HOCHSCHULE
MITTWEIDA
University of Applied Sciences

MASTERARBEIT

Frau
Elisabeth Christoph

Design und Entwicklung eines webbasierten Weiterbildungsangebots für förderbedürftige Schüler im Fach Mathematik

Mittweida, Mai 2025

Fakultät **Angewandte Computer- und Biowissenschaften**

MASTERARBEIT

Design und Entwicklung eines webbasierten Weiterbildungsangebots für förderbedürftige Schüler im Fach Mathematik

Autorin:
Elisabeth Christoph

Studiengang:
Angewandte Informatik

Seminargruppe:
MI20w1-M

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Christian Roschke

Zweitprüfer:
Manuel Heinzig, M.Sc.

Einreichung:
Mittweida, 19.05.2025

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 2025

Faculty of **Applied Computer Sciences and Biosciences**

MASTER THESIS

Design and development of a web-based training programme for pupils requiring support in mathematics

Author:
Elisabeth Christoph

Course of Study:
Applied Computer Science

Seminar Group:
MI20w1-M

First Examiner:
Prof. Dr.-Ing. Christian Roschke

Second Examiner:
Manuel Heinzig, M.Sc.

Submission:
Mittweida, 19.05.2025

Defense/Evaluation:
Mittweida, 2025

Bibliografische Beschreibung

Christoph, Elisabeth:
Design und Entwicklung eines webbasierten Weiterbildungsangebots für förderbedürftige Schüler im Fach Mathematik. – 2025. – 73 S.
Mittweida, Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften, Masterarbeit, 2025.

Referat

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Untersuchung der Frage, inwiefern durch den Einsatz webbasierter Weiterbildungsangebote eine Motivation zur eigenständigen Lernmotivation bei förderbedürftigen Grundschulkindern erreicht werden kann. In diesem Prozess wurden die Erkenntnisse über didaktische und pädagogische Wissensvermittlung sowie kindgerechtes UI- und UX-Designs genutzt, um ein geeignetes Angebot zu entwickeln. Im Rahmen der Evaluation des entstandenen Prototyps wurde eine Untersuchung mit 25 Grundschulkindern durchgeführt. Die Resultate legen nahe, dass interaktive Gamification-Elemente zur Förderung der Motivation genutzt werden können.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **I**

Abbildungsverzeichnis **III**

Tabellenverzeichnis **IV**

Abkürzungsverzeichnis **V**

1 Einführung und Motivation **1**
1.1 Zielstellung . . . 2
1.2 Aufbau der Arbeit . . . 2

2 Theoretische Grundlagen **4**
2.1 Mathematik Grundschule . . . 4
2.1.1 Landesweite Bildungsstandards . . . 5
2.1.2 Sächsischer Lehrplan Grundschule 4. Klasse . . . 8
2.1.3 Förderbedarf . . . 10
2.2 Kindgerechtes UI- und UX-Design . . . 11
2.2.1 Entwicklungspsychologische Grundlagen . . . 11
2.2.2 Usability und Interaktionsdesign für Kinder . . . 13
2.2.3 Gestaltungsempfehlungen für kindgerechte Lernmedien . . . 14
2.3 Multimediales Lernen . . . 16
2.3.1 Mediengestütztes Lernen . . . 16
2.3.2 Gamification beim Lernen . . . 17

3 Analyse und Konzeption **19**
3.1 Zielgruppenanalyse . . . 19
3.2 Wettbewerbsanalyse . . . 20
3.2.1 Duolingo . . . 20
3.2.2 sofatutor.com . . . 21
3.2.3 Schlaukopf . . . 23
3.2.4 Anton . . . 24
3.2.5 Optimierungspotential . . . 25
3.3 Konzeption des Weiterbildungsangebots . . . 26
3.3.1 Funktionelle Anforderungen . . . 26
3.3.2 Gestaltungskonzept . . . 27
3.3.3 UI- und UX-Design . . . 28
3.3.4 Das Maskottchen Flora . . . 28
3.3.5 Fachlicher Inhalt . . . 30
3.3.6 Mockup des Seitenaufbaus . . . 30

4 Entwicklung des Weiterbildungsangebots **32**
4.1 Technologien . . . 32
4.2 Aufbau des Weiterbildungsangebots . . . 33
4.2.1 Child-Theme . . . 33

4.2.2 Header und Footer . . . 34
4.3 UI- und UX-Design . . . 36
4.3.1 Umsetzung des Gestaltungskonzeptes . . . 36
4.3.2 Bedienelemente . . . 37
4.3.3 Maskottchen Flora . . . 39
4.4 Startseite . . . 42
4.5 Quizseite . . . 45
4.5.1 Quizoberfläche . . . 46
4.5.2 Quizsystem . . . 48
4.6 Interaktionsseite . . . 50

5 Evaluation 52
5.1 Vorbereitung . . . 52
5.1.1 Interview . . . 53
5.1.2 Fragebogen . . . 54
5.2 Ablauf . . . 56
5.2.1 Durchführung . . . 56
5.2.2 Erste Erkenntnisse . . . 57
5.3 Auswertung . . . 59
5.3.1 Interview . . . 59
5.3.2 Fragebogen . . . 62
5.4 Einordnung der Ergebnisse und Erkenntnisse . . . 65

6 Schlussbetrachtungen 67
6.1 Ausblick . . . 68
6.2 Fazit . . . 69

Literaturverzeichnis 70

Anhang 74

A Elternbrief 74

B Genutzte Programme 76

C Inhaltsverzeichnis HSMW-Cloud 77

Eidesstattliche Erklärung 78

Abbildungsverzeichnis

2.1 Zusammenspiel der Kompetenztypen nach der KMK 7

3.1 Ausschnitte Mathematikkurs Duolingo 20
3.2 Ausschnitt Sofatutor.de 21
3.3 Bewertungen Sofatutor 22
3.4 Ausschnitt Schlaukopf 23
3.5 Ausschnitt Anton-App 24
3.6 Farbpalette für das visuelle Design 27
3.7 erste Konzeptskizze des Maskottchens Flora 29
3.8 erste Konzeptskizze des Seitenaufbaus 31

4.1 Dateistruktur des Child-Themes 33
4.2 Hintergrund der Webseite 37
4.3 Buttons Menü 38
4.4 Buttons Quiz 39
4.5 Wachstumsstufen Flora 40
4.6 Startseite 43
4.7 Quizauswahl 45
4.8 Quizaufgabe 46
4.9 Flora gießen 51

5.1 Anonymer Fragebogen 55
5.2 Einschätzung Mathematikkompetenzen im Interview 60
5.3 Geschlechterspezifische Einschätzung Aufgabenschwierigkeit 62
5.4 Einschätzung Mathematikkompetenzen im Fragebogen 63
5.5 Vergleich Einschätzung der Mathematikkompetenzen 64

Tabellenverzeichnis

2.1 Farben und ihre Wirkung 14

Abkürzungsverzeichnis

AGS ..... Dr.-Salvador-Allende-Grundschule

AI ..... Artificial Intelligence

CBT ..... Computer Based Training

CLT ..... Cognitive Load Theory

CMS ..... Content-Management-System

CSS ..... Cascading Style Sheets

FiBS ..... Forschungsinstitutes für Bildungs- und Sozialökonomie

HTML ..... Hypertext Markup Language

IQB ..... Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen

JS ..... JavaScript

KMK ..... Kultusministerkonferenz

LRS ..... Lese-Rechtschreib-Schwäche

MMI ..... Mensch-Maschine-Interaktion

SVG ..... Scaleable Vector Graphics

UI ..... User Interface

UX ..... User Experience

WBT ..... Web Based Training

1 Einführung und Motivation

Bereits im Grundschulalter ist die Antwort Mathematik auf die Frage nach dem Lieblingsfach ein kontroverses Thema. Während ein Teil der Schulkinder daran große Freude hat, empfinden andere es als schwer und unverständlich. Abneigung und fehlende Motivation dem Fach gegenüber können sich durch die gesamte Schullaufbahn ziehen. Dabei fördert Mathematik neben dem Erlernen von Rechenregeln auch das eigenständige Problemlösen und logisches Denken. Hilfreiche Fähigkeiten, die sowohl in weiteren Schulfächern als auch im späteren Alltag und Berufsleben von großem Nutzen sind. [Bru+23, S. 15f.]

Schulunterricht allein reicht nicht immer für die Mathematikbildung aus. Motivation, fehlender Fokus auf individuelle Bedürfnisse oder Lernschwächen können Gründe dafür sein, dass Schulkinder zusätzliche Förderung benötigen. Digitale Lernplattformen bieten, neben Förderunterricht in und außerhalb der Schule, eine Unterstützungsmöglichkeit für Lehrkräfte und Erziehungsberechtigte, um Schulkinder in Mathematik zu fördern. Anwendungen, die selbstständig von ihnen genutzt werden können, entlasten Lehrpersonal und Erziehungsberechtigte. Jedoch sind Lernangebote nicht gleich Lernangebote. Die geeignete, an die Zielgruppe angepasste Wissensvermittlung, ist eine wichtige Anforderung an ein geeignetes Weiterbildungsangebot. Des Weiteren soll es die Schulkinder ansprechen und motivieren. Sie sollen das Angebot selbstständig und eigenständig nutzen wollen sowie Spaß am Lernen haben und sich dem eigenen Fortschritt bewusst sein. [Bru+23, S. 245]

Es gibt zahlreiche Lernplattformen und Weiterbildungsangebote für Mathematik, die sich im Nutzungsgebiet und Anspruch an die Wissensvermittlung unterscheiden. In Duolingo [duo] beispielsweise wird Mathematik in thematisch passenden und visuell ansprechenden praktischen Aufgabensammlungen nähergebracht, doch es fehlt an theoretischen Erklärungen. Sofatutor [Gmba], eine Online-Lernplattform, bietet eine Vielzahl an theoretischen Lernvideos, die eigenständig oder in den Unterricht eingebaut werden können, die Anzahl an praktischen Übungen ist aber gering. Im Gegensatz dazu bietet die Webseite schlaukopf.de [Hic] eine Vielzahl an Übungen für diverse Themen, es fehlen jedoch Erklärungen zu den Aufgaben und ein ansprechendes Design.

