert sollte den Lernenden zuerst die Komponenten, beziehungsweise ein „Komponentenmodell“ kennenlernen, bevor Funktionsweisen und Ursache-Wirkungs-Prinzipien präsentiert werden (Mayer, Mathias, & Wetzell, 2002). Naturgemäß ist das Prinzip des Vorabübens für Lernende mit geringerem Vorwissen relevanter und effektiver als für Lernende, die bereits über ein gewisses Vorwissen verfügen (Pollock, Chandler, & Sweller, 2002) (Clarke, Ayres, & Sweller, 2005) (Ayres, 2006).

#### 2.5.3.7 Prinzip der Modalität

Das Modalitätsprinzip beschreibt das Auftreten vertieften Lernens, wenn Grafiken durch Audiokommentare anstatt Bildschirmtext beschrieben werden. Ausnahmen bilden Lernende, die bereits mit den Kursinhalten vertraut sind, Nicht-Muttersprache oder wenn ausschließlich feststehender Bildschirmtext eingesetzt wird (Mayer & Clark, 2011).

Menschen lernen besser durch Grafiken und Audiokommentar als von Animationen und Bildschirmtext.

#### 2.5.3.8 Prinzip des Multimedia

Das Multimedia-Prinzip besagt, dass die gleichzeitige Nutzung von Worten und inhaltlich relevanten Grafiken zu vertiefterem Lernen führen kann als Worte (Mayer & Clark, 2011). Die Grundbausteine des multimedialen Lernens stellen relevante Grafiken, begleitende Audiokommentare und erklärende Texte dar. Eine Kombination von jeweils zwei der drei Grundbausteine funktioniert beim multimedialen Lernen stets besser als die Beschränkung auf einen der Grundbausteine oder der Kombination aller drei Grundbausteine.

#### 2.5.3.9 Prinzip der Personalisierung

Das Personalisierungsprinzip besagt, dass vertieftes Lernen dadurch eintreten kann, wenn die Lernenden ein Gefühl der stärkeren sozialen Präsenz erleben — beispielsweise indem Konversationskripte oder sogenannte Lernagenten (*learning agents*) verwendet werden (Mayer & Clark, 2011). Der Effekt ist am stärksten, wenn der Tonfall und die generelle Kommunikation zwanglos, informell und in der ersten Person oder der zweiten Person erfolgt (Kartal, 2010). Dabei sollte der Lernende das Gefühl haben direkt angesprochen zu werden.

Darüber hinaus scheint gerade bei Lernenden ohne Vorwissen ein freundlicherer Tonfall zu vertiefterem Lernen zu führen als eine direktere Wortwahl — dieser Effekt scheint sich bei Lernenden mit Vorwissen umzukehren (Wang, et al., 2008) (McLaren, DeLeeuw, & Mayer, 2011). Nicht zuletzt hilft auch der Einsatz von pädagogischer Lernagenten, um Inhalte zu verstärken. Dies kann beispielsweise auch dadurch geschehen, dass entsprechende Charaktere konkret auf wichtige Lerninhalte eingehen oder zu diesen Bezug nehmen (Moreno, Mayer, Spires, & Lester, 2001) (Atkinson, 2002) (Mayer, Dow, & Mayer, 2003) (Moreno, Reislein, & Ozogul, 2010).

## 3 Konzeption und Umsetzung des Kurses

Bei der Konzeptionierung des grundlegenden Aufbaus der Lerneinheit und des letztendlichen Designs wurde sich stark an den eingangs geschilderten Design-Prinzipien und allgemeinen Merkmalen des E-Learning orientiert (siehe 2.7).

Im Folgenden sollen die im Vorfeld getroffenen Überlegungen und Entscheidungen präsentiert und entsprechend begründet werden. Der eigentliche Kurs kann unter Webseite der *RockStartIT*-Initiative ([rockstartit.com](http://rockstartit.com)) gefunden und bearbeitet werden<sup>17</sup>.

### 3.1 Vorüberlegungen und Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel der Lerneinheit besteht darin, SchülerInnen mittels eines interdisziplinären Ansatzes bestehend aus einer künstlerisch-kreativen und einer technisch-wissenschaftlichen Komponente für einen fächerübergreifenden Themenkomplex zu begeistern. Die Lerneinheit steht dabei in einer ganzen Reihe bereits umgesetzter Lerneinheiten zu Themen im Bereich der Informatik, die im Rahmen der *RockStartIt*-Initiative (siehe 1.3) und entsprechender Forschungsarbeiten entstehen. Der übergreifende Fokus liegt damit auf technisch-wissenschaftlichen Inhalten, die im Rahmen dieser Masterarbeit aber maßgeblich durch die künstlerisch-kreative Inhaltsteile getragen werden sollen.

Die gesamte Lerneinheit trägt den Titel *Künstliche Intelligenz und Musik* und befasst sich mit (1) den Einsatzmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz (KI) im Bereich der Musik, (2) der Geschichte von Musik und KI, nennenswerten historischen Ereignissen und beispielhaften musikalischen Stücken, welche ein Gefühl für die Leistungsfähigkeit von heutiger KI vermitteln sollen, (3) der generellen Funktionsweise von KI und abschließend (4) einem reflektierenden Rück- und Ausblick auf das Thema hinsichtlich der zukünftigen Bedeutung von Kunst und künstlerischer Arbeit im Zusammenhang mit KI.

Inhalte und Interaktionen im Rahmen der Lerneinheit werden durchgehend in direktem Zusammenhang mit dem genannten Themenkomplex stehen. Hauptaugenmerk bei der Vermittlung von Inhalten soll auf den Möglichkeiten von KI und deren Bedeutung in Bezug auf das Thema Musik und Musikproduktion liegen. Auch wenn ebenfalls ein großer Fokus auf der eigentlichen Funktionsweise hinter KI liegt, sollen Konzepte der klassischen Informatik

---

<sup>17</sup> Folge diesem [Link](#) um direkt zum Anfang des Kurses zu springen.

weitestgehend ausgeblendet werden. Der Kurs soll ohne jegliches Vorwissen zu den beiden Themenkomplexen auskommen, ohne die wissenschaftlich-technologischen Lerninhalte unnötig zu abstrahieren und zu trivialisieren. Teil davon ist es ebenfalls die Möglichkeit zur Interaktion mit einem vorgegebenen Programmierprojekt, welches das einfache Training einer KI mit entsprechenden Trainingsdaten erlaubt. Das Ergebnis aus dem Training soll ein KI-generiertes Musikstück sein, dessen Form in einem gewissen Rahmen Möglichkeiten zur individuellen Anpassung bietet.

Die SchülerInnen sollen nach Abschluss des Kurses in der Lage sein, die Fähigkeiten und Möglichkeiten von KI besser einschätzen zu können, den generellen Prozess hinter KI besser zu verstehen und die Auswirkungen von KI auf die zukünftige (kreative) Arbeit des Menschen einordnen zu können. Da es um die Entdeckung von recht speziellen Inhalten und Wissen geht, mit dem die SchülerInnen in der Mehrheit wahrscheinlich noch nie in Berührung gekommen sind, zielt der Kurs auf allgemeinen Erkenntnisgewinn und einen *Aha-Moment* ab. Die Lerneinheit soll als Einstieg in das Thema Künstliche Intelligenz dienen können und dabei das notwendige Grundlagenwissen vermitteln.

Begleitet werden soll die Lerneinheit durch sinnvolle Interaktionen, welche die Teilnahme am Kurs interessanter machen und gleichzeitig relevante Kursinhalte abfragen. Darüber hinaus soll in besonderer Form auf eine sinnvolle und zielgruppengerechte Präsentationsform der Kursinhalte geachtet werden, wie sie bereits theoretisch aufgearbeitet wurde (siehe 2.5). Konkrete Designentscheidungen werden im Folgenden anhand der finalen Kursunterlagen und -inhalte dargelegt und begründet.

Die vorab angedachte Zielgruppe des Kurses wurde auf SchülerInnen im Alter von etwa 13 bis 16 Jahren festgelegt.

### 3.2 Storytelling

Eines der grundlegendsten Elemente sollte das Storytelling darstellen, bei dem die Lehrinhalte mittels einer Geschichte miteinander verbunden sind. Hierbei war unter anderem zwischen den Empfehlungen des Prinzips der Kohärenz (siehe 2.5.3.1) sowie dem Mikrolernen (siehe 2.5.1.2) abzuwägen. Schließlich wurde sich für tendenziell etwas größere (Lern-) Untereinheiten entschieden, als es beispielsweise in den vergleichbaren Kursen der *RockStartIT*-Initiative tendenziell der Fall ist, um das Element des Storytellings sinnvoll

einsetzen zu können. Trotzdem wurden gemäß dem Prinzip der Segmentierung darauf geachtet die tatsächlichen Kursinhalte visuell aufzulockern.

Aus ähnlichen Gründen wurden die Vorgaben des Kohärenzprinzips aufgeweicht. Hier ist insbesondere zwischen gesteigerten Merkfähigkeiten von (Kurs-)Inhalten durch die Kombination mit einer (einfachen) Geschichte und dem Risiko der Ablenkung und einer potenziell höheren kognitiven Last durch (visuelle) Elemente des Storytellings, abzuwägen. Aufgrund der ursprünglich angedachten und relativen jungen Zielgruppe von etwa 13- bis 16-Jährigen wurde sich auch in dieser Hinsicht für ein erweitertes Storytelling entscheiden. Storytelling lässt sich zwar generell auch ohne visuelle Komponenten — und gegebenenfalls in noch subtilerer Form wie in der finalen Umsetzung — in die Kursinhalte einarbeiten, aber auch ein erhöhter Anspruch an die Fantasie der Kursteilnehmenden hinsichtlich der Geschichte könnte zu einer erhöhten kognitiven Last führen und von den Kursinhalten ablenken. Daher wurde die Geschichte einfach und eindimensional gehalten und um visuell ansprechende Bilder ergänzt. Nicht zuletzt ist der Mensch ein visuelles Wesen und gerade die angedachte Zielgruppe regelmäßig einer Vielzahl (visueller) Reize ausgesetzt — und damit an diese bereits gewöhnt. Darüber hinaus lassen sich digitale Lerninhalte für SchülerInnen leicht mit anderen (freizeitlichen) digitalen Aktivitäten vergleichen, womit ihre generelle Akzeptanz im Zweifelsfall auch von der auch visuellen Attraktivität abhängig gemacht wird.

### 3.2.1.1 Story und Inhalte

Die Geschichte ist oberflächlich gehalten und soll sich um die Kursinhalte legen und diese chronologisch miteinander verbinden. Aus diesem Grund wurde die Geschichte auch im Nachhinein über die Lerninhalte gelegt — unter keinen Umständen sollten sich die Lerninhalte in irgendeiner Form nach einer im Vorhinein festgelegten Geschichte richten müssen.

Die Geschichte beginnt bereits auf der ersten Seite mit Vorstellung der Prämisse. Die Protagonistin *Lilli* wohnt, zusammen mit ihren Freunden, auf einer Insel irgendwo auf dem Ozean — sie wollen zusammen eine Band gründen. Dabei stößt *Lilli* als Band-Leaderin und Frontsängerin auf das Problem, dass keiner der Freunde oder der anderen Inselbewohner das Klavier beherrscht. An dieser Stelle äußert *Lilli* die Bemerkung, dass sie durch ihre Freundin, die an der Universität arbeitet, schon einiges über Künstliche Intelligenz gehört habe und dass es eventuell möglich sein könnte, einer KI das Klavierspielen beibringen zu können. Auf *Lillis*

Weg zur Umsetzung einer *Klavier-KI* besucht sie verschiedene Stationen, die jeweils ein Puzzlestück hin zur Umsetzung darstellen:

### 1. **Zuhause**

Lilli beginnt ihren Weg von ihrem Zuhause aus. Dort beginnt sie mit einer Internetrecherche, während der sie erfährt, für was KI schon heute im Bereich der Musik eingesetzt wird.

### 2. **Museum I und II**

Lilli macht sich auf den Weg zum örtlichen Museum, in der es eine neue Ausstellung zum Thema *Künstliche Intelligenz und Musik* zu sehen gibt. Hier werden Einblicke in allgemeine geschichtliche Ereignisse im Zusammenhang mit KI und Musik gegeben und verschiedene Entwicklungen anhand von Hörbeispielen aufgezeigt.

### 3. **Musikschule**

Lillis Weg führt sie über die lokale Musikschule, hier werden elementare Grundlagen der Musik aufgegriffen, welche die *Klavier-KI* unbedingt beherrschen oder beachten sollte.

### 4. **Universität I und II**

Um mehr über KI und ihre Funktionsweise zu lernen besucht Lilli eine Vorlesung zu dem Thema an der örtlichen Universität.

### 5. **Universität III**

Nach dem Lilli mehr über die Grundlagen von KI erfahren hat, trifft sie in der Universität zufällig auf ihre bereits angesprochene Freundin. Diese gibt ihre Einblicke in ein echtes Programmierprojekt. Im Rahmen dessen wird den TeilnehmerInnen die Möglichkeit gegeben eine KI innerhalb einer vorbereiteten cloud-basierten Programmierumgebung zu trainieren (siehe 3.3.1.5.1).

### 6. **Strand**

Lilli hat es geschafft eine erste Version ihrer *Klavier-KI* zu erstellen. Der Kurs endet am Strand wo Lilli noch einmal über das Thema KI und dessen Einfluss auf zukünftige künstlerische Arbeit reflektiert wird.

Auf die jeweiligen Lerninhalte soll später noch einmal eingegangen werden. Im Rahmen des Kurses werden die verschiedenen Örtlichkeiten durch entsprechendes grafisches Material unterstrichen, um sich noch leichter mit dem geschichtlichen Verlauf und den

Orten auseinandersetzen zu können und die Geschichte lebendiger und glaubwürdiger wirken zu lassen:



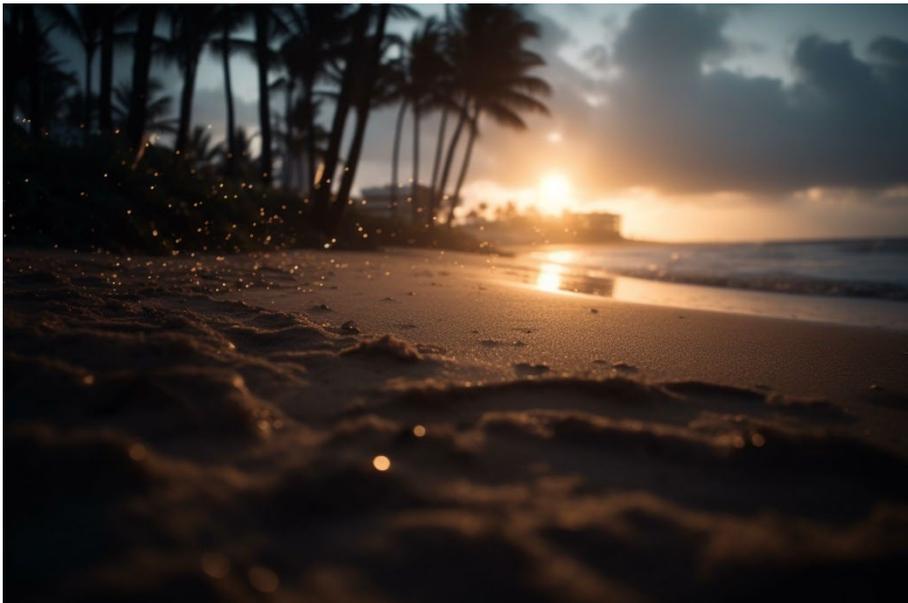
*Abbildung 2 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Museum"*



*Abbildung 3 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Musikschule"*



*Abbildung 4 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Universität"*



*Abbildung 5 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Strand"*

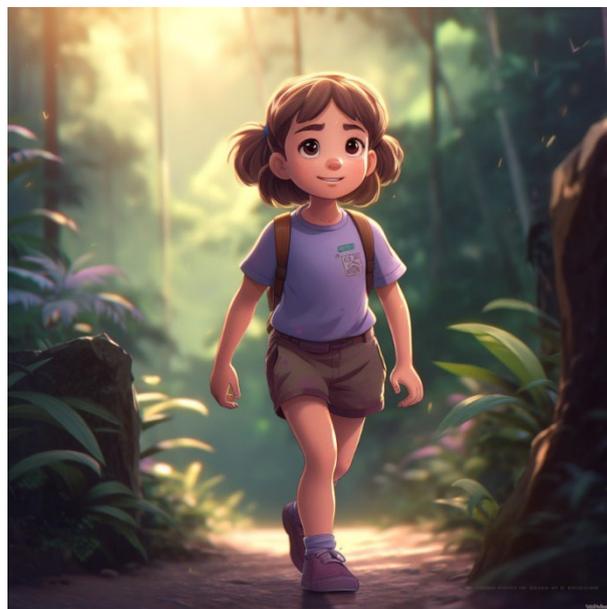
Alle Grafiken in Bezug auf das Storytelling wurden mittels *Midjourney* ([www.midjourney.com](http://www.midjourney.com)) erstellt. Hierbei handelt es sich um eine Künstliche Intelligenz, die mithilfe beschreibender Texte verschiedene (lizenzfreie) Bilder generieren kann.