Zwischen den bestehenden digitalen Lernangeboten besteht die Lücke in Form eines Angebots, welches Schulkindern im Grundschulalter visuell und strukturell selbstständiges und motiviertes Üben von Mathematik ermöglicht. Ein Angebot, das leicht zu navigieren und zu bedienen ist und gleichzeitig Schulkinder motiviert, sich mit einem Thema zu befassen, das ihnen schwerfällt. In der folgenden Arbeit soll ein prototypisches Weiterbildungsangebot entstehen, das sich zum Ziel setzt, Grundschulkinder der vierten Klasse mit Förderbedarf in Mathematik zu motivieren, eigenständig Aufgaben zu üben. Der Fokus soll dabei auf einem der Zielgruppe entsprechend angepassten User Interface (UI) und User Experience (UX) Design liegen.

1.1 Zielstellung

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit besteht in der Konzeption und prototypischen Umsetzung eines webbasierten Weiterbildungsangebots für Schulkinder der vierten Grundschulklasse mit Förderbedürfnis im Fach Mathematik. Im Fokus der Bestrebungen steht die Entwicklung eines Lernangebots, das neben fachlich fundierten Inhalten ein zielgruppengerechtes Design, intuitive Bedienbarkeit und motivierende Elemente umfasst. Der Prototyp zielt darauf ab, den Schulkindern die eigenständige und individuelle Übung zu ermöglichen. Die thematischen Inhalte basieren auf dem sächsischen Lehrplan für Mathematik in der Klassenstufe 4. Der regionale Fokus auf das Bundesland Sachsen ist aufgrund der lokalen Verankerung der Hochschule Mittweida sowie Teilnehmende der geplanten Zielgruppe an der Evaluation sinnvoll.

Im Rahmen der Arbeit wird der Fokus auf die Gestaltung des UI- und UX-Designs des Weiterbildungsangebots gelegt, um zu ermitteln, auf welche Art und Weise eine digitale Lernumgebung für Grundschulkinder konzipiert werden kann, die Freude und Motivation am Lernen weckt. In der vorliegenden Arbeit soll daher nicht nur auf technische und didaktische Faktoren, sondern auch auf psychologische und gestalterische Aspekte kindgerechter Lernangebote Rücksicht genommen werden. In der vorliegenden Arbeit sollen daher nicht nur technische und didaktische Faktoren, sondern auch psychologische und gestalterische Aspekte kindgerechter Lernangebote berücksichtigt werden. Die Zielsetzung besteht darin, ein Konzept für ein derartiges Angebot zu entwickeln, welches den Kindern nicht als Pflicht, sondern als eine spielerische Übungsmöglichkeit erscheint, ohne dabei qualitative Einbußen in fachlicher Hinsicht zu verzeichnen.

Daraus lässt sich folgende Forschungsfrage ableiten: Wie kann ein webbasiertes Weiterbildungsangebot für die vierte Grundschulklasse gestaltet werden, um Schulkinder mit Förderbedarf nachhaltig zur selbstständigen Wiederholung und Festigung von Lerninhalten im Fach Mathematik zu motivieren? Dafür wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit die dafür notwendige theoretische Grundlage erarbeitet und darauf basierend ein Konzept entwickelt, das die Möglichkeiten der selbstständigen und motivierten Wiederholung mathematischer Aufgaben erforscht.

1.2 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn wird im Kapitel 2 das notwendige theoretische Grundwissen für die Bearbeitung der Arbeit gegeben. Dazu zählen ein Überblick über die Inhalte und die Lehrweise von Mathematik im sächsischen Grundschulunterricht sowie die Beschäftigung mit dem Förderbedarf von Grundschulkindern. Es folgt ein Einblick in die Möglichkeiten des kindgerechten Webdesigns, basierend auf entwicklungspsychologischen Grundlagen der Zielgruppe. Weiterhin wird ein Einblick über multimediales Lernen, und wie es zielführend eingesetzt werden kann, gegeben.

Im Anschluss erfolgt im Kapitel 3 eine Bedarfsanalyse, die die Bedürfnisse und Anforderungen der Zielgruppe näher definiert sowie einen Überblick über die Vor- und Nachteile bereits bestehender Weiterbildungsangebote gibt. Durch eine Wettbewerbsanalyse wird eine Über-

sicht über mögliche Verbesserungen erschlossen, die in die darauf folgende Konzeption des Prototypen des Weiterbildungsangebots einfließt. Die Konzeption beschäftigt sich mit dem auf den erschlossenem Wissen stützenden Entwurf eines webbasiertes Weiterbildungsangebots.

Kapitel 4 enthält die Umsetzung der im vorherigen Kapitel finalisierten Konzeption des Angebots. Es folgt ein Überblick über die verwendeten Technologien und das Vorgehen bei der Entwicklung. Neben der Wahl der gestalterischen Elemente wird die Implementierung des webbasierten Weiterbildungsangebots beschrieben und ihre Funktionen näher beleuchtet.

Im Kapitel 5 Evaluation wird das Vorgehen des Testens des Prototypen beschrieben. Dafür wird das entwickelte Weiterbildungsangebot an einer Grundschule von Kindern der vierten Klasse getestet und anhand eines Interviews und einer Umfrage ausgewertet. Neben der Erklärung der Durchführung behandelt dieses Kapitel die ersten bereits bei der Evaluation aufgekommenen Erkenntnisse, gefolgt von der Auswertung der Einschätzungen der Teilnehmenden. Es folgt im Kapitel 6 die Zusammenfassung der Arbeit und ein auf den erschlossenen Kenntnissen basierender Ausblick.

2 Theoretische Grundlagen

Zum Verständnis der thematischen Grundlagen für die Erstellung der vorliegenden Arbeit werden im Folgenden die notwendigen Theorien und Begrifflichkeiten erläutert. Zu Beginn wird ein Überblick über die Lehrweise und die Inhalte des Mathematikunterrichts in der Grundschule gegeben. Es folgt die Grundlagen des UI- und UX-Designs mit Fokus auf die Zielgruppe der Grundschulkinder und ein Einblick in die Möglichkeiten des multimedialen Lernens.

2.1 Mathematik Grundschule

Der Mathematikunterricht vermittelt den Grundschulkindern grundlegende Kenntnisse in Arithmetik und Geometrie. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, mathematische Aufgaben aus ihrer Umwelt zu lösen. Der Unterricht stärkt die Wahrnehmungsfähigkeit und das Vorstellungsvermögen sowie das Betrachten und Diskutieren von Problemstellungen und deren Lösungen. Diese Fähigkeiten sind von fächerübergreifenden Nutzen und fördern außerdem die Entwicklung der Sprache, des Gedächtnisses und des Denkens der Grundschulkinder. [Sch19, S. 2]

Um ein zielführendes Weiterbildungsangebot für Kinder zu entwickeln, ist es notwendig, einen Einblick in die zu vermittelnden Inhalte und in sinnvolle Strategien zu deren Lehrweise zu bekommen. Das Verständnis der kindlichen Herangehensweise an mathematische Probleme ist für die Vermittlung unabdingbar. Ein Erwachsener, der bereits erlernte Routinen und Strategien zur Lösung mathematischer Probleme anwendet, ist nicht grundsätzlich in der Lage, einem Schulkind Mathematik verständlich beizubringen. Dieses löst Aufgaben mitunter anders als erwartet, weil es die mathematischen Regeln und Strategien nicht oder nur teilweise kennt und auf seinen eigenen, noch vergleichsweise geringen Erfahrungsschatz zurückgreift. Die Art und Weise, wie ein Kind an (mathematische) Probleme herangeht, sollte ernst genommen werden, auch wenn sie der Lehrkraft unlogisch erscheint. [Kra18, S. 1f.]

Der Abschnitt „Mathematik Grundschule“ enthält daher einen Überblick über die bundesweit festgelegten Bildungsstandards, d.h. die Kompetenzen, die ein Schulkind bis zur vierten Jahrgangsstufe beherrschen sollte,[Stä22, S. 1f] und die Inhalte des sächsischen Lehrplans für die vierte Jahrgangsstufe sowie das Vorgehen bei der individuellen mathematischen Förderung von Kindern.