### 3.2.2 Pädagogischer Lernagenten

Als Ergänzung zur eingesetzten Komponente des Storytellings wurde — nicht zuletzt auch gemäß dem Prinzip der Personalisierung — ein Protagonist, beziehungsweise ein

pädagogischer Lernagent erdacht und zum Leben erweckt. Dabei fiel die Wahl bewusst auf eine weibliche Rolle, da die Informatik, aber auch der Teilbereich Künstliche Intelligenz nach wie vor ein gewisses *Gender Gap* aufweist. Somit sollten nicht zuletzt auch gerade weibliche Teilnehmerinnen explizit angesprochen werden.

Um die Geschichte und ihre verschiedenen Komponenten nicht zu sehr in den Vordergrund zu stellen, geht der pädagogische Lernagent nur am Rande auf die Lerninhalte ein und kommentiert diese lediglich vereinzelt. Die Rolle des pädagogischen Lernagenten beschränkt sich in der finalen Kursumsetzung vor allem darauf die Geschichte zu tragen und die TeilnehmerInnen durch die einzelnen Abschnitte zu führen. Diese Entscheidung fiel nicht zuletzt auch im Zusammenhang mit dem Prinzip der Kontiguität, bei dem zusammengehörige Informationen auch zusammen präsentiert werden sollten und ein pädagogischen Lernagent, der sich direkt auf inhaltliche Aspekte bezieht, dadurch weitaus präsenter gewesen wäre. Dies kann nach dem Prinzip der Personalisierung sinnvoll sein, hätte die Bedeutung des Storytellings aber ebenfalls in den Vordergrund gerückt, worauf in diesem konkreten Fall verzichtet wurde.



*Abbildung 6 Die Protagonistin des E-Learning-Kurses namens Lilli.*

### 3.3 Aufbau der Untereinheiten

Mit Ausnahme der Einleitung am Anfang der Lerneinheit (siehe Abbildung 8) wurde auf einen sich gleichbleibenden Aufbau der Untereinheiten geachtet. Dabei sollte jede Untereinheit mit einem Titel beginnen, der die Untereinheit in Hinblick auf die Geschichte, beziehungsweise

das Storytelling, einführt. Anschließend sollte der pädagogische Lernagent in einer Dialogform (siehe 2.5.3.9) einen kurzen Kommentar, hinsichtlich der kommenden Inhalte der Untereinheit in Zusammenhang mit dem Storytelling, geben. Abschließend werden die kommenden Kursinhalte erneut in Form eines *narrativen Erzählers* vorgestellt, beziehungsweise ein Ausblick auf diese gegeben. Dieser allgemeine Einleitungsteil aus Einführung (Haupt- und Untertitel), einleitender Dialog und Themenvorschau wird mit einem Bildbalken oder -banner vom inhaltlichen Teil der Untereinheit getrennt. Je nach Länge des inhaltlichen Teils wird dieses visuell-trennende Element wiederholend zwischen einzelne Sinnabschnitte gesetzt, um diese aufzulockern. Abschließend gibt es erneut eine Rück- oder Vorschau im Rahmen des Storytellings oder einen zusammenfassenden Text des narrativen Erzählers.



Abbildung 7 Grundaufbau der einzelnen Kursabschnitte.

# Konzeption und Umsetzung des Kurses 37

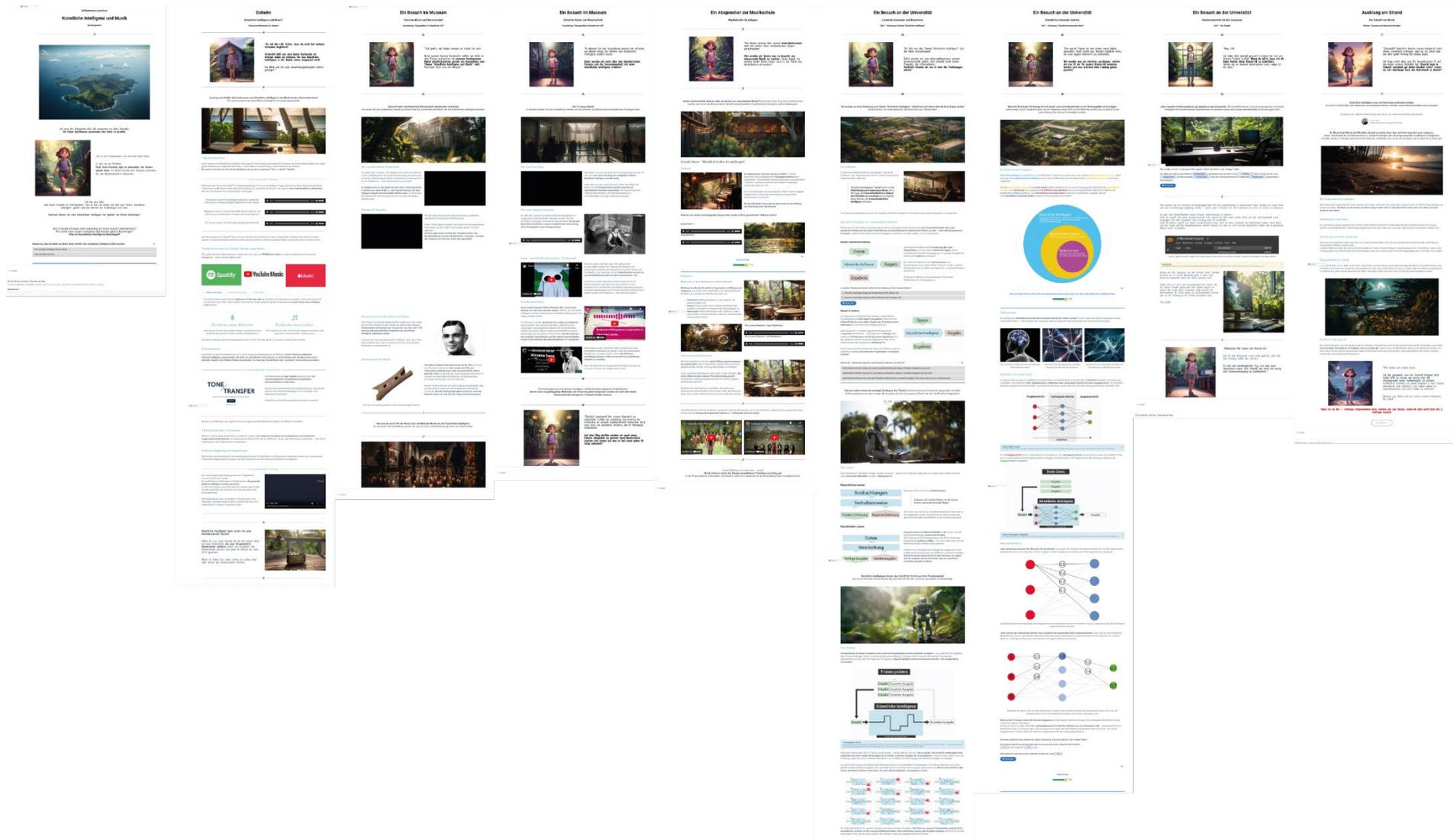


Abbildung 8 Gesamtüberblick über alle Untereinheiten in chronologischer Reihenfolge. Mit Ausnahme der ersten Untereinheit ähnelt sich der grundlegende Aufbau zwischen den Untereinheiten untereinander. Durch dieses einheitliche Design soll die kognitive Last durch die Orientierung innerhalb der Lerneinheit minimiert werden.

### 3.3.1 Themen der Untereinheiten

Im Folgenden soll zusammenfassend auf die jeweiligen Lerninhalte der verschiedenen Untereinheiten eingegangen werden.

#### 3.3.1.1 Die Einführung: Die Prämisse

Wie bereits in 3.2.1.1 angedeutet besteht der erste Teil lediglich aus der Einführung in das generelle Format, dem Aufbau der begleitenden Geschichte und der Prämisse, auf der die weiteren Kursinhalte aufbauen.

#### 3.3.1.2 Internetrecherche: Anwendungsmöglichkeiten von KI im Bereich der Musik

Im nächsten Teil werden Anwendungsbereiche und konkrete Anwendungsmöglichkeiten von KI im Bereich der Musik und Musikproduktion vorgestellt. Angesprochen werden die automatische Komposition von Musik, der Themenbereich rund um Systeme zur Liederempfehlung, die KI-gestützte Klangsintese sowie Musiktranskription und Echtzeit-Begleitung und -improvisation durch KI-Systeme. Interaktive Beispiele und Videos veranschaulichen die einzelnen Bereiche.

#### 3.3.1.3 Der Besuch im Museum: Geschichte und Meilensteine zu den Themen KI und Musik

Die folgenden zwei Untereinheiten bilden eine vielfältige Mischung aus Themen historischer und gegenwärtiger Entwicklungen rund um die Themenbereiche Musik und der KI. Zu fast jedem Punkt finden sich entsprechende Musikbeispiele.

#### 3.3.1.4 Der Besuch in der Musikschule: Musikalische Grundelemente

Das nächste Kapitel konzentriert sich auf grundlegende musikalische Elemente, wie beispielsweise Rhythmus oder (Dis-)Harmonie. Diese Einheit soll zeigen, dass Musik mehr ist als bloße Musiknoten. Es wird darüber hinaus angesprochen, dass auch für entsprechende KI-Systeme die Beachtung dieser Elemente eine gewisse Relevanz haben muss, um gute Ergebnisse zu erzielen.

#### 3.3.1.5 Das Informatikzentrum der Universität: Grundlagen von Künstlicher Intelligenz

Dieser Abschnitt erstreckt sich über drei Untereinheiten und bildet das Herzstück des Kurses. Von der Definition des Überbegriffs „Künstliche Intelligenz“ über Unterschiede zu herkömmlicher Software und den Eigenheiten des Trainings einer KI bis zu den grundlegenden Funktionsweisen künstlicher neuronaler Netze bieten diese Untereinheiten ein Querschnitt

durch das Themenfeld. Den Abschluss bildet ein (vorgegebenes) Programmierprojekt, das einen Einblick in die Arbeit im Umfeld des maschinellen Lernens gibt.

### 3.3.1.5.1 Das Programmierprojekt

Das Programmierprojekt hatte zum Ziel das oftmals recht abstrakte Wesen der Informatik im Allgemeinen und von KI im Speziellen auf möglichst realistische Weise zu veranschaulichen. Da unter der breiten Auswahl an Anwendungsmöglichkeiten von KI im Bereich der Musik die automatische Generierung, beziehungsweise Komposition, von Musik womöglich zu den spannendsten und anschaulichsten Anwendungen gehört, wurde diese nicht nur als Hauptthema der gesamten Lerneinheit gewählt, sondern sollte in einem Projekt praktisch umgesetzt werden.

Das Programmierprojekt wurde innerhalb der cloud-basierten Entwicklungsumgebung *Google Colab* über einen eingebetteten Link<sup>18</sup>, im Rahmen der entsprechenden Untereinheit, zugänglich gemacht. Es umfasst das Training eines sogenannten Transformer-Modells (siehe 2.4) mittels eines einzelnen Klavierstücks<sup>19</sup> von Johann Sebastian Bach.

Innerhalb des Projekts wird darüber hinaus die Möglichkeit gegeben, das generierte Musikstück durch verschiedene Einstellungen anzupassen. Hierbei lässt sich einerseits die Länge, aber auch der Grad der *Zufälligkeit* der vorhergesagten Noten einstellen. Das generierte Stück lässt sich anschließend abspielen.

Natürlich handelt es sich bei dem implementierten Projekt lediglich um ein Beispiel. Dennoch gibt es den KursteilnehmerInnen noch einmal einen anderen und unmittelbareren Blick auf das Themenfeld „Künstliche Intelligenz“. Zu Beginn ist beispielsweise auch der Code größtenteils ausgeblendet, dabei lässt sich nach Bedarf auf hinter die Kulissen schauen, um zu sehen, was hinter dem Training einer KI in Wirklichkeit steckt.

### 3.3.1.6 Abschluss am Strand: Reflexion

Die abschließende Einheit umfasst eine pointiert zusammengefasste Reflexion zum Themenbereich der Chancen und Möglichkeiten von KI, die sich für KünstlerInnen im Allgemeinen und MusikerInnen im Speziellen durch diese Technologie ergeben (siehe 2.4.2). Dabei wurde darauf geachtet weder zu ausschweifend noch unangenehm belehrend zu

---

<sup>18</sup> Folge diesem Link um direkt zum Programmierprojekt zu springen.

<sup>19</sup> Das Training wurde auf ein einziges Musikstück begrenzt, um die Laufzeit des Programm-Codes zu begrenzen.

argumentieren. Die getroffenen Aussagen sollen dabei möglichst neutral die potenziellen zukünftigen Auswirkungen auf künstlerischen Prozessen aufzeigen – und im besten Fall dazu anregen, sich eine eigene Meinung zu bilden.

## 4 Studie

Im Folgenden soll die Methodik der Evaluation des Kurses, mit Blick auf die Beantwortung der formulierten Forschungsfragen, beschrieben werden. Dabei soll eingangs auf die Fragebögen als Erhebungsinstrumente der Vor- und Nachbefragungen eingegangen werden, die sich in leichter Abwandlung am Rahmenwerk zur Evaluation der vorangegangenen Forschungsarbeiten (Marquardt, 2021) (Marquardt & Happe, 2023) orientieren, beziehungsweise auf diesen aufbauen. Anschließend soll die Methodik der Datenanalyse vorgestellt werden, die nahtlos an das Rahmenwerk zur Evaluation anknüpft und es dahingehend beispielhaft erweitert. Die Ergebnisse der Analyse erhobener Daten wird die Grundlage für die Beantwortung der beiden Forschungsfragen bilden, um beobachtete Effekte empirisch bewerten und einordnen zu können. Daran anschließend werden die Auswertungsergebnisse vorgestellt und bewertet.

### 4.1 Forschungsmethodik

#### 4.1.1 Erhebungsinstrumente

Als Erhebungsinstrument wurde, gemäß des zugrundeliegenden Rahmenwerk (Marquardt, 2021) (Marquardt & Happe, 2023), auf Fragebögen zurückgegriffen. Die Fragebögen kamen in Form von Vor- und Nachbefragungen in Bezug auf die Teilnahme an der erarbeiteten Lerneinheit zum Einsatz. Die letztendlichen Befragungen wurden mithilfe von *Google Forms* durchgeführt.

Beide Teile der Vor- und Nachbefragungen enthalten zu einem großen Teil jeweils identische Fragestellungen, die darauf abzielen, die Wirksamkeit der Lerneinheit zu erfassen. Dazu gehörten folgende Aussagen:

- Es macht mir Spaß, Aufgaben am Computer zu lösen.
- Es macht Spaß zu lernen, was Computer alles können.
- Informatik interessiert mich.
- Ich möchte mich in meinem Leben nicht mit Programmieren beschäftigen.
- Ich traue mir zu, in Informatik gut zu sein.
- Ich wäre daran interessiert, mehr über Informatik zu lernen, als ich für die Schule brauche.
- Berufe mit Informatik sind langweilig.

- Programmieren macht mir Spaß.
- Informatik ist eher... (ein sehr spezielles Fachgebiet/einfach überall).
- InformatikerInnen beschäftigen sich mit interessanten Themen.
- InformatikerInnen beschäftigen sich hauptsächlich mit Programmieren.
- Programmierkenntnisse können mir im täglichen Leben helfen.
- Was ich in der Informatik lerne, kann ich später gut gebrauchen.
- Ich kann mir vorstellen, später nach der Schule etwas im Bereich der Informatik zu machen.
- Informatik ist ein geeignetes Fach für Jungs und Mädchen.

Die Aussagen wurden im Kontext dieser Arbeit und dem Thema der digitalen Lerneinheit um folgende Fragen erweitert:

- Ich habe eine grobe Vorstellung davon, was Künstliche Intelligenz kann.
- Ich habe eine grobe Vorstellung wie Künstliche Intelligenz funktioniert.
- Ich denke, dass Künstliche Intelligenz in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird.

Die Aussagen sind mittels Angabe von entsprechenden Zugstimmungswerten auf einer 5-Punkte-Skala zu beantworten. Der Wert 1 steht dabei für *Stimme überhaupt nicht zu*, während der Wert 5 für *Stimme völlig zu* steht. Wertungen  $< 3$  drücken damit einen Widerspruch hinsichtlich der vorgegebenen Aussage aus, während Werte  $> 3$  eine Zustimmung signalisieren. Der Wert 3 steht dabei stellvertretend für eine neutrale Haltung gegenüber der Aussage.

Ziel der Aussagen ist es, verschiedene Aspekte wie unterschiedliche Interessenmerkmale (vergleiche (Marquardt, 2021, S. 32f.)) zu quantifizieren. Die Aussage „Informatik macht mir Spaß“ zielt beispielsweise auf das Interesse im Allgemeinen und eine emotionale Komponente (Valenz) im Speziellen ab. Dagegen haben Aussagen wie „InformatikerInnen beschäftigen sich hauptsächlich mit Programmieren“ eine eher stereotypische und wahrnehmungsbezogene Komponente (Marquardt, 2021, S. 31f.).

Weitere Fragen deckten die demographischen Merkmale und allgemeine Präferenzen der Stichprobe ab. Darüber hinaus enthielt die Nachbefragung ebenfalls Aussagen zur Erfahrung mit dem Kurs an sich:

- Die Beschäftigung mit den Themen des Kurses hat Spaß gemacht.
- Der Kurs hat meine Neugier geweckt.
- Ich würde so einen Kurs gerne noch einmal machen.
- Während des Kurses hatte ich ein Aha-Erlebnis.
- Ich würde so einen Kurs auch anderen weiterempfehlen.
- Während des Kurses verging die Zeit wie im Flug.
- Ich habe oder werde mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen, die ich im Kurs erlebt habe.
- Die Schule würde mir mehr Spaß machen, wenn wir öfters solche Dinge behandeln würden.
- Ich hatte das Gefühl, für mich selbst etwas dazugelernt zu haben.
- Ich fände es gut, wenn Themenbereiche öfter in dieser Form bearbeitet würden.

Ergänzend konnten die SchülerInnen den Kurs in seiner Gesamtheit mithilfe einer Schulnote bewerten und entsprechendes textliches Feedback zu geben:

- Hat Dir etwas an dem Kurs absolut nicht gefallen?
- Hat Dir etwas an dem Kurs besonders gut gefallen?
- Hättest Du gerne noch etwas anderes gesehen oder erfahren?
- (Sonstige Anmerkungen)

Entsprechende Details hinsichtlich der Theorie hinter den Fragebögen und den letztendlichen Designentscheidungen sind in (Marquardt, 2021) ausführlich dargelegt und wurden nicht zuletzt hinsichtlich der besseren Vergleichbarkeit mit vorangegangenen Forschungsergebnissen und entsprechenden Befragungen weitgehend übernommen.

#### 4.1.1.1 Untersuchungsobjekt

Im Zusammenhang mit den formulierten Forschungsfragen, aber auch der Konzeption des verwendeten Rahmenwerks wurde Begeisterung „[...] als die Bereitschaft verstanden, sich auch wiederholt und nachhaltig mit einem Thema zu beschäftigen“ (Marquardt, 2021, S. 23) angegeben. Die Untersuchung von Begeisterung anhand der Aussagen soll dabei die Fragen beantworten, ob (1) das Interesse der TeilnehmerInnen für die Informatik gesteigert werden konnten und diese damit gewillt sind, sich (2) auch weiterhin mit dem Thema auseinanderzusetzen. Dabei soll die Veränderung hinsichtlich Wahrnehmung und Einstellung

durch die Lerneinheit gemessen werden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass sich das Rahmenwerk ursprünglich auf die Untersuchung des Gender-Gap in der Informatik bezieht und sich die einzelnen Faktoren damit stärker an den Diskussionen hinsichtlich der Gründe des geringen Frauenanteils in der Informatik orientieren — wobei sich diese auch auf nicht-geschlechtsspezifische Fragestellungen anwenden lassen.

#### 4.1.2 Analyse

Zur Analyse der Daten, die im Rahmen der Vor- und Nachbefragungen erhoben wurden, sollen im Rahmen der Arbeit zwei statistische Tests zum Einsatz kommen. Da es sich bei den erhobenen Daten praktisch ausschließlich um (Zustimmungs-)Werte jeweils vor und nach der Teilnahme an der Lerneinheit handelt, ergibt es Sinn direkt auf diese Wertänderungen hin zu untersuchen. Dies kann klassischerweise durch sogenannte *statistische Hypothesentests* erfolgen. Diese können unter anderem prüfen, ob sich zwei Gruppen in einem Merkmal (beispielsweise einem erhobenen Zustimmungswert) *statistisch signifikant* unterscheiden. Damit soll ausgeschlossen werden, dass Wertverbesserungen oder -verschlechterungen nicht lediglich das Ergebnis üblicher, zufälliger Schwankungen sind.

Für die Evaluation wird, gemäß dem gegebenen Evaluierungsrahmen, auf den sogenannte paarweisen *t*-Test (auch *Student's t-Test*) zurückgegriffen. Hierbei handelt es sich um einen statistischen Hypothesentest, mit dem geprüft werden kann, ob der Mittelwert der Differenzen zwischen gepaarten Stichproben signifikant von null abweicht. Der paarweise *t*-Test basiert auf der Annahme, dass die Differenzen normalverteilt sind und dass die Varianzen der Differenzen konstant sind. Da mindestens für einige der Fragen zu vermuten ist, dass die Annahme der Normalverteilung hinsichtlich erhobenen Zustimmungswerte nicht haltbar sein wird, soll an dieser Stelle zusätzlich der paarweise Wilcoxon-Test (auch *Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test*) durchgeführt werden. Dieser Test wird ebenfalls zum Mittelwertvergleich herangezogen, trifft aber keine Annahmen bezüglich der zugrundeliegenden Datenverteilung. Durch die Berechnung der Signifikanz, der (Mittelwert-)Änderungen, zwischen den Ergebnissen der Vor- und Nachbefragung, soll empirisch geklärt werden, ob eine eventuelle Änderung nicht nur zufällige Schwankungen bei der

Antwortvergabe zustande gekommen ist. Das Signifikanzniveau wurde vorab auf  $\alpha = 0.05$  festgelegt<sup>20</sup>.

Wichtig zu erwähnen ist, dass beide Tests die Größe der Stichprobe unmittelbar bei ihren Berechnungen berücksichtigen. Das heißt, dass die *Anforderungen* an eine beobachtete Abweichung zwischen den Werten der Vor- und der Nachbefragung bei kleinen Stichproben höher sind, bevor diese auch tatsächlich als statistisch signifikant bewertet werden. Bei kleinen Stichproben besteht ein erhöhtes Risiko für zufällige Abweichungen (oder auch Messfehler), die zu scheinbaren Unterschieden führen könnten. Wie bereits erwähnt werden die *paarweisen* Varianten der beiden Tests verwendet, die außerdem berücksichtigen, dass es eine gewisse Abhängigkeit zwischen den Daten der Vor- und Nachbefragung gibt, da es sich jeweils um dieselbe Stichprobe, beziehungsweise SchülerInnen, handelt.

#### 4.1.2.1 Stichprobe

Die Studie zur Evaluierung des Kurses wurde am 04.07.2023 mit den SchülerInnen der 11. und 12. Klasse eines beruflichen Gymnasiums in Karlsruhe durchgeführt. Die Ergebnisse umfassen die Daten aller Teilnehmenden, sofern sich diese an den Umfragen beteiligt haben.

Insgesamt nahmen 24 SchülerInnen an der Bearbeitung des Kurses sowie an den Umfragen teil. Zu beachten ist, dass drei TeilnehmerInnen zwar an der Vor- nicht mehr aber an der Nachbefragung teilnahmen. Zumindest für die direkten Vergleiche zwischen Vor- und Nachbefragungen scheiden diese drei TeilnehmerInnen damit aus der Ergebnisevaluierung aus, da mittels der bereits erwähnten Tests explizit die *paarweisen* Veränderungen der SchülerInnen bewertet wurden.

##### 4.1.2.1.1 Demographische Merkmale

Zu Beginn sollen einige der erfassten Merkmale der Stichprobe dargestellt werden, um diese besser einordnen zu können. Dabei werden die typischen demographischen Merkmale wie auch gewisse persönliche Präferenzen in Bezug auf das Thema dargelegt.

In Tabelle 1 sind die TeilnehmerInnen nach Geschlecht dargestellt. An der Studie haben demnach deutlich mehr Mädchen als Jungen teilgenommen.

---

<sup>20</sup> Durch die Berechnungen der genannten Hypothesentests erhaltene  $p = 0.05$  zeigen bei einem Signifikanzniveau  $\alpha = 0.05$  statistische Signifikanz an, da die Wahrscheinlichkeit für zufällige Schwankungen als eigentliche Erklärung für das Ergebnis weniger als 5 % beträgt.

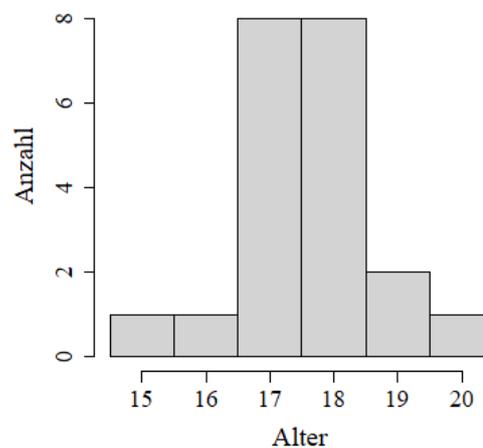
Tabelle 1 Anzahl nach Geschlecht

Geschlecht	Vorbefragung	Nachbefragung	gesamt
weiblich	17	15	32
männlich	7	6	13
gesamt	24	21	45

#### 4.1.2.1.2 Alter

In Abbildung 9 ist die Altersverteilung abgebildet, die im Rahmen der Vorbefragungen erhoben wurde. Die Mehrheit der SchülerInnen war zum Zeitpunkt der Studie zwischen 16 und 18 Jahren alt. Das Medianalter lag mit 18 Jahren etwas höher als die ursprünglich geplante Zielgruppe von etwa 13- bis 16-Jährigen. Schlussendlich wurden die Klassen nach ihrer Verfügbarkeit ausgewählt.

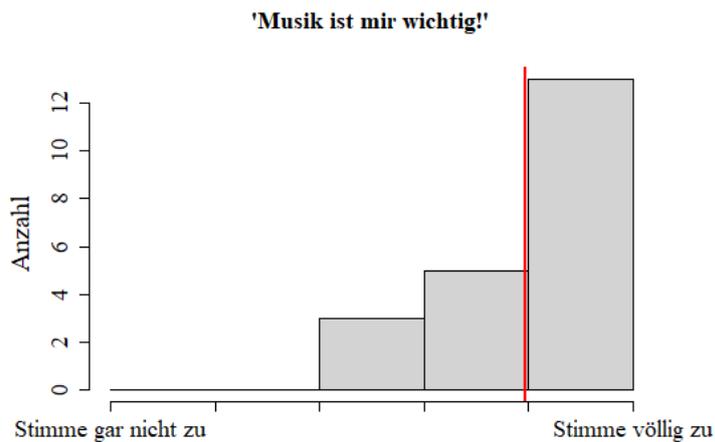
Abbildung 9 Altersverteilung der Stichprobe



#### 4.1.2.1.3 Präferenzen

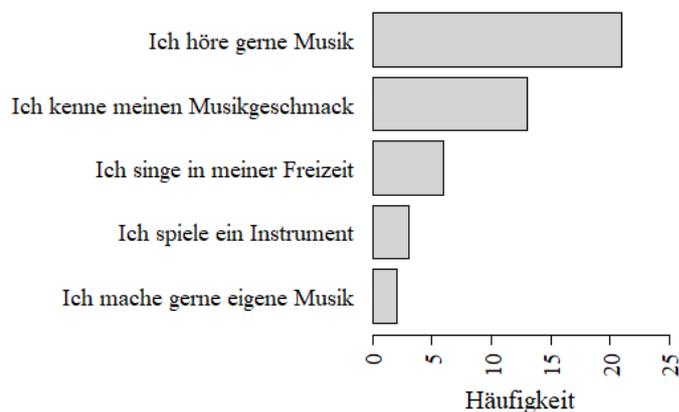
Mit Hinblick auf den Titel des umgesetzten E-Learning-Kurses wurde die Bedeutung von Musik für die einzelnen SchülerInnen ermittelt. In Abbildung 10 sind die Zustimmungswerte zur Aussage „Musik ist mir wichtig!“, die im Rahmen der Vorbefragung erhoben wurde, abgebildet. Die Mehrheit der SchülerInnen schreibt Musik demnach einen hohen Stellenwert in ihrem Leben zu.