2.1.1 Landesweite Bildungsstandards

Die Kultusministerkonferenz (KMK) hat in den Jahren 2003 und 2004 unter anderem für den Primarbereich (bis Jahrgangsstufe 4) bundesweit geltende Bildungsstandards verabschiedet. Dabei handelt es sich um Regelstandards, die angeben, welches Kompetenzniveau die Schulkinder in einem Fach durchschnittlich erreichen sollen. Darüber hinaus gewährleisten sie eine landesweite Transparenz der schulischen Anforderungen, die einen kompetenzorientierten Unterricht fördern und die Grundlage für eine allgemeine Leistungsüberprüfung bilden. [Stä22, S. 1f.]

Der Mathematikunterricht in der Grundschule umfasst neben dem Erlernen und Verstehen mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten auch das selbstständige Anwenden und Verknüpfen des Gelernten in mathematischen Problemstellungen. Die Schulkinder sollen in der Lage sein, Problemstellungen und Lösungswege zu kommunizieren, zu modellieren und zu begründen. Die Bildungsstandards gliedern sich in prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen, die am Ende der vierten Jahrgangsstufe in inner- und außermathematischen Kontexten beherrscht werden sollen. [Stä22, S. 7]

Die Kompetenzen sind drei Anforderungsbereichen zugeordnet:

- **Reproduzieren**
  Das Reproduzieren von mathematischem Grundwissen, das Ausführen erlernter Routinen und die Anwendung grundlegender Konzepte und Verfahren sind selbständig möglich.
- **Zusammenhänge herstellen**
  Schulkinder sind in der Lage, mathematische Zusammenhänge zu erkennen, Wissen miteinander verknüpfen und Aufgaben zu lösen, indem sie erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten anwenden.
- **Verallgemeinern und Reflektieren**
  Diese Kompetenz beschreibt die Übertragung und Anwendung erworbenen Wissens auf unbekannte Problemstellungen. Schulkinder sind in der Lage mathematischen Strategien und Schlussfolgerungen zu begründen und zu reflektieren. [Stä22, S. 9]

Die prozessbezogenen Kompetenzen in Mathematik werden in der direkten Anwendung erworben und sollten daher im Mathematikunterricht regelmäßig wiederholt werden. Die KMK hat sechs prozessbezogene Kernkompetenzen für das erfolgreiche Lernen und Anwenden von Mathematik definiert, die im Folgendem näher erläutert werden. [Stä22, S. 9]

Die Schulkinder sollen am Ende von Klasse 4 in der Lage sein, **(1) mathematisch zu argumentieren**. Diese Kompetenz beschreibt die Fähigkeit, mathematische Aussagen auf ihre Richtigkeit hin zu überprüfen, Vermutungen über Zusammenhänge anzustellen und diese begründen zu können. Unter der Kompetenz **(2) mathematisch kommunizieren** wird das zielgruppengerechte Erklären und Beschreiben von mathematischen Problemen, Lösungswegen und Ergebnissen verstanden. Darüber hinaus sollen Zusammenhänge erläutert und Lösungswege anderer nachvollzogen und hinterfragt werden können. Das **(3) mathematische Problemlösen** beschreibt die Kompetenz, selbstständig Lösungsansätze für Problemstellungen zu entwickeln, für die noch keine Strategien oder Routinen erlernt wurden. Dazu

gehören auch die Auswahl und der Einsatz geeigneter Hilfsmittel wie Tabellen oder Planfiguren, z. B. das Skizzieren einer geometrischen Figur vor der zeichnerischen Konstruktion, und das gegebenenfalls notwendige Überdenken und Anpassen des Lösungsansatzes. Unter **(4) mathematischem Modellieren** versteht man das Begreifen von Sachaufgaben und das Entnehmen von für die Aufgabenstellung relevanten Informationen. Auf der Grundlage dieser Informationen können Sachprobleme in eine mathematische Sprache übertragen werden, z. B. in Form von Termen, Gleichungen oder Abbildungen. Die Kompetenz des **(5) mathematischen Darstellens** beschreibt das Wiedergeben mathematischer Probleme in geeigneter Form sowie das Übertragen und Vergleichen von diesen. Die sechste Kompetenz, das **(6) Arbeiten mit mathematischen Objekten und Werkzeugen**, umfasst die Verwendung einer korrekten symbolischen und formalen Sprache in der Mathematik und deren Übertragung in die Alltagssprache und umgekehrt sowie den sachgerechten Umgang mit mathematischen Werkzeugen wie Lineal oder Zirkel. [Stä22, S. 10f]

Neben den prozessbezogenen Kompetenzen hat die KMK fünf inhaltsbezogene Kompetenzen als Leitideen für den Mathematikunterricht festgelegt. Der Erwerb dieser Kompetenzen beginnt im Primärbereich und setzt sich in der Sekundarstufe fort, so dass ein sinnvolles, auf dem erworbenen Wissen aufbauendes Lernen ermöglicht wird. [Stä22, S. 12]

Die Leitideen lauten:

- **Leitidee Zahl und Operation**
  Ziel dieser Leitidee ist es, den Schülerinnen und Schülern ein Verständnis für den Zahlenraum bis 1.000.000 zu vermitteln. Dazu gehört die sichere Anwendung der Grundrechenarten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division sowohl im Kopfrechnen als auch mit schriftlichen Rechenstrategien sowie das Überschlagen, Runden und Anwenden des Gelernten in Sachaufgaben. [Stä22, S. 14]
- **Leitidee Größen und Messen**
  Mit dieser Leitidee erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Grundlage über verschiedene Größen und das Messen dieser. Sie entwickeln ein Verständnis für die Größenvorstellungen von gebräuchlichen Größen (Länge, Gewicht, Zeit etc.). Sie sind in der Lage, diese mit geeigneten Hilfsmitteln zu messen und in den entsprechenden Einheiten anzugeben. Sie lernen, in größere oder kleinere Einheiten umzurechnen und in Sachaufgaben anzuwenden. [Stä22, S. 15]
- **Leitidee Muster, Strukturen und funktionaler Zusammenhang**
  Die Leitidee umfasst die Kompetenz, Gesetzmäßigkeiten in der Mathematik zu erkennen, zu beschreiben und darzustellen. Die Schulkinder sind in der Lage, Strukturen wie Zahlenfolgen, Gleichungen oder grafische Darstellungen zu verstehen und anzuwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage, funktionale Zusammenhänge zu erfassen, wie sie unter anderem in Tabellen oder in Sachsituationen (z. B. Zusammenhang zwischen Menge und Preis) zu finden sind. [Stä22, S. 15f.]
- **Leitidee Raum und Form**
  Zu den Kompetenzen, die im Rahmen dieser Leitidee vermittelt werden sollen, gehört das räumliche Vorstellungsvermögen, d. h. die Schülerinnen und Schüler können sich in einem Raum orientieren und Gegenstände in diesem Raum in räumliche Beziehung setzen. Sie sind in der Lage, geometrische Figuren und Abbildungen zu erkennen, zu benennen und darzustellen. [Stä22, S. 16f.]

- **Leitidee Daten und Zufall**
  Diese Leitidee schafft Kompetenz im Umgang mit Daten. Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, mit Daten umzugehen, d.h. Daten in einfachen Erhebungen zu sammeln, zu strukturieren und zu interpretieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Ereignisse in einfachen Zufallsexperimenten zu untersuchen und die Wahrscheinlichkeit des Eintretens alltäglicher Ereignisse abzuschätzen. [Stä22, S. 17f.]

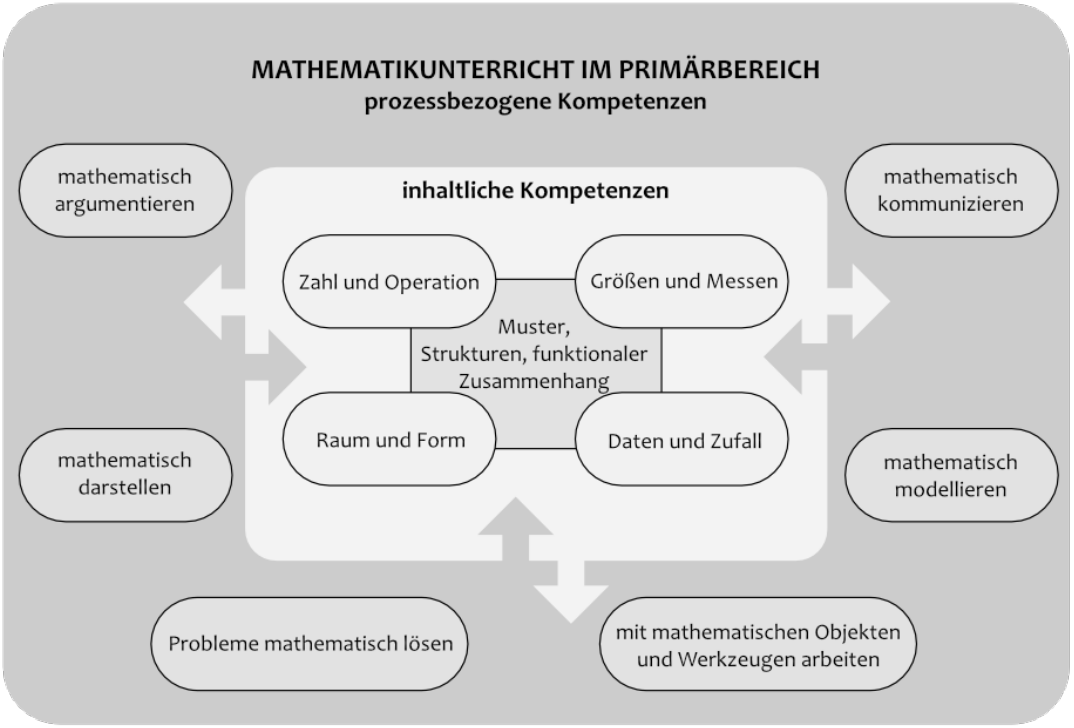

Abbildung 2.1: Zusammenspiel der Kompetenztypen nach der KMK [Stä22]