Abbildung 10 Zustimmung zur Aussage "Musik ist mir wichtig"



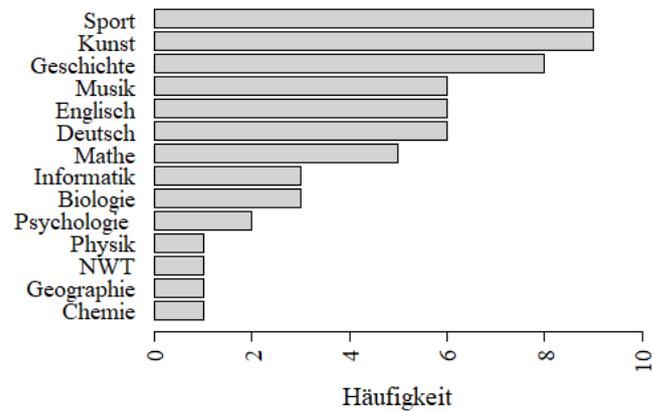
Ergänzend zur Wichtigkeit von Musik wurden auch gewisse Aktivitäten abfragt, um die Rolle von Musik im Leben der SchülerInnen besser bewerten zu können. Dabei standen den SchülerInnen Auswahlmöglichkeiten wie „Ich höre gerne Musik“ oder „Ich spiele ein Instrument“ zur Verfügung. Die Ergebnisse ergaben, dass jeder der SchülerInnen gerne Musik hört aber nur knapp ein Drittel aktiv musiziert.

Abbildung 11 Rückmeldungen zur Frage "Welche Rolle spielt Musik in deinem Leben?"



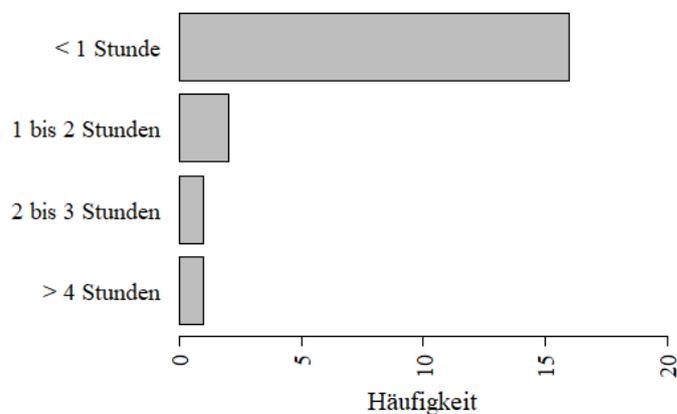
In einer weiteren Frage wurden die Lieblingsfächer der SchülerInnen abgefragt. Die Antwortmöglichkeiten erlaubten Mehrfachnennung von Lieblingsfächern.

Abbildung 12 Häufigkeiten der genannten Lieblingsfächer.



Abschließend wurde auch die durchschnittliche Anzahl an täglichen Stunden vor dem Computer abgefragt. Die große Mehrheit der SchülerInnen verbringt demnach weniger als eine Stunde vor dem Computer.

Abbildung 13 Häufigkeiten der durchschnittlichen, täglichen Stunden vor dem Computer.



Über die erfassten Präferenzen hinaus muss hinsichtlich allgemeiner Vorkenntnisse im Bereich Informatik erwähnt werden, dass zum Zeitpunkt der Studie alle SchülerInnen das Schulfach Informatik belegten.

#### 4.1.2.1.4 Hintergrund

Ursprünglich war geplant, die vorgestellten Eigenschaften oder Präferenzen der Stichprobe für die Analyse von verschiedenen abgrenzbaren Untergruppen zu nutzen. Konkret sollte eine Untergruppe von SchülerInnen identifiziert werden, die auf Grundlage obiger Rückmeldungen

entweder eine gewisse Affinität zum künstlerisch-Kreativen oder eine Affinität zum Thema Musik erahnen lassen sollten. Damit hätten die Effekte der Lerneinheit exemplarisch auch an einer entsprechenden Untergruppe untersucht werden können. Die Probleme hinsichtlich dessen sind, neben weiteren Limitationen der Studie, ausführlich in 4.2.2 und 4.3 beschrieben und offenbaren ein Phänomen, das als *Gender Gap* beschrieben wird und bezeichnenderweise im Mittelpunkt der bereits genannten Forschungsarbeiten in (Marquardt, 2021) (Marquardt & Happe, 2023) stand.

#### 4.1.2.2 Datenbereinigung und Korrektur

Insgesamt gab es im Rahmen der Vorbefragung 24 Rückmeldungen und im Rahmen der Nachbefragung 21 Rückmeldungen. Zur Auswertung von Fragestellungen, die ausschließlich auf einem der beiden Befragungsteile basierten, wurde bezüglich der Diskrepanz an Rückmeldungen keine Korrektur hin zu einer paarweisen Struktur vorgenommen. Somit wurden teilweise auch Rückmeldungen miteinbezogen, die sich an der späteren Nachbefragung nicht mehr beteiligt hatten.

Für die Untersuchung von Veränderungen von Zustimmungswerten zwischen den Vor- und Nachbefragungen wurden die Rückmeldungen auf paarweise vorliegende Antworten begrenzt, um die Ergebnisse jeweils auf dieselbe Stichprobe zu begrenzen.

Eine Maßnahme zur Datenkorrektur musste vorgenommen werden, da jeweils zwei SchülerInnen denselben (Beispiel-)Code zur Verknüpfung ihrer Rückmeldungen angegeben hatten. Die Rückmeldungen konnten, aufgrund der recht starken Unterschiede in den Rückmeldungen an sich und den Ähnlichkeiten zwischen Ergebnissen der Vor- und Nachbefragung, eindeutig manuell zugeordnet werden. Die Maßnahme wurde durchgeführt, um die ohnehin begrenzte Stichprobe nicht weiter auszudünnen.

Darüber hinaus gab es, im Rahmen der Nachbefragung, jeweils einmal keine Antwort bezüglich der Zustimmungen zu den Aussagen „Während des Kurses verging die Zeit wie im Flug“ und „Ich möchte mich in meinem Leben nicht mit Programmieren beschäftigen“, womit diese Fragen als einzige nur von 20 SchülerInnen beantwortet wurde.

## 4.2 Ergebnisse

Im Folgenden sollen die Daten graphisch aufbereitet und anhand der geschilderten Methodik analysiert werden, um abschließend die Forschungsfragen beantworten zu können. Zum

Schluss werden die Limitationen der Studie und aller abgeleiteter Schlussfolgerung beschrieben und begründet.

#### 4.2.1 Wirksamkeit der Lerneinheit

In diesem Abschnitt soll die Wirksamkeit der Lerneinheit, ausgehend von den Vergleichen zwischen Vor- und Nachbefragung und mittels der vorgestellten Tests, evaluiert werden. Im ersten Teil werden die Fragen hinsichtlich des Fachgebiets Informatik an sich im Mittelpunkt stehen. Anschließend werden die Antworten auf die spezifischeren Fragen bezüglich des Themas Künstliche Intelligenz untersucht.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt. Dabei wird jeweils (1) die Aussage selbst, (2) der Mittelwert der Ergebnisse aus der Vorbefragung, sowie (3) der Nachbefragung angegeben. Weiter wird (4) die Differenz zwischen den Zustimmungswerten aus der Vor- und Nachbefragung angegeben und dieser jeweils mithilfe (5) *des paarweisen T-Tests* sowie (6) *des paarweisen Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test* auf seine statistische Signifikanz hin untersucht.

Wie erwähnt deuten  $p < 0.05$  auf eine statistische Signifikanz hin — eindeutig signifikante Änderungen werden durch gräuliche Einfärbung hervorgehoben. Bei der Bewertung nach eindeutiger statistischer Signifikanz werden die Ergebnisse beider Tests betrachtet.

Tabelle 2 Statistische Untersuchung der Zustimmungswerte zum Themenbereich "Informatik".

	Ø Vorbefragung	Ø Nachbefragung	Differenz	p-Wert Student's t-Test	p-Wert Wilcoxon-Test
„Es macht mir Spaß, Aufgaben am Computer zu lösen“	2,57	3,29	+0,72	0,0027	0,0057
„Es macht mir Spaß zu lernen, was Computer alles können“	2,81	3,48	+0,67	0,0123	0,0166
„Informatik interessiert mich“	2,48	2,90	+0,42	0,0706	0,0804
„Ich traue mir zu, gut in Informatik zu sein“	2,76	3,00	+0,24	0,3086	0,3586
„Ich wäre daran interessiert, mehr über Informatik zu lernen, als ich für die Schule brauche“	2,14	2,76	+0,62	0,0021	0,0057
„Programmieren macht mir Spaß“	2,33	2,67	+0,34	0,0494	0,0593
„InformatikerInnen beschäftigen sich mit interessanten Themen“	3,05	3,52	+0,47	0,0086	0,0150
„InformatikerInnen beschäftigen sich hauptsächlich mit Programmieren“	2,76	2,71	-0,05	0,6657	0,7656
„Programmierkenntnisse können mir im täglichen Leben helfen“	3,05	3,33	+0,28	0,1623	0,1658
„Was ich in der Informatik lerne, kann ich später gut gebrauchen“	3,33	3,48	+0,15	0,4521	0,4579
„Ich kann mir vorstellen später etwas im Bereich der Informatik zu machen“	1,43	1,90	+0,47	0,0143	0,0179
„Informatik eher ...“	2,81	3,29	+0,48	0,0212	0,2473
„Informatik ist ein geeignetes Fach für Jungen und Mädchen“	4,43	4,52	+0,09	0,5402	0,5877
„Ich möchte mich in meinem Leben nicht mit Programmieren beschäftigen“	4,05	3,40	-0,65	0,0689	0,0776
„Berufe mit Informatik sind langweilig“	3,29	2,86	-0,43	0,0250	0,0317

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den Vor- und Nachbefragungen aufgeführt. Vorab ist anzumerken, dass sich die durchschnittlichen Änderungen der Zustimmungswerte aller Fragen sich, mit der Bearbeitung des Kurses, ausnahmslos positiv verändert haben. Hierbei ist zu beachten, dass die Fragen „Ich möchte mich in meinem Leben nicht mit Programmieren beschäftigen“ und „Berufe mit Informatik sind langweilig“ negativ formuliert sind, sodass in diesen beiden Fällen eine Abnahme der Zustimmungswerte als positiv gewertet werden kann.

Unter Einbezug beider statistischer Tests ergeben sich statistisch signifikante Änderungen der Zustimmungswerte bei den Fragen „Es macht mir Spaß, Aufgaben am Computer zu lösen“, „Es macht Spaß zu lernen, was Computer alles können“, „Ich wäre daran interessiert, mehr über Informatik zu lernen, als ich für die Schule brauche“, „InformatikerInnen beschäftigen sich mit interessanten Themen“, „Ich kann mir vorstellen, später nach der Schule etwas im Bereich der Informatik zu machen“, „Informatik ist eher ...“ und „Berufe mit Informatik sind langweilig“. Bei den restlichen Aussagen reichen die beobachteten Änderungen nicht aus, um mit größerer Sicherheit  $\alpha = 0.05$  sagen zu können, dass es einen statistisch signifikanten Effekt auf die Änderungen der mittleren Zustimmungswerte in eine Richtung gab.

Es lässt sich also vermerken, dass der Kurs die Meinungen der Schüler hinsichtlich sieben der insgesamt 15 Aussagen zum Thema „Informatik“ statistisch signifikant beeinflussen konnte. Während die direkte Meinung zur Informatik oder dem Programmieren („Informatik interessiert mich nicht“, „Ich traue mir zu, in Informatik gut zu sein“ und „Programmieren macht mir Spaß“) weitestgehend unverändert blieben, hat sich vor allem der Blick auf das Berufsfeld an sich gewandelt („Informatiker beschäftigen sich mit interessanten Themen“, „Berufe mit Informatik sind langweilig“, „Informatik ist eher ...“). Der Kurs konnte also nicht maßgeblich dazu beitragen, dass sich die SchülerInnen mehr für das Fach Informatik an sich erwärmen können. Trotzdem scheint es, als konnte der Kurs eine gewisse „Aufklärungsarbeit“ leisten, in dem ein Fach oder Berufsfeld in einem neuen Licht präsentiert und Seiten beleuchtet wurden, die bisher nicht wahrgenommen werden konnten. Dies lässt sich gegebenenfalls auf den interdisziplinären Ansatz zurückführen. Auch hinsichtlich der praktischeren Aussagen „Ich wäre daran interessiert, mehr über Informatik zu lernen, als ich für die Schule brauche“ und „Ich kann mir vorstellen, später nach der Schule etwas im Bereich der Informatik zu machen“ scheint der veränderte Blick auf die Informatik zu wirken und damit auch ein gestiegenes Interesse zu zeigen.

Abschließend sind in Tabelle 3 die Ergebnisse der Vor- und Nachbefragungen dargestellt, die primär auf den Teilbereich „Künstliche Intelligenz“ abzielten. Auch hier lassen sich durchweg positive Veränderungen in den durchschnittlichen Zustimmungswerten beobachten. Statistisch signifikant sind hier die Änderungen bezüglich der Aussage „Ich habe eine grobe Vorstellung, wie künstliche Intelligenz funktioniert“. Es scheint also ein gewisses Maß an Wissenstransfer gegeben zu haben. Für abschließende Schlussfolgerungen müssten die Selbsteinschätzung durch objektive Methoden wie einem Test überprüft werden — trotzdem scheint es vielfach einen gewissen *Aha-Effekt* gegeben zu haben.

Die Meinungen zu den anderen beiden Aussagen hat sich nicht maßgeblich verändert, wobei die im Vorfeld bereits deutlich höheren Zustimmungswerte von  $> 4$  zu beachten sind, die weniger Spielraum für Veränderungen lassen. Es scheint also, dass SchülerInnen sich mit der generellen Thematik rund um „Künstliche Intelligenz“ bereits beschäftigt haben und dadurch grobe Vorstellungen von Einsatzmöglichkeiten im Alltag und der generellen Tragweite der Bedeutung dieser Technologie haben. Mit gewissen Vorbehalten lässt sich also schlussfolgern, dass die generelle Kenntnis um das entsprechende theoretische Grundgerüst oder (Einstiegs-) Wissen ergänzt wurden.

Mit Blick auf beide Teilbereiche — Informatik und Künstliche Intelligenz — lässt sich ein äußerst positives Zwischenfazit ziehen, das später noch einmal aufgegriffen werden sollen. Jegliche beobachtete Veränderungen bezogen auf die Gesamtheit der Stichprobe fallen positiv und hinsichtlich acht der insgesamt 18 Aussagen sogar signifikant positiv aus. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass digitale Lerneinheiten ganz grundsätzlich in der Lage sind, ein (interdisziplinäres) Thema am Schnittpunkt zwischen Wissenschaft und Kunst in einer Art aufzuarbeiten, die Interesse weckt, neue Blickwinkel und Betrachtungsweisen eröffnet und auch einen gewissen Bildungsauftrag erfüllen kann. Damit lassen sich beide Forschungsfragen, im Rahmen dieser Arbeit, nicht nur positiv beantworten, sondern mittels der Ergebnisse aus der statistischen Analyse auch differenziert betrachten.

Tabelle 3 Statistische Untersuchung der Zustimmungswerte zum Themenbereich "Künstliche Intelligenz".

	Ø Vorbefragung	Ø Nachbefragung	Differenz	p-Wert Student's t-Test	p-Wert Wilcoxon-Test
„Ich denke, dass künstliche Intelligenz in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird“	4,57	4,67	+0,10	0,4930	0,5716
„Ich habe eine grobe Vorstellung davon, was künstliche Intelligenz kann“	4,00	4,24	+0,24	0,1710	0,1875
„Ich habe eine grobe Vorstellung, wie künstliche Intelligenz funktioniert“	2,95	3,90	+0,95	0,0028	0,0053

Mit Blick auf das Rahmenwerk der Evaluation sind die signifikanten Änderungen im Teilbereich Informatik hinsichtlich der entsprechenden abgefragten Aspekte (*Komponenten*) (Marquardt, 2021) mengenmäßig in Tabelle 4 zusammengefasst. Die signifikanten Änderungen sind demnach in allen Aspekten aufgetreten, wobei vor allem die *wertbezogene Valenz* als Merkmal persönlicher Bedeutsamkeit eines thematischen Gegenstandes, beziehungsweise der hohen subjektiven Bedeutung, profitiert hat. Dabei ist aber immer auch der Ausgangswert der Befragung sowie der letztendliche Zustimmungswert als Antwort auf die Aussagen nach der Kursteilnahme zu beachten, um etwaige Aussagen zu kontextualisieren.

*Tabelle 4 Angesprochene Komponenten nach dem zugrundeliegenden Rahmenwerk für die Evaluation.*

Komponente	Anzahl
Interesse (Emotionale Valenz)	1
Interesse (Wertbezogene Valenz)	3
Interesse (Epistemische Valenz)	2
Wahrnehmung	2

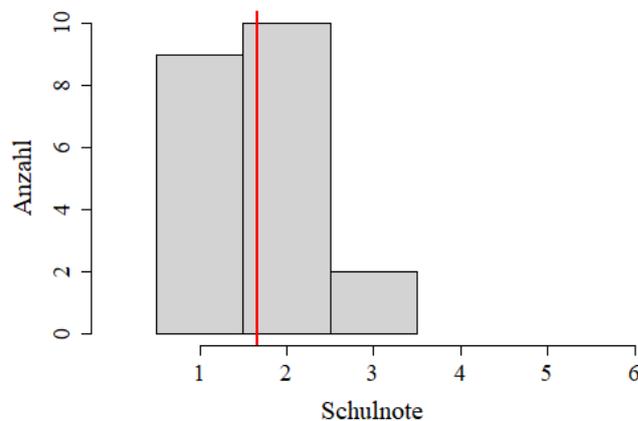
#### 4.2.2 Bewertung der Lerneinheit

Grundlegend wichtig für die Einordnung der Ergebnisse aus Analyse und Evaluierung der den Vor- und Nachbefragungen ist die generelle Bewertung und die jeweiligen Erfahrungen der SchülerInnen in Hinblick auf den Kurs, beziehungsweise dessen Inhalten und äußerer Form. Die Bewertung wurde dabei hinsichtlich unterschiedlicher Gesichtspunkte und Betrachtungsweisen in der Nachbefragung eruiert.

##### 4.2.2.1 Kursbewertung

Die allgemeine Frage nach der Vergabe einer Schulnote für den Kurs wurde den Selbsteinschätzungen vorangestellt. Demnach hat der Kurs den SchülerInnen praktisch ausnahmslos „gut“ gefallen. Der Kurs erhält damit eine schulische Durchschnittsnote von einer 2+.

Abbildung 14 Vergebene Schulnoten hinsichtlich des Kurses in seiner Gesamtheit.



#### 4.2.2.2 Weitere Aspekte

Mit den weiteren Selbsteinschätzungen sollten, zusätzlich zur gesamtheitlichen Bewertung des Kurses, verschiedene Aspekte bezogen beleuchtet werden. Die höchsten Zustimmungswerte (1-5) erhielten die Aussagen (1) „Die Schule würde mir mehr Spaß machen, wenn wir öfters solche Dinge behandeln würden“ ( $\emptyset 4,43$ ), (2) „Ich fände es gut, wenn Themenbereiche öfter in dieser Form bearbeitet würden“ ( $\emptyset 4,38$ ) und (3) „Die Beschäftigung mit den Themen des Kurses hat mir Spaß gemacht“ ( $\emptyset 4,33$ ). Weiterhin positiv bewertet wurden ebenfalls die Aussagen (4) „Ich hatte das Gefühl, für mich selbst etwas dazugelernt zu haben“ ( $\emptyset 4,24$ ), (5) „Ich würde so einen Kurs auch anderen weiterempfehlen“ ( $\emptyset 4,19$ ) und (6) „Während des Kurses hatte ich ein Aha-Erlebnis“ ( $\emptyset 4,05$ ). Etwas gemischer fielen die Positionen hinsichtlich der Aussagen (7) „Während des Kurses verging die Zeit wie im Flug“ ( $\emptyset 3,90$ ), (8) „Der Kurs hat meine Neugier geweckt“ ( $\emptyset 3,71$ ) und (9) „Ich würde so einen Kurs gerne noch einmal machen“ ( $\emptyset 3,62$ ) aus. Weder tendenzielle Zustimmung noch Ablehnung erfuhr die Aussage (10) „Ich habe oder werde mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen, die ich im Kurs erlebt habe“ ( $\emptyset 3,24$ ).

Abbildung 15 Zustimmung zur Aussage "Die Beschäftigung mit den Themen des Kurses hat Spaß gemacht".

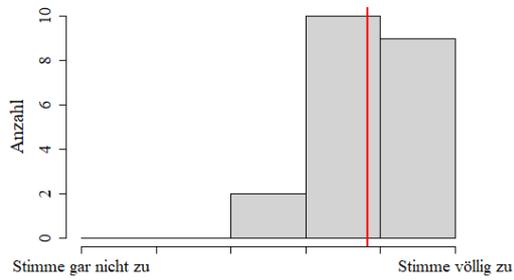


Abbildung 16 Zustimmung zur Aussage "Der Kurs hat meine Neugier geweckt".

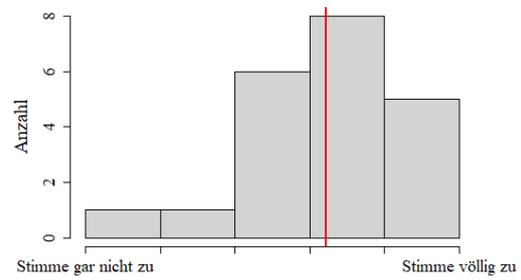


Abbildung 17 Zustimmung zur Aussage "Ich würde so einen Kurs gerne noch einmal machen".

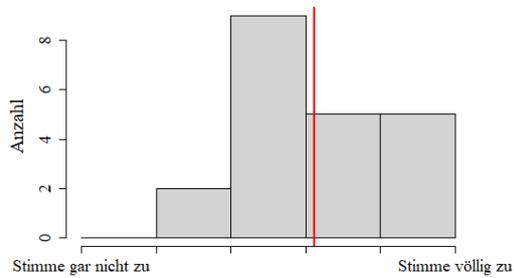


Abbildung 18 Zustimmung zur Aussage "Während des Kurses hatte ich ein Aha-Erlebnis".

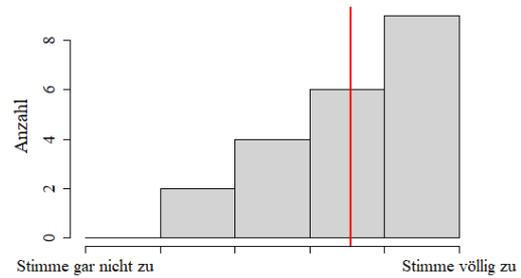


Abbildung 19 Zustimmung zur Aussage "Ich würde so einen Kurs auch anderen weiterempfehlen".

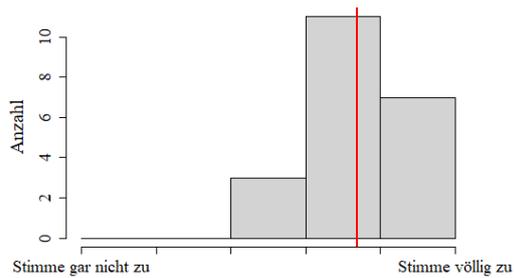


Abbildung 20 Zustimmung zur Aussage "Während des Kurses verging die Zeit wie im Flug".

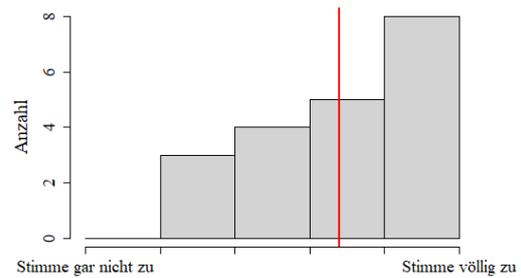


Abbildung 21 Zustimmung zur Aussage "Ich habe oder werde mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen, die ich im Kurs erlebt habe".

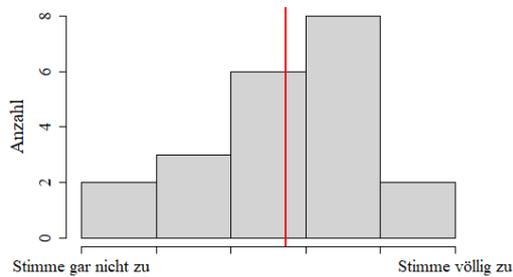


Abbildung 22 Zustimmung zur Aussage "Die Schule würde mir mehr Spaß machen, wenn wir öfters solche Dinge behandeln würden".

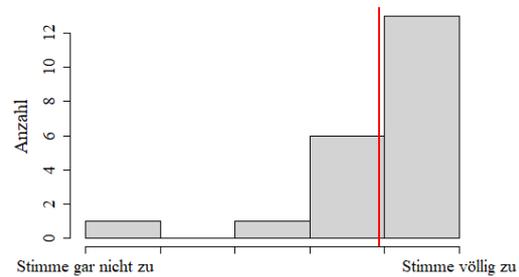


Abbildung 23 Zustimmung zur Aussage "Ich hatte das Gefühl, für mich selbst etwas dazugelernt zu haben".

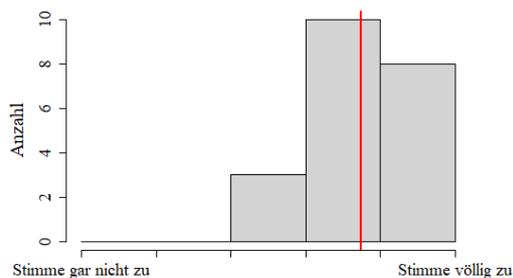
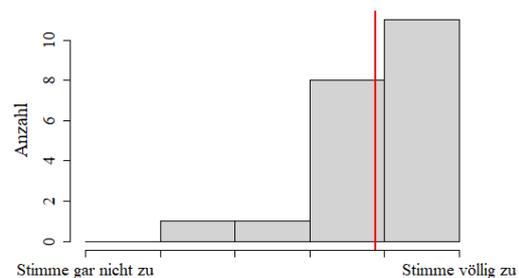


Abbildung 24 Zustimmung zur Aussage "Ich fände es gut, wenn Themenbereiche öfter in dieser Form bearbeitet würden".



Die Rückmeldungen zeichnen damit praktisch ein durchgehend positives Bild hinsichtlich der Kursbearbeitung und bestätigen damit weitestgehend das Bild, das sich aus der Analyse der Vor- und Nachbefragungen ergeben hat. Klar hervorgehoben wurden die Form der Wissensvermittlung als eigenständige Bearbeitung eines E-Learning-Kurses, sowie der behandelte Themenkomplex. Weiterhin scheint es, aus subjektiver Sicht wahrgenommene, Lernfortschritte gegeben zu haben. Lediglich der thematische Austausch, über die Dauer der Kursbearbeitung hinaus, scheint nur für etwa die Hälfte der SchülerInnen infrage zu kommen. Erhöhte Zustimmungswerte wären an dieser Stelle zwar wünschenswert, würde den SchülerInnen aber ein Höchstmaß an Beteiligung über den Schulunterricht hinaus abverlangen, welches man wahrscheinlich in den wenigsten Fällen im Rahmen schulischer Aktivitäten erwarten kann. Dennoch sollte natürlich aber auch diese Art der (aus-)gelebten Begeisterung Ziel einer jeden Lerneinheit sein.

#### 4.2.2.2.1 Das kam gut an

Im Rahmen der individuellen Rückmeldung, über frei editierbare Textfelder, wurden insbesondere die Musikbeispiele von insgesamt acht SchülerInnen positiv hervorgehoben. Ebenfalls positiv erwähnt wurden auch die Möglichkeiten zur Interaktion, beispielsweise im Rahmen der interaktiven Fragen. Dieser Aspekt wurde von insgesamt fünf SchülerInnen erwähnt. Daneben wurde auch das Storytelling (2×) und das Thema (1×) explizit angesprochen.

Sofern man die Musikausschnitte ebenfalls als Teil der gesamten Kursinteraktivität ansieht, zeigt sich klar, dass die Möglichkeit zur Interaktion im Rahmen der Lerneinheit erwähnenswerte Aspekte für die SchülerInnen ist. In diesem Zusammenhang zeigt sich hier somit auch einer der größten Vorteile von E-Learning-Kursen.

#### 4.2.2.2.2 Das kam nicht gut an

Als Antwort auf die Frage, was den SchülerInnen absolut nicht gefallen hat, wurde von zwei SchülerInnen angegeben, dass die Texte zu lang (1×), beziehungsweise der Kurs an sich „etwas [zu] langatmig“ sei (1×). Mit zwei Rückmeldungen dieser Art scheinen die Textlängen und der Kursumfang keine generellen Kritikpunkte darzustellen. Trotzdem könnten sie ein Indiz dafür sein, dass die Zielgruppe *Schüler* gegebenenfalls sensibel gegenüber Texten oder zu langen Lerneinheiten ist. Dies gilt es bei der Erstellung eines E-Learning-Kurses ohnehin unbedingt zu beachten, da E-Learning-Kurse allgemein eher von ihrer Knappheit und Prägnanz leben und keine geeigneten Formate für ausschweifende textliche Erklärungen sind. Die Rückmeldungen unterstreichen damit auch die Notwendigkeit der Reduktion auf das Wesentlichste.

### 4.2.3 Wirksamkeit der Lerneinheit: Subgruppenanalyse

Um zwischen den Ergebnissen aus Vor- und Nachbefragungen noch stärker differenzieren zu können, war ursprünglich geplant, durch verschiedene Fragestellungen unterschiedliche Eigenschaften wie Vorkenntnisse oder persönliche Präferenzen zu ermitteln. Beispielsweise eine gewisse Affinität zur künstlerisch-kreativen Arbeit oder konkreter einer allgemeinen Affinität zum Thema Musik unter den einzelnen SchülerInnen — gerade auch vor dem Hintergrund des Kursthemas und dem generellen Bezug zur Kulturvermittlung.

Im Weiteren sollten diese Eigenschaften dann dazu dienen, entsprechende Untergruppen unter den SchülerInnen zu identifizieren und damit die Effekte der Kursteilnahme noch detaillierter bewerten zu können. Mithilfe der Untergruppen sollte beispielsweise die Frage

geklärt werden, ob SchülerInnen mit einer Vorliebe für Musik sich über- oder unterdurchschnittlich stark vom gewählten interdisziplinären Ansatz in Verbindung mit einem musikalischen Thema angesprochen fühlen.