Die Abbildung 2.1 zeigt das Zusammenspiel der fünf Leitideen mit den prozessbezogenen Kompetenzen. Im Zentrum stehen die inhaltsbezogenen Kompetenzen, in deren Mitte die Leitidee **Muster, Strukturen und funktionale Zusammenhänge** zu finden ist. Ihr Kern, das Erkennen, Verstehen und Anwenden von Regeln und Gesetzmäßigkeiten in der Mathematik, spielt in allen weiteren Inhaltsbereichen eine große Bedeutung. Darauf aufbauend werden in den vier weiteren Leitideen die inhaltsbezogenen Kompetenzen vermittelt, die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Jahrgangsstufe 4 beherrschen sollen. Die inhaltlichen Leitideen stehen in wechselseitiger Beziehung zu den außen dargestellten prozessbezogenen Kompetenzen, die jeweils in den Themenkomplexen Anwendung finden. [Stä22, S. 13]

2.1.2 Sächsischer Lehrplan Grundschule 4. Klasse

Der sächsische Lehrplan für die Grundschule beinhaltet eine Auflistung verbindlicher Lernziele und -inhalte, die in den einzelnen Klassenstufen vermittelt werden. Dazu gehören sowohl fachspezifische Ziele als auch fächerübergreifender Unterricht und die Entwicklung definierter Lernkompetenzen. [Sch19, S.IV]

Die für das Fach Mathematik festgelegten Schwerpunkte orientieren sich an den nationalen Bildungsstandards und umfassen vier allgemeine Ziele: Die Wahrnehmungs- und Vorstellungsfähigkeit, der Umgang mit geometrischen Objekten, Zahlen und Größen, die mathematische Problemlösung und die Kompetenz sich sachlich und fachlich korrekt auszudrücken. Außerdem werden die zu vermittelnden Inhalte in die drei Bereiche Geometrie, Arithmetik und Größen unterteilt. [Sch19, S.2]

Wahrnehmung- und Vorstellungsfähigkeit
Schulkinder sind in der Lage, ihre Wahrnehmungs- und Vorstellungskraft zu nutzen, um sich an geometrischen Objekten im Raum zu orientieren. Darüber hinaus können Raum- und Flächeninhalte bestimmt werden. Kenntnisse über Symmetrien und Muster helfen ihnen, geometrische Figuren und arithmetische Strukturen zu erkennen oder vorteilhaft zu rechnen. Die Größenvorstellungen von Länge, Zeit, Masse und Raum werden vertieft und erweitert. Sie können weiterhin Daten erfassen, darstellen und vergleichen sowie Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen in Zufallsexperimenten bestimmen. [Sch19, S.26]

Umgang mit geometrischen Objekten, Zahlen und Größen
Geometrische Objekte und achsensymmetrische Darstellungen können auf verschiedene Weise dargestellt und nach ihren Eigenschaften und Beziehungen zueinander unterschieden werden. Umfang, Flächeninhalt und Rauminhalt einfacher geometrischer Objekte können bestimmt und Zusammenhänge zwischen geometrischen und arithmetischen Strukturen hergestellt werden, die zur Veranschaulichung und Berechnung von Aufgaben dienen können. Die Schulkinder sind zudem in der Lage, alle vier Grundrechenarten im Zahlenraum bis 1.000.000 zu lösen und dabei zu entscheiden, welcher Rechenweg (Kopfrechnen, halbschriftliches Rechnen oder schriftliches Rechnen) zur Lösung der gestellten Aufgabe am besten geeignet ist. Dabei sollen sie sich an die Überprüfung durch Analogie, Überschlag und Kontrollverfahren gewöhnen. Die Schülerinnen und Schüler können geeignete Größen in Sachaufgaben anwenden und schätzen. [Sch19, S.26]

Mathematische Problemlösungsfähigkeiten
Die Schülerinnen und Schüler sollen zunehmend selbstständig Strategien zur Analyse und Mathematisierung von Problemstellungen entwickeln. Dabei sollen sie Erfahrungen durch systematisches Ausprobieren von Lösungsansätzen sammeln und die erzielten Lösungswege und Lösungen überprüfen und bewerten können. Der sachgerechte Umgang mit Zeichen- und Messgeräten (Lineal, Zirkel etc.) ist ein weiteres Ziel. [Sch19, S.26]

Fähigkeit, sich sach- und fachlich korrekt auszudrücken
Die Schulkinder können Sachverhalte und ihr Vorgehen beim Lösen von Aufgaben in eigenen Worten wiedergeben, begründen und bewerten. Dabei verwenden sie auch bei umgangssprachlichen Zusammenhängen Fachbegriffe und fachspezifische Sprechweisen. [Sch19, S.26]

Im **Lernbereich 1 „Geometrie“** werden den Schulkindern in der 4. Jahrgangsstufe Kenntnisse über Lagebeziehungen und die gedankliche Orientierung im Raum vermittelt. Dazu gehören das Beschreiben von Wegen und das Bauen nach Vorlagen, das Zuordnen und Erstellen von Bauplänen und das Analysieren von Schrägbildern von Würfelkonstruktionen. Außerdem können lineare und ebene Figuren freihändig und mit Hilfsmitteln gezeichnet werden. Dazu gehören Linien und Geraden, Kreise und Kreisformen sowie Vierecke und Dreiecke. Flächeninhalte und Umfänge von ebenen Figuren können durch Zerlegen oder Messen der Figuren bestimmt werden. Neben den Flächen können die Eigenschaften bekannter Körper wie Quader, Würfel oder Kugel beschrieben und das Volumen eines Quaders mit Einheitswürfeln bestimmt werden. Die Schülerinnen und Schüler können achsensymmetrische Figuren zeichnen und lernen die notwendigen Fachbegriffe wie Flächeninhalt, Umfang und Symmetrie kennen. [Sch19, S.26ff.]

Der **Lernbereich 2 „Arithmetik“** umfasst die Übertragung bereits gelernter Strategien auf den erweiterten Zahlenraum von 1.000.000. Dazu gehört das Erarbeiten eigener Lösungswege bei Sachaufgaben, das Aufstellen von Termen und Gleichungen sowie die dazu notwendigen Skizzen, Tabellen oder Diagramme. Zuvor erlerntes Wissen wie das Lesen und Schreiben von Zahlwörtern sowie erlernte Rechenstrategien wie das Zerlegen von Zahlen in Stellenwerttafeln, das Rechnen mit Vielfachen und das Anwenden von Rechengesetzen können auf den erweiterten Zahlenraum übertragen werden. Die Schulkinder beherrschen die Grundrechenarten im Zahlenraum bis 1.000.000. [Sch19, S.28ff.]

Im **Lernbereich 3 „Größen“** wenden die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen über die Einheiten des Geldes an und können mit Geldbeträgen rechnen. Sie können mit den standardisierten und nicht-standardisierten Einheiten der Länge, Masse, Hohlmaße und Zeit umgehen und geeignete Einheiten auswählen. Sie sind in der Lage, in kleinere und größere Einheiten umzurechnen und Schätzungen, Messungen und Berechnungen von Zeitpunkten und Zeitspannen vorzunehmen.[Sch19, S.31f.]

Der **Lernbereich 4 „Verbindung von Geometrie und Arithmetik“** verknüpft das Erlernte in beiden Bereichen in Form von Sachverhalten, die die Schulkinder unter Anwendung der vier Grundrechenarten beschreiben und lösen können.[Sch19, S.32f.]

Der Lehrplan sieht weiterhin drei Wahlbereiche vor. Im **Wahlbereich 1** - „Das macht nach Adam Ries...“ erhalten die Schulkinder einen Einblick in das Leben und Wirken des Mathematikers und einen Überblick über alte Gewichts- und Flächenmaße sowie den Umgang mit einem Abakus. Im **Wahlbereich 2** - Mathematik zum Staunen und Spielen werden Denk- und Knobelaufgaben gestellt und alte Rechenspiele kennen gelernt. Der **Wahlbereich 3** - Mathematik in der Kunst konzentriert sich auf den Bereich der Geometrie und verbindet durch praktische Aufgaben wie Falten oder perspektivisches Zeichnen die Mathematik mit der Kunst. [Sch19, S. 32f.]

2.1.3 Förderbedarf

Die Lernvoraussetzungen der Kinder einer Klasse unterscheiden sich nach Geschlecht, Sprache, sozialer und kultureller Herkunft. Die Bildung möglichst leistungshomogener Lerngruppen ist die übliche organisatorische Maßnahme. Erkennbar ist dieses System u.a. an der Einteilung in verschiedene Schulformen (Grundschule, Förderschule, Hauptschule, Gymnasium etc.) und Klassenstufen. Die Folge ist ein wenig individualisierter Unterricht, der für den Durchschnitt ausreicht, aber nicht den individuellen Bedürfnissen eines Schulkindes gerecht wird. [SO10, S. 49f.]