Für die Einordnung in die Untergruppen wurde konkret auf die Rückmeldungen zu (1) der Frage nach der Wichtigkeit von Musik im Leben der SchülerInnen, (2) der Frage nach der Rolle von Musik im Leben der SchülerInnen und (3) der Frage nach dem Lieblingsschulfach, beziehungsweise den Lieblingsschulfächern, aufgebaut. Die SchülerInnen wurden der *künstlerisch-kreativen* Untergruppe zugeordnet, wenn alle drei der nachfolgenden Kriterien erfüllt wurden:

- **Lieblingsfächer**

Eines der Lieblingsfächer des Schülers oder der Schülerin war entweder „Musik“ und/oder (bildende) „Kunst“ (siehe Abbildung 12). Das Vorhandensein weiterer Lieblingsfächer spielten bei der Bewertung keine Rolle.

- **Wichtigkeit von Musik**

Die Wichtigkeit von Musik wurde seitens des Schülers oder der Schülerin mit 5/5 Punkten angegeben (siehe Abbildung 10).

- **Rolle von Musik**

Musik spielt in mindestens zwei von fünf den vorgegebenen Aspekten eine Rolle. Da jeder der SchülerInnen angab gerne Musik zu hören, musste Musik effektiv noch mindestens eine weitere Rolle im Leben der SchülerInnen spielen (siehe Abbildung 11).

Die definierten Kriterien erlaubten die Abgrenzung von neun SchülerInnen, denen eine gewisse Affinität zum *künstlerisch-kreativen* unterstellt wird und einer weiteren Gruppe von 12 SchülerInnen, welche die genannten Kriterien nicht erfüllen. Im Verlauf der Auswertung wurde dabei festgestellt, dass die (Vergleichs-)gruppe, welche anhand der erfassten Präferenzen scheinbar einen allgemein geringeren Bezug zum Thema Musik hatte, fast ausschließlich aus Schülerinnen bestand (11 Schülerinnen und 1 Schüler). Umgekehrt vereinte die isolierte Untergruppe — mit der angesprochenen Ausnahme — alle männlichen Schüler auf sich, wobei die Gruppe an sich jeweils zur Hälfte aus weiblichen und zur anderen Hälfte aus männlichen SchülerInnen bestand.

Die Analyse mithilfe der statistischen Tests ergab ein großes Gefälle zwischen beiden Gruppen, jedoch macht die Vergleichsgruppe eine Isolation der Ergebnisse auf die Affinität zur Musik

schwierig und methodisch fragwürdig. Es muss angenommen werden, dass in Wirklichkeit eher das Geschlecht die Ergebnisse beeinflusst als eine fehlende oder vorhandene musikalische Affinität. Es ist zu vermuten, dass sich hier der oft beschriebene und beobachtete *Gender-Gap* in der Informatik bemerkbar macht, der bereits in (Marquardt, 2021) zentrales Thema war. Dadurch lassen sich die weiteren exemplarisch aufgeführten und geschlechtsunabhängigen Faktoren praktisch nicht mehr sinnvoll untersuchen.

Für eine sinnvolle *Subgruppenanalyse* hätte es also eine deutlich größere Stichprobe gebraucht. Rückblickend hätte es gegebenenfalls auch zusätzlicher Fragen bedurft, die spezielle Eigenschaften möglicher Untergruppen noch eindeutiger hätten identifizieren können. Da die Ergebnisse aus einer entsprechend ausführlicheren Subgruppenanalyse nicht zu Beantwortung der Forschungsfragen notwendig sind, soll an dieser Stelle nicht weiter auf diesen Aspekt eingegangen werden. Dennoch waren erfasste Eigenschaften im Zusammenhang mit der Stichprobengröße limitierende Faktoren der Studie, die dieser Stelle erwähnt werden sollten.

#### 4.2.3.1 *Closing the Gap?*

Final soll ergänzend, aber getrennt von der Hauptanalyse, betrachtet werden, ob sich beide Untergruppen — unabhängig der tatsächlich wirkenden Faktoren — nach der Kursteilnahme weiterhin stark voneinander unterscheiden, oder ob eine gewisse Angleichung der Gruppen erreicht werden konnte. Dabei kommen wieder die genannten statistischen Tests zum Einsatz.

Die in Tabelle 5 dargestellten Ergebnisse helfen dabei auch, die angesprochenen Unterschiede zwischen der identifizierten Untergruppe und der verbleibenden Vergleichsgruppe zu quantifizieren. Die Ergebnisse sollen an dieser Stelle nicht weiter kommentiert werden, belegen aber durchaus eine gewisse Angleichung der beiden Gruppen bezogen auf ihre mittleren Zustimmungswerte. Dies kann, im Rahmen der nachfolgend aufgeführten Limitationen, als weiterer Beleg des Erfolgs des Kurses betrachtet werden.

Tabelle 5 Stat. Untersuchung der Zustimmungswerte von Unter- und Vergleichsgruppe der Vor- und Nachbefragungen. Die Untergruppe repräsentiert die mutmaßlich künstlerisch-kreative Gruppe — die Vergleichsgruppe die übrigen SchülerInnen. Grün hinterlegte Zellen deuten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen an — grau hinterlegte belegen geringfügige Unterschiede. Der Übergang von signifikanten zu nicht-signifikanten Unterschieden deutet auf eine Angleichung der beiden Gruppen hin.

	Zustimmungswerte				Statistische Signifikanz: Unterschiede			
	Untergruppe		Vergleichsgruppe		Vorbefragung		Nachbefragung	
	Ø Vorb.	Ø Nachb.	Ø Vorb.	Ø Nachb.	t-Test	Wilcoxon	t-Test	Wilcoxon
„Es macht mir Spaß, Aufgaben am Computer zu lösen“	3,00	3,33	2,25	3,25	0,1054	0,0952	0,8815	0,8753
„Es macht Spaß zu lernen, was Computer alles können“	3,33	3,44	2,42	3,50	0,0119	0,0180	0,9052	1,000
„Informatik interessiert mich“	3,11	3,22	2,00	2,67	0,0006	0,0015	0,1618	0,1231
„Ich traue mir zu in Informatik gut zu sein“	3,33	3,11	2,33	2,92	0,0146	0,0182	0,6364	0,3533
„Ich wäre daran interessiert, mehr über Informatik zu lernen als ich für die Schule brauche“	2,44	2,88	1,92	2,67	0,1755	0,1994	0,6411	0,5289
„Programmieren macht mir Spaß“	2,89	3,11	1,92	2,33	0,0310	0,0298	0,0471	0,0614
„InformatikerInnen beschäftigen sich hauptsächlich mit interessanten Themen“	3,44	3,67	2,75	3,42	0,0761	0,0814	0,4233	0,3752
„InformatikerInnen beschäftigen sich hauptsächlich mit Programmieren“	2,78	2,89	2,75	2,58	0,9540	0,9702	0,4947	0,4572
„Programmierkenntnisse können mir im täglichen Leben helfen“	2,78	2,89	3,25	3,67	0,2452	0,3229	0,0215	0,0218
„Was ich in der Informatik lerne, kann ich später gut gebrauchen“	3,11	2,89	3,50	3,92	0,3053	0,1940	0,0169	0,2110
„Ich kann mir vorstellen später nach der Schule etwas im Bereich der Informatik zu machen“	1,78	2,11	1,17	1,75	0,0303	0,0219	0,3559	0,2570
„Informatik ist eher ...“	3,22	3,33	2,50	3,25	0,1859	0,2136	0,8564	1,000
„Informatik ist ein geeignetes Fach für Jungen und Mädchen“	4,78	4,67	4,17	4,42	0,1044	0,2342	0,4233	0,3018
„Ich möchte mich in meinem Leben nicht mit Programmieren beschäftigen“	3,44	2,67	4,50	4,00	0,0482	0,0162	0,0286	0,0261
„Berufe mit Informatik sind langweilig“	2,67	2,44	3,75	3,17	0,0112	0,0137	0,1140	0,0982

### 4.3 Limitationen

Eine ganzheitliche Untersuchung der Ergebnisse ist an dieser Stelle, nicht zuletzt schon durch den geringen Stichprobenumfang, weder möglich noch sinnvoll. Darüber hinaus reicht der Stichprobenumfang von 24 SchülerInnen nicht aus, um allgemeingültige Aussagen zu treffen. Die verfügbare Stichprobe ist nur eingeschränkt repräsentativ für die Gesamtheit aller deutschen SchülerInnen. Demographische Merkmale und weitere Spezifika der Stichprobe wurden bereits dargelegt. Die Ergebnisse können damit lediglich im Kontext mit der teilnehmenden Schülergruppe gesehen werden, sollten jedoch ausreichende Indizien und Tendenzen widerspiegeln, um die generelle Effektivität des erstellten Kurses bewerten zu können.

Darüber hinaus muss man anmerken, dass der Kurs eher einen Einstieg in den Themenbereich *Künstliche Intelligenz und Musik* darstellen soll. Damit war auch die Informationsdichte nicht übermäßig hoch. Dies sollte man im Hinterkopf behalten, da bei intensiveren Lerneinheiten gegebenenfalls schneller eine kognitive Überbelastung auftreten kann — die damit auch schneller zu Frust und entsprechend geringeren (Lern-)Effekten oder beeinträchtigen Erfahrungen im Umgang mit den Kursmaterialien führt. In intensiveren Lerneinheiten mit hoher Informationsdichte und eventuell auch vor dem Hintergrund einer anschließenden Prüfungssituation zur objektiven gewerteten Wissensabfrage ist die Beachtung und Umsetzung der in 2.5 genannten Design-Prinzipien zur Minimierung der kognitiven Lernbelastung noch einmal deutlich wichtiger.

## 5 Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz wird die Zukunft der Menschheit maßgeblich mitbestimmen. Die Technologie wird auf absehbare Zeit in jeden Aspekt des täglichen Lebens vordringen. Am Ende dieser Entwicklung werden die Auswirkungen auf das menschliche Denken, Leben und Arbeiten mindestens ebenso weitreichend gewesen sein wie beispielsweise die Erfindung des Internets.

Im Zuge dieser Entwicklung wird auch die bisherige Art der menschlichen Kreativarbeit vor Herausforderungen gestellt. Während vor einigen Jahren die Kreativität noch als *letzte Bastion der Menschheit* bezeichnet werden konnte, kann diese Ansicht heutzutage bereits kontrovers diskutiert werden — während entsprechende technologische Entwicklungen weiter voranschreiten. Die Kunstform Musik bildet dabei keine Ausnahme und weist gerade in dem Bereich der KI-gestützten Musikgenerierung und -produktion spannende Anwendungsfälle auf, welche den musikalisch-künstlerischen Schaffensprozess nachhaltig verändern werden.

Neben den breit diskutierten Herausforderungen kann KI dabei auch als Werkzeug wahrgenommen werden, das in der Lage ist, menschliche Fähigkeiten und Kreativität zu augmentieren und damit Bereiche wie Kunst und Kultur auf ganz neue Weisen zu bereichern. Um Chancen und Herausforderungen neuer Technologien einordnen und diese bestmöglich nutzen zu können sind entsprechende Kompetenzen unabdingbar. Was Medien- und Digitalkompetenz im Zeitalter des Internets darstellen, wird in Zukunft ebenso für die KI-Kompetenz im *Zeitalter der Künstlichen Intelligenz* gelten.

In diesem Zusammenhang wird auch das E-Learning, als Medium zur Bereitstellung entsprechender schulischer und kultureller Bildungsinhalte, in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Mit der immer breiteren Anwendung digitaler Medien in den verschiedenen Bildungsbereichen und dem Aufkommen neuer digitaler Medien, steht das E-Learning ebenfalls noch am Anfang seiner Entwicklung. Dabei ist E-Learning in der Lage die verschiedenen Trends im Rahmen der zunehmend digitalisierten Bildungs- und Wissenskultur zu bedienen und nimmt damit eine zukünftige Schlüsselposition unter den digitalen Bildungsmedien ein.

## 5.1 Wissenschaftlicher Beitrag

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine digitale Lerneinheit zum interdisziplinären Themenkomplex *Künstliche Intelligenz und Musik* konzeptioniert und umgesetzt. Übergeordnetes Ziel der Arbeit war es dabei empirisch zu untersuchen, ob und inwieweit Interesse und Motivation sowie Wissens- und Kompetenzerwerb von SchülerInnen durch die beispielhafte Bearbeitung der entsprechenden Lerneinheit positiv beeinflusst werden können. Dabei stellte die thematische Mischung aus zeitloser Kunstform und hochaktueller Technologie einen idealen interdisziplinären Ausgangspunkt dar, um die Möglichkeiten des E-Learning zu erforschen, um damit pädagogische Mehrwerte zu schaffen.

Erste Ergebnisse belegen eindeutig die Effektivität interdisziplinärer Lerneinheiten, im Rahmen derer technisch-wissenschaftliche Themenschwerpunkte über künstlerisch-kreative Themenkomponenten aufgearbeitet und zugänglich gemacht werden. Entsprechende Erkenntnisse beruhen auf der Auswertung von Vor- und Nachbefragungen von insgesamt 24 SchülerInnen im Rahmen einer eigens angesetzten Studie.

Essenziell für die Erstellung effektiver digitaler Lerninhalte ist dabei die Beachtung gewisser Design-Prinzipien aus den Bereichen der Mediendidaktik und des multimedialen Lernens, deren allgemeine Wirksamkeit vielfach empirisch bestätigt werden konnten. Damit verbunden sind geeignete Methoden und Verfahren, um die letztendliche Effektivität und Wirksamkeit empirisch in der Praxis an verschiedenen Zielgruppen erfassen und bewerten zu können. Im Rahmen dieser Arbeit wurde dabei auf ein bereits bestehendes Rahmenwerk aus vorangegangenen Forschungsarbeiten zurückgegriffen und aufgebaut. Mittels entsprechender Einblicke lassen sich nicht nur Lernmaterialien kontinuierlich verbessern, sondern auch Bedürfnisse und Präferenzen verschiedener Zielgruppen eruieren, um optimale Lernerfahrungen zu schaffen.

Vor dem Hintergrund der letztendlichen Ergebnisse dieser Arbeit sollen nicht zuletzt auch die Chancen und Herausforderungen angesprochen werden, die sich durch interdisziplinäre Bildung ergeben. Heutzutage sind ganzheitliche Bildungsansätze gefragt, welche die Bedeutung von fächerübergreifendem Wissen und Kompetenzen unterstreichen. Dabei können Wissenschaft wie auch Kunst und Kultur gleichermaßen von entsprechenden Kollaborationen profitieren — sofern ein angemessenes Mittelmaß zwischen beiden Richtungen gefunden werden kann. Dabei ist es wichtig, dass Kunst und Kultur im

interdisziplinären Wechselspiel digitaler Lerninhalte nicht zu bloßen Themenaufhängern verkommen, sondern dass der Bedeutsamkeit technisch-wissenschaftlicher, aber auch künstlerisch-kreativer Arbeits- und Denkweisen genügend Raum zur Entfaltung eingeräumt wird. Nur so ist gehaltvolles und nachhaltiges interdisziplinäres Lernen auf Ebene der Kunst und Wissenschaft möglich und nur so können die verschiedenen Denkweisen kultiviert werden.