Das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) beschäftigt sich unter anderem mit der Überprüfung und dem Vergleich der Bildungsstandards in den Bundesländern. Die neusten Erkenntnisse über die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler am Ende der Jahrgangsstufe 4 in den Fächern Deutsch und Mathematik wurden 2021 im Berichtsband IQB-Bildungstrends 2021 aufgeführt und zusammengefasst. Ziel der Überprüfung ist es, Entwicklungen im Bildungssystem zu beobachten, auf Basis der Auswertungen der vergangenen Jahre zu bewerten und gegebenenfalls zu überdenken. [Sta+22, S. 9]

In Anlehnung an die von der KMK festgelegten Kompetenzen und Leitideen für das Fach Mathematik wurden fünf Kompetenzstufen ausgearbeitet, wobei Stufe II den Mindeststandard, Stufe III dem Regelstandard, Stufe VI dem Regelstandard Plus und Stufe V dem Optimalstandard entspricht [Sta+22, S. 67]. Deutschlandweit erreichten 22% der Viertklässler und Viertklässlerinnen den Mindeststandard nicht, während 11% den Optimalstandard erreichten [Sta+22, S. 71].

Die Werte zeigen einen seit 2011 zu beobachtenden Kompetenzverlust, der 2021 einen neuen Tiefpunkt erreicht hat. Nur jedes zweite Kind beherrscht die erforderten Fähigkeiten, um den Regelstandard zu erreichen, jedes fünfte Kind verfehlt den Mindeststandard. Im Ländervergleich schneiden Bayern und Sachsen deutlich besser ab, Berlin, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen am schlechtesten. [Sta+22, S. 78f.]

Die Corona-Pandemie, die ab März 2020 zu Einschränkungen im Schulbetrieb wie zeitweilige Schulschließungen oder Wechselunterricht führte, verstärkte den Abwärtstrend. Lernbereiche, die anschauliche und bildliche Erklärungen erfordern, wie z. B. Geometrie oder Zufallsexperimente, konnten mangels Praxis nur eingeschränkt gelehrt und gelernt werden. Zudem waren Kinder mit Migrationshintergrund oder aus sozial benachteiligten Familien überproportional betroffen. Die Unterschiede im Bildungserfolg haben sich deutlich vergrößert. Der Bericht weist auf dringenden Handlungsbedarf bei der systematischen und frühzeitigen Förderung von Grundschulkindern hin, um das Erreichen von Mindeststandards für alle sicherzustellen. [Sta+22, S. 282ff.]

Für die Unterstützung lernschwacher Schülerinnen und Schüler kann zusätzlicher Förderunterricht sinnvoll sein, in dem individuell und flexibel auf die Probleme eines Kindes eingegangen werden kann. [SO10, S. 50] Der richtige Umgang mit Fehlern, die beim Üben auftreten, ist wichtig. Eine positive Konnotation von Fehlern als Teil des Lern- und Übungsprozesses ermöglicht es den Schulkindern, eigene Erfahrungen zu sammeln und zeigt den Lehrenden konkrete Schwachstellen auf, an denen angesetzt werden kann [SO10, S. 74].

2.2 Kindgerechtes UI- und UX-Design

Die Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Computersystemen unter Berücksichtigung der Bedürfnisse des Benutzers. Neben Informatikkenntnissen ist ein grundlegendes Verständnis der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung, der motorischen Fähigkeiten des Menschen und seines Wissens über die Interaktion mit Computersystemen notwendig, um zielgerichtete Anwendungen zu entwickeln. [BKV22, S. 2]

Das User Interface bezeichnet die Schnittstelle zwischen dem Mensch und des Computers. Es beschreibt alle Mittel und Methoden, die dem Menschen die Interaktion mit dem digitalen System ermöglichen. Dies umfasst sowohl die visuelle, auditive und taktil bedingte Interaktion in Form von Bildschirmoberflächen, Eingabegeräten als auch akustischem Feedback. [Tre12, S. 24f.]

Die Entwicklung digitaler Angebote auf Basis der Bedürfnisse der Benutzer wird als User Experience Design bezeichnet. In der DIN EN ISO 9241-11 wird User Experience als die Reaktion oder die Wahrnehmung beschrieben, die vor oder während der Nutzung eines Produktes, eines Systems oder einer Dienstleistung auftritt [18, S. 12]. Beim UX-Design wird das Erleben des Nutzenden in den Mittelpunkt der Entwicklung gestellt, mit dem Ziel der Erzeugung möglichst vieler positiver Emotionen [Mos12, S. 2f]. Der Begriff User Experience wird zudem gelegentlich mit dem Begriff Usability gleichgesetzt. Usability ist auf die Benutzbarkeit und Effektivität einer Anwendung ausgerichtet und beschreibt einen Teilbereich der User Experience. Häufig ist eine gute Usability der Grund dafür, dass auch das Nutzererlebnis als positiv empfunden wird. Sie ist jedoch keine hinreichende Bedingung dafür. [BKV22, S. 170f.]

Ein weiteres Teilgebiet von MMI ist das Interaktionsdesign. Darunter versteht man die Entwicklung von interaktiven Benutzerschnittstellen. Die Interaktion eines Kindes mit dem Computer unterscheidet sich von der eines Erwachsenen. Kinder personalisieren den Computer wie ein Spielzeug. Ein kommentiertes Computerspiel, das z. B. aktiv mit dem Kind interagiert und ihm Lob ausspricht, kann ihm den Eindruck vermitteln, etwas Lebendiges zu sein. Die Entwicklung von Benutzeroberflächen für Kinder wird auch als Interactive Design and Children bezeichnet. [LE11, S. 5f.]

2.2.1 Entwicklungspsychologische Grundlagen

Um bei der Entwicklung eines digitalen interaktiven Angebots auf ein kindgerechtes UI- und UX-Design zu achten, müssen zunächst entwicklungspsychologische Grundlagen geklärt werden. Das bedeutet, es braucht einen Einblick darüber, welche Fähigkeiten Kinder im Grundschulalter bereits haben und welche Aspekte bei der Gestaltung solcher Angebote zu beachten sind.

Kognitive Entwicklung und Wahrnehmung
In den 1980er Jahren entwickelte John Sweller die Cognitive Load Theory (CLT)-Theorie, die sich damit beschäftigt, wie Lernende Informationen verarbeiten und welche kognitiven Anforderungen dabei entstehen. Diese Theorie stellt die Annahme auf, dass das Arbeitsgedächtnis

nur über eine begrenzte Kapazität verfügt und daher durch zu hohe kognitive Belastung überfordert werden kann. Ziel der CLT ist es, Lernmaterialien und Lernprozesse so zu gestalten, dass sie das Arbeitsgedächtnis optimal unterstützen und Überlastungen vermeiden. [SAK11, S. 237ff.]

Sweller unterscheidet dabei in die intrinsische kognitive Belastung, die Lernmaterialen inherent mit sich bringen, und die externe kognitive Belastung, welche die Art und Weise beschreibt, wie dieses Material aufbereitet wird. Beide Belastungen werden durch den menschlichen Arbeitsspeicher bewältigt. [SAK11, S. 57]

Aus der CLT lassen sich Schlussfolgerungen für die angemessene Gestaltung von physischen und digitalen Lernmaterialien ziehen, um ein geeignetes Belastungsniveau für die Lernenden zu erreichen. Die externe kognitive Belastung kann durch die Reduzierung der zu interagierenden Elemente verringert werden, was insbesondere Anfängern das Lernen erleichtert. Eine zu hohe Variabilität könnte sonst zu einer kognitiven Überlastung führen. Die intrinsische Belastung kann nicht verändert werden. Nur durch die Anpassung der zu erreichenden Ziele kann die Belastung verringert oder erhöht werden. [SAK11, S. 217f.]

Während die kognitive Leistungsfähigkeit von Kindern mit zunehmendem Alter steigt, können selbst in gleichen Altersgruppen deutliche Unterschiede festgestellt werden [LVL24, S. 161]. Nach Anderson [And92] lässt sich das durch drei Komponenten begründen: allgemeine Intelligenz, domänenspezifische Wissenssysteme und unterschiedliche Lernerfahrungen.

Kinder im Grundschulalter verfügen bereits über eine differenzierte Wahrnehmungsfähigkeit, die es ihnen ermöglicht, einzelne Aspekte ihrer Umwelt gezielt herauszufiltern und zu analysieren. Nach Liebal & Exner [LE11] verfügen Kinder in diesem Alter über eine analytische Wahrnehmung, bei der sie nicht mehr ausschließlich auf auffällige Reize angewiesen sind, sondern auch Einzelheiten gezielt wahrnehmen können. [LE11, S. 18]

Auch die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit zu steuern, entwickelt sich in dieser Altersgruppe weiter. Vorschulkinder können ihre Aufmerksamkeit durchschnittlich 8 bis 15 Minuten aufrechterhalten und Grundschulkinder sind zunehmend in der Lage, ihre Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf eine Aufgabe zu richten. [LE11, S. 19]

Sprachliche Besonderheiten

Die Sprachentwicklung ist im Schulalter weit fortgeschritten. Es wird geschätzt, dass Kinder bei der Einschulung im Alter von sechs Jahren über einen aktiven Wortschatz von ca. 9.000 bis 14.000 Wörtern verfügen, der im Laufe der Schulzeit zunimmt [Kau12, S. 43f.]. Schätzungen zufolge können Schüler der fünften Klasse auf 40.000 Wörter zurückgreifen [AMW93, S. 138]. Neben dem Wortschatz entwickeln sich im Grundschulalter auch die sprachlichen Fähigkeiten weiter. Die Kinder sind in der Lage, grammatikalisch weitgehend korrekte Sätze zu bilden und beginnen mit der Verwendung komplexer Satzstrukturen wie z. B. Passivkonstruktionen [Sie+16, S. 255].