## 5.2 Ergebnisse und Ausblick

Wie bereits angedeutet lassen die Ergebnisse aus den Vor- und Nachbefragungen auf einen ausnahmslos positiven, aber nicht immer statistisch eindeutigen, Einfluss der Lerneinheit auf das Interesse, die Motivation sowie den Erkenntnisgewinn der SchülerInnen schließen — wenn auch bisher primär auf einer subjektiven Evaluationsebene (Selbsteinschätzung). Darüber hinaus hat die Analyse auch gezeigt, wie heterogen die Ergebnisse ausfallen können, sobald einzelne Untergruppen genauer unter die Lupe genommen werden. Hier wurden bei einer exemplarischen Subgruppenanalyse das bekannte Problem des *Gender Gaps* in den MINT-Fächern beobachtet und in diesem Zusammenhang auch die Schwierigkeiten etwaiger Analysen untergeordneter Gruppen in Präsenz derartiger Phänomene beschrieben. Bei der Analyse der Untergruppen hat sich aber auch gezeigt, dass interdisziplinäre, digitale Lerneinheiten einen effektiven Ansatz darstellen können die Wahrnehmungen und Interessen der TeilnehmerInnen anzugleichen, um etwaige *Gaps* im Optimalfall zu schmälern oder ganz zu überwinden.

Nicht zuletzt stehen diese Erkenntnisse auch stellvertretend für die allgegenwärtigen Herausforderungen schulischer, kultureller und informeller Bildungsangebote, die bei den TeilnehmerInnen oftmals auf starke Unterschiede in den Bereichen der persönlichen Präferenz oder des persönlichen Vorwissens treffen. Dies kann bereits als wichtiger Ausblick auf die Möglichkeiten und Bedeutung des adaptiven oder selbstgesteuerten E-Learning gewertet werden.

Hinsichtlich des gewählten interdisziplinären Lernansatzes mit einer inhaltlichen Mischung aus Wissenschaft und Kunst (*Künstliche Intelligenz und Musik*) kann damit ebenfalls ein positives Fazit gezogen werden. Die Ergebnisse der Nachbefragung haben deutlich gezeigt, dass nicht zuletzt auch explizit der musikalische Anteil von den SchülerInnen geschätzt wurde und sich gleichzeitig das Interesse an Informatik sowie der Blick auf das Berufsbild

*InformatikerIn* positiv verändert hat. Die Ergebnisse geben damit ein Indiz auf die Effektivität und Sinnhaftigkeit interdisziplinärer Lerneinheiten unter Einbezug kreativ-künstlerischer und technisch-wissenschaftlicher Inhalte, um diese einer breiteren Zielgruppe zugänglich zu machen und fächerübergreifende Interessen und Kompetenzen zu fördern. Je nach Betrachtungsweise kann dies als Bestätigung der Bemühungen im Bildungsbereich gewertet werden, bei denen vermehrt ein ganzheitlicher Bildungsansatz mit einem festen Anteil von Kunst und Kultur verfolgt wird.

Dennoch sollten die Ergebnisse vorerst differenziert betrachtet werden, da weder die Erfassung der tatsächlichen langfristigen Auswirkungen auf Interesse und Motivation Teil der Arbeit waren noch die nachträgliche Abfrage von erlerntem Wissen in einem kontrollierten Umfeld — beispielsweise im Rahmen von gewerteten Tests oder Klassenarbeiten. Dahingehend und mit Blick auf die vergleichsweise kleine Stichprobe lassen sich zwar keine allgemeingültigen Aussagen treffen, dennoch scheinen die Ergebnisse eindeutige Tendenzen zu zeigen. Aufgrund des vorhandenen Potenzials sollten entsprechende Fragestellungen im Rahmen zukünftiger Forschungsarbeiten mit größerem Stichprobenumfang weiterverfolgt werden.

Abschließend bleibt zu erwähnen, dass die Ergebnisse dieser Arbeit die Erkenntnisse aus vorangegangenen Forschungsarbeiten — aus denen unter anderem auch das Rahmenwerk zu Evaluation hervorging — stützen und damit die Kombination aus Interdisziplinarität und E-Learning als interessanten Bildungsansatz bestätigen. Inwieweit sich Themen aus dem Bereich der Kunst und Kultur gegebenenfalls sogar besser für den Einstieg in technisch-wissenschaftliche Themen — wie beispielsweise den hochaktuellen Themen rund um Künstliche Intelligenz — eignen, als andere interdisziplinäre Themen-Komplemente könnte ebenfalls Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten sein.

Umgekehrt hat die Vergangenheit gezeigt, dass auch der Einsatz von Technologie in den Bereichen der Kunst und Kulturvermittlung spannende Ansätze liefern kann — somit wären die Erkenntnisse dieser Arbeit nur die logische Konsequenz aus den beiderseitigen Synergien, die aus Kollaborationen zwischen Kunst und Wissenschaft entstehen können.

## 6 Literaturverzeichnis

- Agostinelli, A., Denk, T. I., Borsos, Z., Engel, J., Verzetti, M., Caillon, A., . . . Frank, C. (2023). MusicLM: Generating Music From Text. *Google Research*.
- Anger, C., & Plünnecke, A. (2022). *INSM-Bildungsmonitor 2022*. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.
- Atkinson, R. K. (2002). Optimizing learning from examples using animated pedagogical agents. *Journal of Educational Psychology, 94*, 416–427. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.416>
- Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology, 20*, 287–298. doi:<https://doi.org/10.1002/acp.1245>
- Barrett, M. S., & Bond, N. (2014). Connecting through music: The contribution of a music programme to fostering positive youth development. *Research Studies in Music Education, 37*, 37–54. doi:10.1177/1321103X14560320
- Bates, T. (1986). Computer Assisted Learning or Communications: Which Way for Information Technology in Distance Education? *International Journal of E-Learning & Distance Education Revue Internationale Du E-Learning Et La Formation à Distance, 1*(1), 41-57. Von <https://www.ijede.ca/index.php/jde/article/view/304> abgerufen
- Berger, M., Gray, J. A., & Roth, B. L. (2009). The Expanded Biology of Serotonin. *Annual Review of Medicine, 60*, 355–366. doi:10.1146/annurev.med.60.042307.110802
- Beyer, R. (2011). *The greatest music stories never told*. Harper-Collins.
- Blacking, J. (1973). *How musical is man?* University of Washington Press.
- Bopegedera, A. M. (2005). The Art and Science of Light. An Interdisciplinary Teaching and Learning Experience. *Journal of Chemical Education, 82*, 55. doi:<https://doi.org/10.1021/ed082p55>
- Böttger, Tobias and Zierer, Klaus. (2021). Effekte der pandemiebedingten Schulschließungen im Frühjahr 2020 auf fachlich-kognitive Leistungen von Schüler\*innen im In- und Ausland. Ein narratives Review. doi:<https://doi.org/10.25656/01:23871>

- Bower, G. H., & Clark, M. C. (April 1969). Narrative stories as mediators for serial learning. *Psychonomic Science*, *15*, 181-182.
- Bradshaw, M. J., Hultquist, B. L., & Hagler, D. (2019). *Innovative Teaching Strategies in Nursing and Related Health Professions*. Jones and Barlett Learning.
- Bruhn, H. (2000). *Musiktherapie. Geschichte - Theorien - Methoden*. Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Budson, A. E. (October 2020). Why is music good for the brain? *Why is music good for the brain?* Von <https://www.health.harvard.edu/blog/why-is-music-good-for-the-brain-2020100721062> abgerufen
- Burnard, P., Colucci-Gray, L., & Sinha, P. (2021). Transdisciplinarity: letting arts and science teach together. *Curriculum Perspectives*, *41*, 113–118. doi:10.1007/s41297-020-00128-y
- Capuzzi, D., & Stauffer, M. D. (2016). *Human Growth and Development Across the Lifespan: Applications for Counselors*. Wiley.
- Cervellin, G., & Lippi, G. (2011). From music-beat to heart-beat: A journey in the complex interactions between music, brain and heart. *European Journal of Internal Medicine*, *22*, 371–374. doi:10.1016/j.ejim.2011.02.019
- Chandler, P., & Sweller, J. (December 1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, *8*, 293–332. doi:[https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2)
- Christenson, P. G., & Roberts, D. F. (1998). *Not Only Rock and Roll: Popular Music in the Lives of Adolescents*. Hampton Press.
- Clarke, T., Ayres, P., & Sweller, J. (2005). The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through spreadsheet applications. *Educational Technology Research and Development*, *53*, 15–24. doi:<https://doi.org/10.1007/BF02504794>
- Copet, J., Kreuk, F., Gat, I., Remez, T., Kant, D., Synnaeve, G., . . . Défossez, A. (6 2023). Simple and Controllable Music Generation.

- Costa-Giomi, E. (2014). The Long-Term Effects of Childhood Music Instruction on Intelligence and General Cognitive Abilities. *Update: Applications of Research in Music Education*, 33, 20–26. doi:10.1177/8755123314540661
- Crooks, S. M., Cheon, J., Inan, F., Ari, F., & Flores, R. (2012). Modality and cueing in multimedia learning: Examining cognitive and perceptual explanations for the modality effect. *Computers in Human Behavior*, 28, 1063–1071. doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.010
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact.
- El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students\textquotesingle engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18. doi:10.1186/s41239-021-00289-4
- Endedijk, H. M., Ramenzoni, V. C., Cox, R. F., Cillessen, A. H., Bekkering, H., & Hunnius, S. (2015). Development of interpersonal coordination between peers during a drumming task. *Developmental Psychology*, 51, 714–721. doi:10.1037/a0038980
- Europäische Kommission. (2019). *Policy and investment recommendations for trustworthy Artificial Intelligence*. Brüssel: Europäische Kommission.
- eurostat. (5 2023). *eurostat*. (eurostat, Herausgeber) Abgerufen am 2023. 7 29 von ICT specialists in employment: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=ICT\\_specialists\\_in\\_employment](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=ICT_specialists_in_employment)
- Friedrich, E. K., Roden, I., Frankenberg, E., Kreutz, G., & Bongard, S. (2015). Musizieren und Emotionsregulation bei Grundschulkindern. 337–357. doi:10.1007/978-3-7091-1599-2\_22
- Gembris, H. (2004). Curriculum und Didaktik der Begabtenförderung. Begabungen fördern, Lernen individualisieren, Begabungsforschung. Lit-Verlag.
- Gembris, H. (2011). Musik - Pädagogisch - Gedacht. Reflexionen, Forschungs- und Praxisfelder. Wißner.

- Gembris, H. (2015). *Transfer-Effekte und Wirkungen musikalischer Aktivitäten auf ausgewählte Bereiche der Persönlichkeitsentwicklung. Ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung.* . Bertelsmann Stiftung.
- Giannaras, A. (1975). Das Wachthaus im Bezirk der Musen. Zum Verhältnis von Musik und Politik bei Platon. *Archiv für Musikwissenschaft*, 32, 165. doi:<https://doi.org/10.2307/930058>
- Goldman Sachs. (5. 4 2023). *Goldman Sachs, Articles*. Abgerufen am 2023. 7 29 von Generative AI could raise global GDP by 7%: <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>
- Good, A. J., Russo, F. A., & Sullivan, J. (2014). The efficacy of singing in foreign language learning. *Psychology of Music*, 43, 627–640.
- Hallam, S. (2010). The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people. *International Journal of Music Education*, 28, 269–289. doi:<https://doi.org/10.1177/0255761410370658>
- Hallam, S. (2012). The Effects of Background Music on Health and Wellbeing. 492–501. doi:10.1093/acprof:oso/9780199586974.003.0032
- Hammerstein, S., König, C., Dreisörner, T., & Frey, A. (2021). Effects of COVID-19-Related School Closures on Student Achievement-A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 12. doi:10.3389/fpsyg.2021.746289
- Harney, C., Johnson, J., Bailes, F., & Havelka, J. (2022). Is music listening an effective intervention for reducing anxiety? A systematic review and meta-analysis of controlled studies. *Musicae Scientiae*. doi:<https://doi.org/10.1177/10298649211046979>
- Hays, T., & Minichiello, V. (2005). The meaning of music in the lives of older people: a qualitative study. *Psychology of Music*, 33, 437–451. doi:10.1177/0305735605056160
- Heath, C., & Heath, D. (2007). *Made to Stick: Why Some Ideas Survive and Others Die*. Random House.

- Helm, Christoph and Huber, Stephan Gerhard and Postlbauer, Alexandra. (2021).  
Lerneinbußen und Bildungsbenachteiligung durch Schulschließungen während der  
Covid-19-Pandemie im Frühjahr 2020. Eine Übersicht zur aktuellen Befundlage.  
doi:<https://doi.org/10.25656/01:23872>
- Hill, E. (March 2007). *Jugend, Musik und Soziale Arbeit: Anregungen für die sozialpädagogische  
Praxis*. Beltz Juventa.
- Hiller, L., & Issacson, L. M. (1959). *Experimental music; composition with an electronic  
computer*. New York, McGraw-Hill Book Company Inc.
- Hodges, D. A. (2010). *Music in the Human Experience An Introduction to Music Psychology* (2  
Ausg.). Routledge.
- Hole, J., Hirsch, M., Ball, E., & Meads, C. (2015). Music as an aid for postoperative recovery in  
adults: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 386, 1659–1671.  
doi:10.1016/S0140-6736(15)60169-6
- Hu, K. (2. 2 2023). *reuters*. Abgerufen am 26. 7 2023 von  
<https://www.reuters.com/technology/>:  
[https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-  
base-analyst-note-2023-02-01/](https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/)
- Hug, T., Lindner, M., & Bruck, P. A. (Hrsg.). (2007). *Microlearning: Emerging Concepts, Practices  
and Technologies after e-Learning*. innbruck university press.
- Ibrahim, M., Antonenko, P. D., Greenwood, C. M., & Wheeler, D. (2011). Effects of segmenting,  
signalling, and weeding on learning from educational video. *Learning, Media and  
Technology*, 37, 220–235. doi:<https://doi.org/10.1080/17439884.2011.585993>
- Jäncke, L. (2008). *Macht Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und  
der kognitiven Psychologie*. Huber.
- Jensenius, A. R. (2012). Disciplinarity: intra, cross, multi, inter, trans. *Disciplinarity: intra,  
cross, multi, inter, trans*.
- Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., . . . Fung, P. (2 2022). Survey of Hallucination in  
Natural Language Generation. *ACM Computing Surveys*, S. 1-38.

- Jia, Y., Zhou, B., & Zheng, X. (2021). A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. *Frontiers in Psychology, 12*. doi:<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.725525>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction*. (M. Davis, M. Zelenko, & D. Kilgore, Hrsg.) Pfeiffer.
- Kartal, G. (2010). Does language matter in multimedia learning? Personalization principle revisited. *Journal of Educational Psychology, 102*, 615–624. doi:<https://doi.org/10.1037/a0019345>
- Keller, R. (2009). *Live E-Learning im Virtuellen Klassenzimmer*. Hamburg.
- Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (2009). Springer-Lehrbuch. Springer.
- Kirschner, S., & Tomasello, M. (2010). Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children. *Evolution and Human Behavior, 31*, 354–364. doi:<https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2010.04.004>
- Kraemer, H., & Maas, G. (2014). *Macht Musik wirklich klüger? Musikalisches Lernen und Transfereffekte* (Bd. 8). Wißner.
- Kraus, C., Castrén, E., Kasper, S., & Lanzenberger, R. (2017). Serotonin and neuroplasticity – Links between molecular, functional and structural pathophysiology in depression. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 77*, 317–326. doi:[10.1016/j.neubiorev.2017.03.007](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.03.007)
- Krenn, M., Buffoni, L., Coutinho, B., Eppel, S., Foster, J. G., Gritsevskiy, A., . . . Kopp, M. (2022). *Predicting the Future of AI with AI: High-quality link prediction in an exponentially growing knowledge network*.
- Kuhl, J. (2009). Macht Musik reifer? Theoretische und methodische Aspekte der Persönlichkeitsbildung. In *Pauken mit Trompeten. Lassen sich Lernstrategien, Lernmotivation und soziale Kompetenzen durch Musikunterricht fördern?* (Bd. 32, S. 98–113). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Kultusministerium. (2016). *Bildungsplan der Grundschule*. Stuttgart.