Gleichzeitig existieren noch Grenzen im Sprachverständnis: Ironie, Mehrdeutigkeit und Metaphern werden oft wortwörtlich verstanden und können zu Missverständnissen führen. Deshalb ist es besonders bei der Gestaltung von Lernmedien und -texten wichtig, auf eine klare, einfache und direkte Sprache zu achten. [LE11, S. 30]

Motorische und technische Kompetenzen
Mit zunehmendem Alter entwickeln Kinder auch ihre feinmotorischen Fähigkeiten weiter. Im vierten Schuljahr sind sie in der Lage, mit der Computermaus zielgerichtet und präzise zu arbeiten, einfache Tastenkombinationen zu nutzen sowie Touchscreens zu bedienen [LE11, S. 33]. Diese technischen Grundkompetenzen bilden eine wichtige Grundlage für den Umgang mit digitalen Lernangeboten.

Dennoch bestehen in diesem Alter noch gewisse Einschränkungen im Hinblick auf die Ausdauer und die koordinative Feinabstimmung. Deshalb sollten Bedienelemente großflächig und gut erkennbar gestaltet sein. Ebenso empfiehlt sich die Vermeidung motorisch anspruchsvoller Interaktionen wie Doppelklicks, Pop-up-Menüs oder Hover-Effekte, die eine exakte Handführung erfordern [LE11, S. 136ff].

2.2.2 Usability und Interaktionsdesign für Kinder

Bei Softwareangeboten für Kinder sind die Benutzerfreundlichkeit und die leichte Verständlichkeit der Interaktionsmöglichkeiten von großer Bedeutung. Die drei Prinzipien der Usability bieten eine Orientierung für die Konzeption und Entwicklung von Software für Kinder: **Effektivität** bezieht sich darauf, wie genau und vollständig ein gewünschtes Ziel erreicht wird, **Effizienz** beschreibt den Aufwand, um dieses Ziel zu erreichen, und **Zufriedenheit** gibt an, ob das Ziel ohne Hindernisse erreicht wurde und damit ein positives Gefühl beim Benutzer hinterlassen hat. [LE11, S. 9f.]

Effektivität bezieht sich auf das Ausmaß, in dem ein Kind in der Lage ist, eine gestellte Aufgabe erfolgreich zu lösen. Effizienz beschreibt dabei sowohl den zeitlich als auch den in Bezug auf mentale oder technische Anforderungen benötigenden Aufwand eines Kindes, um diese Aufgabe zu bewältigen. Das Kriterium der Zufriedenheit spielt eine zentrale Rolle für die Motivation der Kinder. Eine Anwendung sollte nicht nur funktional sein, sondern auch Spaß machen und positive Erlebnisse ermöglichen. Gerade bei Kindern, die Lernprozesse stark emotional verarbeiten, trägt eine motivierende Benutzerführung wesentlich dazu bei, dass das digitale Angebot wiederholt und mit Freude genutzt wird.[LE11, S. 10f.]

Im Kontext von Lernapplikationen sollte bei der Entwicklung von konkreten Aufgaben und deren Lösungswegen der Fokus auf Effektivität und Effizienz liegen, da der Wissenszuwachs im Vordergrund steht. Zufriedenheit und Spaß dienen der Motivation und können die Freude am Lernen steigern. Die Steuerung und Navigation sollte einfach und leicht verständlich sein und sich an den Fähigkeiten und Fertigkeiten des Kindes orientieren. Eine komplexe Menüstruktur oder Tastenkombinationen in Lernanwendungen können Ursache für Verweigerungsverhalten und Motivationsverlust sein. Des Weiteren sind Kinder in der Lage, den

Unterschied zwischen Spielen und Lernen zu erkennen. Lernanwendungen sollten kurze und interessante Lektionen enthalten, die Kinder zur Interaktion auffordern und ihr Interesse an den Inhalten wecken. [LE11, S. 11]

2.2.3 Gestaltungsempfehlungen für kindgerechte Lernmedien

Navigation und Benutzerführung
Komplexe Navigation wird von Kindern nur schwer erfasst, dadurch werden maximal drei Navigationsebenen empfohlen. Eine Navigation sollte an einer festen Position liegen und sich nicht verändern. Es bietet sich an Symbole und Text zu kombinieren (beispielsweise ein Hilfsmenü mit einem Fragezeichen zu untermalen). Aufgrund einer geringeren Feinmotorik sollten Klickflächen großflächig gestaltet sein und aus dem gleichen Grund Doppelklicks vermieden werden. Pop-Up Menüs und Hover-Menüs sind für Kinder motorisch schwer steuerbar. [LE11, S. 136ff.]

Sprache und Textgestaltung
Kinder nehmen Sprache wortwörtlich, wodurch Ironie und Metaphern missverstanden werden können und vermieden werden sollten. Es empfehlen sich kurze, klare Sätze und Aufgabenstellungen mit einem einfachen Wortschatz und ohne Fremdwörter. Kinder sollten direkt angesprochen werden (beispielsweise: Klicke hier). Text kann mit Bildern verdeutlicht werden. [LE11, S. 29f.]

Visuelle Gestaltung und Layout
Ein kindgerechtes Design erfordert eine Balance zwischen visuell ansprechend, wenig ablenkend und funktional. Wichtige Elemente können durch Primärfarben und klare Kontraste hervorgehoben werden. Symbole und Bilder können Funktionen erklären und sollten groß, verständlich und nicht komplex sein. Bei Animationen und Interaktionen sollten sanfte Bewegungen im Vordergrund stehen, da blinkende Elemente auf Dauer zu einer Überreizung führen können. Neben einem simplen, wenig überladenen Bildschirm mit wenigen Elementen, ist eine große Schriftart und eine gut lesbaren, serifenlosen Schrift wichtig. [LE11, S. 139ff.] [LE11, S. 153f.]

Damit die Farbgestaltung für Kinder geeignet ist, muss zunächst geklärt werden, welche Wirkungen einzelne Farben hervorrufen können und welche symbolische Bedeutung ihnen nachgesagt wird. Denn Farben können sowohl positive als auch negative Wirkungen und Assoziationen in Menschen auslösen. Obwohl kulturelle Aspekte dabei eine Rolle spielen, gibt es ein davon unabhängiges, allen Menschen innewohnendes Muster. [WL18, S. 59]

Tabelle 2.1: Farben und ihre Wirkung [WL18]

Farbe	Assoziierte Eigenschaften und Wahrnehmung
rot	Kraft, Mut, Liebe, Fruchtbarkeit, Opferbereitschaft, Hass, Aggression, Sünde, Wärme, Warnung
grün	Natur, Gift, Neid, Leben, Hoffnung, Jugend, Großzügigkeit, Zuversicht, Frische, Gleichgültigkeit, Stagnation, Gift, Positivität
blau	Kälte, Sehnsucht, Sanftheit, Tiefe, Lüge, Wahrheit, Traum
gelb	Sonne, Sommer, Mond, Gold
Braun	Kaffee, Schokolade, Erde, Holz, Leder, Schmutz

Die Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über ausgewählte Farben und ihre Assoziationen. Die hauptsächliche Assoziation des Menschen mit der Farbe **Rot** ist das Feuer, das einerseits für Licht und Wärme, andererseits aber auch für Gefahr steht [WL18, S. 58]. Die Farbe **Grün** wird in vielen Kulturen mit dem Frühling und dem Wachstum in Verbindung gebracht und steht für die Natur und das Leben [WL18, S. 64f.]. Mit der Farbe **Blau** wird Entspannung und Ruhe assoziiert, negative Assoziationen sind Kälte und Lüge [WL18, S. 70]. Die Farbe **Gelb** gilt als Farbe der Reife und des Herbstes und wird je nach Kultur als angesehene Würdefarbe oder als Schandfarbe eingestuft [WL18, S. 75f.]. **Braun** wird der Farbfamilie Orange zugeordnet und ihr werden Freundlichkeit und Geduld als positive Eigenschaften zugesprochen [WL18, S. 92f.].

Interaktivität und Rückmeldung
Kinder erwarten eine aktive Auseinandersetzung mit der Seite. Das bedeutet, dass interaktive Inhalte sichtbare Reaktionen beinhalten und bei der Lösung von Aufgabenstellungen eine sofortige Rückmeldung erhalten wird. Bei anklickbaren Objekte wird durch Animationen die Interaktionsmöglichkeit hervorgehoben. Lernspiele und Quizze können motivieren und die Interaktion fördern. Wichtig ist, dass die Interaktionen zielgerichtet sind und einen bestimmten Zweck erfüllen, anstatt reine Ablenkung darzustellen.[LE11, S. 125ff.]

Bestätigung und Erfolgserlebnisse motivieren Kindern. Jede Aktion sollte ein sofortiges Feedback generieren. Sterne und Punkte bei abgeschlossenen Aufgaben sowie ein sichtbarer Fortschrittsbalken können ein Erfolgserlebnis erleben lassen. Anstatt negativem Feedback werden Hinweise und Aufmunterungen genutzt, außerdem sollten Belohnungen nicht nur am Ende sondern auch im Verlauf der Aufgabenbewältigung gegeben werden. [LE11, S. 31]

Motivation und Belohnungssysteme
Um die Aufmerksamkeit von Kindern im Grundschulalter aufrechtzuerhalten, bietet sich die Darstellung der Inhalte in kurze, in sich abgeschlossene Lerneinheiten von etwa 10–15 Minuten an. Eine episodische Struktur in Form von Levels oder Kapiteln erleichtert die Orientierung und fördert die Motivation. Belohnungssysteme, etwa durch freischaltbare Inhalte oder sichtbare Fortschritte, tragen zusätzlich zur Aufrechterhaltung der Lernbereitschaft bei. Eine erzählerische Rahmung mit einer klaren Geschichte kann emotionale Bindung aufbauen und dem Lernprozess eine sinnvolle Einbettung geben. Besonders motivierend wirken personalisierbare Avatare oder eine wiederkehrende Begleitfigur, die Kinder durch die Anwendung führt und Feedback gibt. [LE11, S. 177]

Fehlertoleranz und Benutzerunterstützung
Die Fehlertoleranz bei Kindern wirkt sich stark auf die stetige Motivation auf. Es sollte darauf geachtet werden, dass es keine harten Zurücksetzungen der Aufgaben- und Interaktionsmöglichkeiten gibt. Visuelle Hinweise können das Verständnis erleichtern. Auch ein Klickschutz kann hilfreich sein, um funktionale Fehler zu vermeiden. Wichtig ist eine klare und einfache Navigation zu bekannten Punkten. [LE11, S. 125ff]

2.3 Multimediales Lernen

Beim multimedialen Lernen erfolgt der Wissenserwerb durch die Kombination verschiedener Darstellungsformen wie Text, Bild, Ton, Animation und interaktiven Elementen. Nach der **kognitiven Theorie des multimedialen Lernens** nach Mayer [May05] ist das Lernen am effektivsten, wenn Informationen gleichzeitig verbal und visuell präsentiert werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass die kognitive Belastung in einem verarbeitbaren Rahmen bleibt.[May05, S. 2f.] [May05, S. 46f.]

Insbesondere im Grundschulbereich bietet multimediales Lernen vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Durch die Kombination von Text, Bild, Ton und interaktiven Elementen können Kinder mit Leseschwierigkeiten und geringer Konzentrationsfähigkeit bestimmte Inhalte besser erfassen. Studien zeigen, dass durch den Einsatz von Erklärvideos, interaktiven Aufgaben und grafischen Darstellungen Lehrinhalte nachhaltiger verstanden werden und sich besser an diese erinnert wird [MM07, S. 320].

Allerdings ist zu beachten, dass mehr Interaktivität nicht zwangsläufig besseres Lernen bedeutet. Überladene multimediale Inhalte erhöhen die kognitive Belastung, können ablenken und damit das Lernen behindern. Am effektivsten sind interaktive Lernumgebungen, die gezielt Feedback geben und den Lernprozess begleiten, insbesondere wenn sie die Lernenden aktiv einbeziehen. [CM16]

2.3.1 Mediengestütztes Lernen

Der Begriff „Lernen mit Medien“ beschreibt pädagogische Szenarien, in denen analoge oder digitale Medien gezielt zur Unterstützung von Lernprozessen eingesetzt werden. In der Grundschule kommen dabei vor allem digitale Tafeln, Lernsoftware, Tablets und Lernplattformen zum Einsatz. Medien dienen dabei nicht nur als Transportmittel für Inhalte, sondern können Lernprozesse strukturieren, aktivieren und individualisieren. [THG21, S. 90ff.]

Mediengestütztes Lernen lässt sich in verschiedene Szenarien einteilen. Werden Lerninhalte durch einen Computer vermittelt, spricht man von **Lernprogrammen**. Man unterscheidet zwischen Computer Based Training (CBT), das lokal auf dem Computer abläuft, und Web Based Training (WBT), bei dem die Inhalte über das Internet zur Verfügung gestellt werden. Diese Programme behandeln neben alltäglichen Fragen, z. B. für die theoretische Fahrprüfung, auch Lerninhalte zu wissenschaftlichen Themen. Die Lernenden können selbst entscheiden, wann, wo und wie lange sie lernen. Sie wählen die Inhalte aus und bestimmen das Lerntempo. Lernmaterialien und Übungen können beliebig oft wiederholt werden und Testprogramme helfen, den Lernfortschritt zu überprüfen. Lernprogramme sind eine bekannte Form des digitalen Lernens und werden häufig in Kombination mit anderen Elementen eingesetzt. [Ker18, S. 7]

Digitale Werkzeuge unterstützen die Verarbeitung und Aneignung von Informationen, da das Lernen durch eine Umgebung gefördert wird, die zur Auseinandersetzung mit Inhalten anregt und neue Einsichten ermöglicht. Die aktive Auseinandersetzung mit Themen, z. B. durch das Zusammenfassen eines Textes, führt zu tieferem Lernen und zur Verankerung

von Wissen. Je nach Aufgabenstellung können digitale Werkzeuge den Prozess unterstützen, vereinfachen und verkürzen. Computer werden hier als **kognitive Werkzeuge** verstanden, die durch geeignete Software (z. B. Grafikprogramme zur Erstellung von Visualisierungen) die Generierung und Verarbeitung von Informationen unterstützen. Der Einsatz ist vielfältig und ermöglicht sowohl individuellen als auch gemeinsamen Austausch. [Ker18, S. 8f.]

Computersimulationen zur Veranschaulichung und Schulung gibt es bereits seit den 1990er Jahren. Ein bekanntes Beispiel ist der Flugsimulator, mit dem die Bedienung komplexer Systeme gefahrlos trainiert werden kann. So werden beispielsweise in der Pilotenausbildung Simulatoren eingesetzt, in denen die Kandidaten Starts, Landungen, technische Notfälle und Wetterbedingungen üben können. Es gibt Simulatoren als Software für den PC, aber auch große Simulatoren mit beweglichen Cockpits, die das Fluggeschehen realistisch nachbilden. Computersimulationen werden auch in anderen Bereichen eingesetzt, um den Umgang mit komplexen technischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Systemen zu vermitteln. Sie sind dann effektiv, wenn die Funktionsweise der Systeme gut bekannt ist. **Digitale Spiele** sind Simulationen ähnlich. Die Spielenden haben die Möglichkeit, Aufgaben in imaginären Welten zu erfüllen, die Spaß machen und Neugierde wecken sollen, während sie beiläufig Wissen vermitteln. Es wird unterschieden zwischen Lernspielen, die mit einem bestimmten Lernziel verbunden sind, und Spielanwendungen ohne didaktische Intention. Bei letzteren ist noch unklar, ob und wie das dort erworbene Wissen auf Anwendungsbereiche außerhalb des Spiels übertragen wird. [Ker18, S. 11ff]

2.3.2 Gamification beim Lernen

Gamification ist ein Konzept, das ursprünglich aus der Spielewelt stammt und zunehmend in verschiedenen Bereichen des täglichen Lebens Anwendung findet, darunter auch im Bildungsbereich. Es bezeichnet die Integration spieltypischer Elemente in nicht-spielerische Kontexte wie Bildung oder Arbeit in Form von Punkten, Leveln, Abzeichen, Avataren oder Herausforderungen, um Lernprozesse zu motivieren und zu strukturieren [Kim+17, S. 27f.]. Dahinter steht die Idee, das natürliche Spielverhalten von Kindern zu nutzen, um Lernfreude, Motivation und Durchhaltevermögen zu fördern. Spiele und Interaktionsmöglichkeiten reizen Kinder mehr, als die generelle Möglichkeit Wissen zu lernen oder zu festigen [LE11, S. 54].

Motivation ist ein zentraler Aspekt für den Lernerfolg und Gamification bietet hier einen effektiven Ansatz. Laut einer Studie von Nah et al. ([Nah+14]) können spielerische Elemente die intrinsische Motivation von Lernenden steigern, indem sie ein Gefühl der Belohnung und des Fortschritts vermitteln. Kinder, die in einer gamifizierten Lernumgebung arbeiten, entwickeln ein größeres Interesse an den Inhalten und sind eher bereit, sich mit den Aufgaben auseinanderzusetzen. [Nah+14, S. 304f.]

Gamification fördert jedoch nicht nur die Motivation, sondern kann auch die Art und Weise verändern, wie Kinder mit Lerninhalten interagieren. Interaktive Aufgaben, die Teil eines gamifizierten Lernprozesses sind, ermöglichen es den Schülern, Wissen aktiv anzuwenden, anstatt es passiv zu konsumieren. Das Auseinandersetzen mit Computerspielen fördert interaktives

Lernen, die Problemlösungsfähigkeiten und das kritische Denken der Schuldkinder, da sie direkt mit den Herausforderungen konfrontiert werden und ihre Entscheidungen unmittelbare Auswirkungen haben. [Gee14, S. 44f.]