- Kultusministerkonferenz. (1998). Zur Situation des Musikunterrichts im Fach Musik in den allgemeinbildenden Schulen in der Bundesrepublik Deutschland. In S. d. Deutschland (Hrsg.), *Bericht der Kultusministerkonferenz*, (S. 11, 38, 53, 77, 170). Bonn.
- Kultusminister-Konferenz (Hrsg.). (June 2021). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Sekretariat der Kultusministerkonferenz. Von <http://www.kmk.org/> abgerufen
- Kultusministerkonferenz. (2022). Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Kulturellen Kinder- und Jugendbildung . *Beschluss der Kultusministerkonferenz* (S. 4 ff.). Bonn: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.
- Lacourse, E., Claes, M., & Villeneuve, M. (2001). Heavy Metal Music and Adolescent Suicidal Risk. *Journal of Youth and Adolescence*, 30, 321–332. doi:10.1023/A:1010492128537
- Lampert, N. (January 2006). Critical Thinking Dispositions as an Outcome of Art Education. Test accounts.
- Lehmann, A. (2009). Narrative Culture. *Studies in Narrative Culture*. Walter de Gruyter. doi:<https://doi.org/10.1515/9783110214727.2.59>
- Lengrand, P. (1972). *Permanente Erziehung*. Verlag Dokumentation.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., . . . Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541–546. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- Magner, U. I., Schwonke, R., Aleven, V., Popescu, O., & Renkl, A. (2014). Triggering situational interest by decorative illustrations both fosters and hinders learning in computer-based learning environments. *Learning and Instruction*, 29, 141–152. doi:<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.07.002>
- Marquardt, K. (2021). *Ein Rahmenwerk für Evaluierung von Interdisziplinären Lerneinheiten für den Informatikunterricht*. Karlsruher Institut für Technologie. Karlsruhe: KIT.

- Marquardt, K., & Happe, L. (30. 6 2023). Saving Bees with Computer Science: A Way to Spark Enthusiasm and Interest through Interdisciplinary Online Courses. *ITiCSE 2023: Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 145-151. doi:<https://doi.org/10.1145/3587102.3588835>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Mayer, R. E., & Clark, R. C. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (Third Ausg.). Wiley.
- Mayer, R. E., Dow, G. T., & Mayer, S. (2003). Multimedia Learning in an Interactive Self-Explaining Environment: What Works in the Design of Agent-Based Microworlds? *Journal of Educational Psychology*, 95, 806–812. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.806>
- Mayer, R. E., Mathias, A., & Wetzell, K. (2002). Fostering understanding of multimedia messages through pretraining: Evidence for a two-stage theory of mental model construction. *Journal of Experimental Psychology*, 147–154.
- McLaren, B. M., DeLeeuw, K. E., & Mayer, R. E. (2011). A politeness effect in learning with web-based intelligent tutors. *International Journal of Human-Computer Studies*, 69, 70–79. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2010.09.001>
- Merker, B. (2014). *Der musikalische Mensch. Evolution, Biologie und Pädagogik musikalischer Begabung*. Georg Olms.
- Mesagno, C., Marchant, D., & Morris, T. (2009). Alleviating Choking: The Sounds of Distraction. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21, 131–147. doi:<https://doi.org/10.1080/10413200902795091>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94, 156–163. doi:[10.1037/0022-0663.94.1.156](https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.1.156)
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A., & Lester, J. C. (2001). The Case for Social Agency in Computer-Based Teaching: Do Students Learn More Deeply When They Interact With

- Animated Pedagogical Agents? *Cognition and Instruction*, 19, 177–213.  
doi:10.1207/S1532690XCI1902\_02
- Moreno, R., Reislein, M., & Ozogul, G. (2010). Using Virtual Peers to Guide Visual Attention During Learning. *Journal of Media Psychology*, 22, 52–60.  
doi:<https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000008>
- North, A. C., Hargreaves, D. J., & O'Neill, S. A. (2000). The importance of music to adolescents. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 255–272.  
doi:10.1348/000709900158083
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 1-4.
- Park, B., Moreno, R., Seufert, T., & Brünken, R. (2011). Does cognitive load moderate the seductive details effect? A multimedia study. *Computers in Human Behavior*, 27, 5–10.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.006>
- Philipp, T. (2021). *Interdisziplinarität*. transcript Verlag.  
doi:<https://doi.org/10.1515/9783839455654-016>
- Plucker, J., & Zabelina, D. (2008). Creativity and interdisciplinarity: one creativity or many creativities? *ZDM*, 41, 5–11. doi:10.1007/s11858-008-0155-3
- Poller, P. D. (2004). Anmerkungen zu Aristoteles' Politika VIII. Von [http://trpoller.de/WebsiteContent/Musik und Mimesis.pdf](http://trpoller.de/WebsiteContent/Musik%20und%20Mimesis.pdf) abgerufen
- Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12, 61–86. doi:[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00016-0)
- Poole, B., Jain, A., Barron, J. T., & Mildenhall, B. (2022). DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion.
- PwC. (2020). *Sizing the prize*. PricewaterhouseCoopers. Von <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf> abgerufen
- Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2018). Language Models are Unsupervised Multitask Learners. (OpenAI, Hrsg.)

- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., & Chen, M. (2022). Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents.
- Renkl, A., Gruber, H., Weber, S., Lerche, T., & Schweizer, K. (2003). *Cognitive Load beim Lernen aus Lösungsbeispielen*. Universität Regensburg, Pädagogik. Regensburg: Universität Regensburg.
- Roe, K. (1985). Swedish Youth and Music: Listening Patterns and Motivations. *Communication Research*, 12, 353–362. doi:10.1177/009365085012003007
- Ruud, E. (1997). Music and the Quality of Life. *Norsk Tidsskrift for Musikterapi*, 6, 86–97. doi:10.1080/08098139709477902
- Saarikallio, S., & Erkkilä, J. (2007). The role of music in adolescents' mood regulation. *Psychology of Music*, 35, 88–109. doi:10.1177/0305735607068889
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT Press.
- Sauter, A., Sauter, W., & Bender, H. (2003). *Blended Learning: Effiziente Integration von E-Learning und Präsenztraining* (Second Ausg.). Hermann Luchterhand Verlag.
- Schäfer, T., Sedlmeier, P., Städtler, C., & Huron, D. (2013). The psychological functions of music listening. *Frontiers in Psychology*, 4. doi:10.3389/fpsyg.2013.00511
- Scheiter, K., Schüler, A., Gerjets, P., Huk, T., & Hesse, F. W. (2014). Extending multimedia research: How do prerequisite knowledge and reading comprehension affect learning from text and pictures. *Computers in Human Behavior*, 31, 73–84. doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.09.022
- Schell, J. (2019). *The Art of Game Design* (3 Ausg.). CRC Press.
- Schumacher, R. (2009). Aktives Musizieren und soziale Kompetenzen. In *Pauken mit Trompeten. Lassen sich Lernstrategien, Lernmotivation und soziale Kompetenzen durch Musikunterricht fördern?* (Bd. 32). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Schwartz, K. D., & Fouts, G. T. (2003). Music Preferences, Personality Style, and Developmental Issues of Adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 32, 205–213. doi:10.1023/a:1022547520656

- Seinfeld, S., Figueroa, H., Ortiz-Gil, J., & Sanchez-Vives, M. V. (2013). Effects of music learning and piano practice on cognitive function, mood and quality of life in older adults. *Frontiers in Psychology, 4*. doi:10.3389/fpsyg.2013.00810
- Sloboda, J., & O'Neill, S. A. (2001). Emotions in everyday listening to music.
- Snow, C. P. (1959). *The Two Cultures*. Cambridge University Press.
- Spitzer, H. F. (1939). Studies in retention. *Journal of Educational Psychology*.
- Spitzer, M. (2002). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Stanzl, E. (2021, September). Was Kunst und Wissenschaft verbindet. *Was Kunst und Wissenschaft verbindet*. Retrieved from <https://www.tagblatt-wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/forschung/2119862-Was-Kunst-und-Wissenschaft-verbindet.html>
- Stegemann, T., & Schmidt, H. U. (2015). Musiktherapie bei Kindern und Jugendlichen mit psychischen Problemen – eine Übersicht. In T. Stegemann, & H. U. Schmidt, *Musik und Medizin* (S. 155–176). Springer Vienna. doi:10.1007/978-3-7091-1599-2\_12
- Strohmaier, E., Dongarra, J., Simon, H., & Meuer, M. (6 2023). *top500.org*. Abgerufen am 26. 7 2023 von top500.org: <https://www.top500.org/statistics/perfdevel/>
- Sühl-Strohmenger, W. (2019). *Informationskompetenz. Dimensionen eines Begriffs*. Walter de Gruyter GmbH. doi:<https://doi.org/10.1515/abitech-2019-2015>
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science, 12*, 257–285. doi:[https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Tulodziecki, G. (2020). Künstliche Intelligenz und Didaktik. *Pädagogische Rundschau*(74), S. 377.
- Turk, I. (1997). *Mousterian 'bone flute' and other finds from Divje Babe I cave site in Slovenia*. Založba ZRC.
- Tytler, R., Williams, G., Hobbs, L., & Anderson, J. (2019). Challenges and Opportunities for a STEM Interdisciplinary Agenda. 51–81. doi:10.1007/978-3-030-11066-6\_5

- van Gog, T. (2014). The Signaling (or Cueing) Principle in Multimedia Learning. 263–278. doi:10.1017/CBO9781139547369.014
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., . . . Polosukhin, I. (2017). Attention Is All You Need.
- Walber, M. (2013). Selbststeuerung und E-Learning. Ein altes Prinzip im neuen Gewand? doi:https://doi.org/10.25656/01:8904
- Wambsganss, T., Niklaus, C., Cetto, M., Söllner, M., Handschuh, S., & Leimeister, J. M. (2020). AL: An Adaptive Learning Support System for Argumentation Skills. doi:https://doi.org/10.1145/3313831.3376732
- Wang, N., Johnson, W. L., Mayer, R. E., Rizzo, P., Shaw, E., & Collins, H. (2008). The politeness effect: Pedagogical agents and learning outcomes. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66, 98–112. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.09.003
- Wells, A., & Hakanen, E. A. (1991). The Emotional Use of Popular Music by Adolescents. *Journalism Quarterly*, 68, 445–454. doi:https://doi.org/10.1177/107769909106800315
- Wilamowski, B. (12 2009). Neural Network Architecturs and Learning Algorithms. *IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS MAGAZINE*, S. 56-63.
- Wilson, K., & Korn, J. H. (2007). Attention During Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*, 34, 85-89.
- Winner, E., & Hetland, L. (August 2000). Research in Arts Education:Directions for the Future. *Beyond the Soundbite: Arts Education and Academic Outcomes*, (S. 143-148).
- Wissenschaftsrat. (2020). *Wissenschaft im Spannungsfeld von Disziplinarität und Interdisziplinarität*.
- World Bank Group. (25. 7 2023). *The World Bank*. (T. W. Bank, Herausgeber) Abgerufen am 30. 7 2023 von World Development Indicators: https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&country=WLD
- Zhu, L., & Goyal, Y. (2018). Art and science. *{EMBO} reports*.

## 6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Intra- bis Transdisziplinarität grafisch veranschaulicht. Umsetzung von (Jensenius, 2012). .....	7
Abbildung 2 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Museum" .....	33
Abbildung 3 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Musikschule" .....	33
Abbildung 4 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Universität" .....	34
Abbildung 5 Generierte Grafik bezüglich der Örtlichkeit "Strand" .....	34
Abbildung 6 Die Protagonistin des E-Learning-Kurses namens Lilli. ....	35
Abbildung 7 Grundaufbau der einzelnen Kursabschnitte. ....	36
Abbildung 8 Gesamtüberblick über alle Untereinheiten in chronologischer Reihenfolge. Mit Ausnahme der ersten Untereinheit ähnelt sich der grundlegende Aufbau zwischen den Untereinheiten untereinander. Durch dieses einheitliche Design soll die kognitive Last durch die Orientierung innerhalb der Lerneinheit minimiert werden. ....	37
Abbildung 9 Altersverteilung der Stichprobe.....	46
Abbildung 10 Zustimmung zur Aussage "Musik ist mir wichtig" .....	47
Abbildung 11 Rückmeldungen zur Frage "Welche Rolle spielt Musik in deinem Leben?" .....	47
Abbildung 12 Häufigkeiten der genannten Lieblingsfächer. ....	48
Abbildung 13 Häufigkeiten der durchschnittlichen, täglichen Stunden vor dem Computer... ..	48
Abbildung 14 Vergebene Schulnoten hinsichtlich des Kurses in seiner Gesamtheit.....	56
Abbildung 15 Zustimmung zur Aussage "Die Beschäftigung mit den Themen des Kurses hat Spaß gemacht". ....	57
Abbildung 16 Zustimmung zur Aussage "Der Kurs hat meine Neugier geweckt". ....	57
Abbildung 17 Zustimmung zur Aussage "Ich würde so einen Kurs gerne noch einmal machen". .....	57
Abbildung 18 Zustimmung zur Aussage "Während des Kurses hatte ich ein Aha-Erlebnis". ..	57
Abbildung 19 Zustimmung zur Aussage "Ich würde so einen Kurs auch anderen weiterempfehlen". ....	57
Abbildung 20 Zustimmung zur Aussage "Während des Kurses verging die Zeit wie im Flug".	57
Abbildung 21 Zustimmung zur Aussage "Ich habe oder werde mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen, die ich im Kurs erlebt habe".....	58
Abbildung 22 Zustimmung zur Aussage "Die Schule würde mir mehr Spaß machen, wenn wir öfters solche Dinge behandeln würden". ....	58

Abbildung 23 Zustimmung zur Aussage "Ich hatte das Gefühl, für mich selbst etwas dazugelernt zu haben". .....58

Abbildung 24 Zustimmung zur Aussage "Ich fände es gut, wenn Themenbereiche öfter in dieser Form bearbeitet würden". .....58

## 6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl nach Geschlecht .....46

Tabelle 2 Statistische Untersuchung der Zustimmungswerte zum Themenbereich "Informatik" .....51

Tabelle 3 Statistische Untersuchung der Zustimmungswerte zum Themenbereich "Künstliche Intelligenz". .....54

Tabelle 4 Angesprochene Komponenten nach dem zugrundeliegenden Rahmenwerk für die Evaluation.....55

Tabelle 5 Stat. Untersuchung der Zustimmungswerte von Unter- und Vergleichsgruppe der Vor- und Nachbefragungen. Die Untergruppe repräsentiert die mutmaßlich künstlerisch-kreative Gruppe — die Vergleichsgruppe die übrigen SchülerInnen. Grün hinterlegte Zellen deuten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen an — grau hinterlegte belegen geringfügige Unterschiede. Der Übergang von signifikanten zu nicht-signifikanten Unterschieden deutet auf eine Angleichung der beiden Gruppen hin. ....62

### 6.3 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich, Qiongdan Shang, die vorliegende Arbeit mit dem Titel „*Künstliche Intelligenz und Musik* — Konzeption und Umsetzung eines Online-Kurses für Einsteiger“, selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Alle sinngemäß und wörtlich übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Keine der hier verwendeten Elemente wurden bereits im Rahmen anderer Prüfungs- und Studienleistungen verwendet.

Karlsruhe, den 31.07.2023

Qiongdan Shang