3 Analyse und Konzeption

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Eigenschaften und Bedürfnisse der Zielgruppe von Grundschulkindern der vierten Klassenstufen gegeben. Darüber hinaus wird eine Analyse der bestehenden digitalen Lernangebote vorgenommen. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wird nachfolgend ein Konzept für ein webbasiertes Weiterbildungsangebot entwickelt. Ziel dieses Angebots ist es, basierend auf den theoretischen Grundlagen, die Motivation und das eigenständige Arbeiten der Teilnehmenden zu fördern.

3.1 Zielgruppenanalyse

Die Zielgruppenanalyse dient dazu, die Bedürfnisse, Merkmale und Erwartungen einer spezifischen Zielgruppe zu verstehen und darauf basierend geeignete Produkte oder Dienstleistungen zu entwickeln. Das in dieser Arbeit entwickelte Weiterbildungsangebot richtet sich an Grundschulkinder der 4. Klasse aus Sachsen. Die Analyse umfasst demografische, psychografische und verhaltensbezogene Merkmale dieser.

Die Zielgruppe umfasst Schülerinnen und Schüler der 4. Klasse, typischerweise im Alter von 9 bis 10 Jahren. Die Schulkinder stammen aus Sachsen, einem Bundesland im Osten Deutschlands. Die geographische Lage ist wichtig, da regionale Unterschiede in Bildungseinrichtungen, Internetzugang und der Nutzung digitaler Lernplattformen bestehen können. Laut dem sächsischen Schulgesetz ist „[der] Erziehungs- und Bildungsauftrag[s] der Schule durch [...] das Recht eines jeden jungen Menschen auf eine seiner Fähigkeiten und Neigungen entsprechende[n] Erziehung und Bildung ohne Rücksicht auf Herkunft oder wirtschaftliche Lage“ bestimmt (§1 Absatz 2, SächsSchulG). In der Grundschule soll durch eine gemeinsame Wissensaneignung der Grundlagen die Entfaltung der Persönlichkeit der Schulkinder in einer Gemeinschaft unterstützt werden. Dazu zählen die Entwicklung von Methoden-, Lern- und Sozialkompetenzen. Dabei soll die Individualität eines jeden Kindes angenommen und entsprechend seiner Voraussetzungen optimal unterstützt und gefördert werden. [Com04, S. 3]

Grundschüler der 4. Klasse befinden sich in einer Entwicklungsphase, in der sie zunehmend selbstständig lernen, jedoch auch Unterstützung und Motivation durch externe Quellen benötigen. Sie sind neugierig, aber oft auch ungeduldig, was den Lernprozess betrifft.

Kinder der 4. Klasse sind in der Regel technikaffin und mit digitalen Medien vertraut, auch wenn der Zugang zu digitalen Lernplattformen zu Hause nicht überall gleich ist. [Lad22, S. 189f.] In Sachsen gibt es einen relativ hohen Grad an Internetnutzung, allerdings besteht je nach Region und Haushalt auch ein gewisser digitaler Unterschied. Besonders in ländlicheren Gegenden könnte der Zugang zu stabilen Internetverbindungen und digitalen Geräten eingeschränkt sein [Cor+22, S. 27]. Medienbildung und Digitalisierung der Schulen ist ein zentraler Punkt der Digitalstrategie des Freistaates Sachsens. [Cor+22, S. 31f]

Die Plattform sollte mit dem sächsischen Lehrplan für Mathematik der 4. Klasse übereinstimmen. Dies umfasst die Themen Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Geometrie (z. B. Formen und Größen) und das Verständnis von Zahlenräumen [Sch19]. Eine genaue Anpassung an die Lernziele des Lehrplans kann sicherstellen, dass die Plattform den schulischen Anforderungen gerecht wird.

3.2 Wettbewerbsanalyse

Weiterbildungsangebote und Lernplattformen für das Üben und Festigen schulischer Kompetenzen existieren für eine Vielzahl an Fächern. Im Folgenden werden bestehende digitale Lernangebote für das Fach Mathematik näher betrachtet, die sich unter anderem an die Zielgruppe (Grundschüler der Klassenstufe 4) richten. Ziel der Analyse ist das Identifizieren von Stärken und Schwächen der jeweiligen Lernprogramme, um den in dieser Arbeit entstehende Prototyp in die Angebotslücke einzuordnen.

3.2.1 Duolingo

Duolingo [duo] ist eine vorrangig für Sprachen konzipierte Lernplattform, die weltweit Menschen kostenfrei zum Lernen motiviert . Zusätzlich bietet die Plattform seit 2023 Musik und Mathematik als Kurs an und fördert das Lernverhalten durch Gamification Elemente. Nutzende der Lernapp haben die Möglichkeit zwischen einfachen Grundlagen und fortgeschrittenen, an den Alltag angepassten Aufgaben zu entscheiden. Mit Hilfe von interaktiven und animierten Aufgaben soll die Motivation gefördert werden. [Tea].

Darin liegt die Stärke von Duolingo. Mit einem Belohnungssystem, bei dem es für erledigte Aufgaben Punkte und Abzeichen geben kann, hält die Plattform Lernende über einen längeren Zeitraum motiviert. Hinzu kommt eine einfach zu bedienende App mit klarer Struktur

Abbildung 3.1: Ausschnitte Mathekurs Duolingo [duo]

und adaptiven Lernmethoden. Mittels Artificial Intelligence (AI) wird die Schwierigkeit der Aufgaben individuell auf den Nutzenden abgestimmt. Neben klassischen Multiple-Choice- und Freitextaufgaben, bietet Duolingo interaktive Storys und Podcasts an. Duolingo verfolgt das Ziel, dass das Lernen statt durch ein Lehrbuch spielerisch erfolgt. [Cas]

Ausführliche Grammatiklektionen fehlen, stattdessen konzentriert sich das Lernen auf konkrete Anwendungsbereiche und Praxisbeispiele. Obwohl Studien von Xiangying et al. [SJP24] und Plonsky et al. [Jia+24] bestätigen, dass der Ansatz für das Erlernen neuer Sprachen auf einem grundlegendem Niveau durchaus erfolgversprechend ist, lässt sich eine Schwäche in Hinblick auf den Mathematikkurs ableiten. Bekannte Konzepte wie Addition und Subtraktion können wie in Abbildung 3.1 zu sehen geübt werden, jedoch fehlen Hilfestellungen und Erklärungen, wenn Verständnisprobleme vorliegen. Eine tiefere und strukturierte Auseinandersetzung mit einzelnen Themenbereichen fällt weg. Duolingo möchte Mathematik für jeden zugänglich machen, die Hauptzielgruppe der App liegt jedoch bei Schülerinnen und Schülern weiterführender Schulen und Erwachsenen [Tea]. Diese sind in der Lage, auf bestehendes Wissen zurückzugreifen, doch für Grundschulkinder fehlen Erklärungen und ein ausführliches Angebot an altersgerechten und an den Lehrplan ausgerichteten Aufgaben.

3.2.2 sofatutor.com

Sofatutor.com ist eine Online-Nachhilfeplattform, die digitale Unterrichtsinhalte und außerschulische Nachhilfe für Schüler aller Jahrgangsstufen und in allen geläufigen Schulfächern bietet. Neben einem Lernspiel und themenbezogenen Arbeitsblättern bietet die Plattform eine 24h-Hilfe in Form eines Chats [Gmba]. Mit mehr als 9000 Lernvideos, 44000 interaktiven Übungen und 7000 Arbeitsblättern bietet die Lernplattform ein ausführliches und flexibles Angebot für Kinder und Jugendliche an [Gmbb].

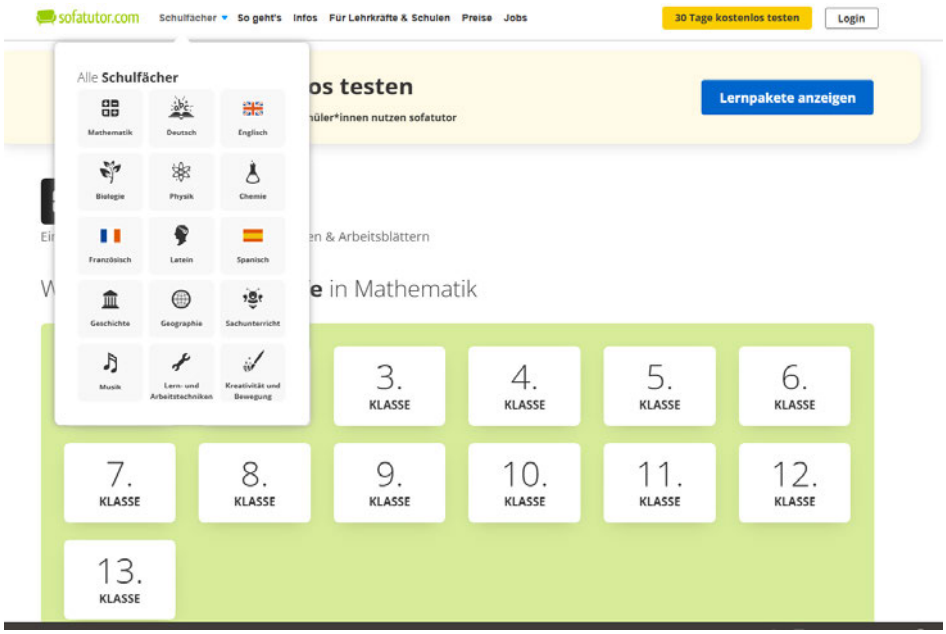

Abbildung 3.2: Ausschnitt Sofatutor.de [Gmba]

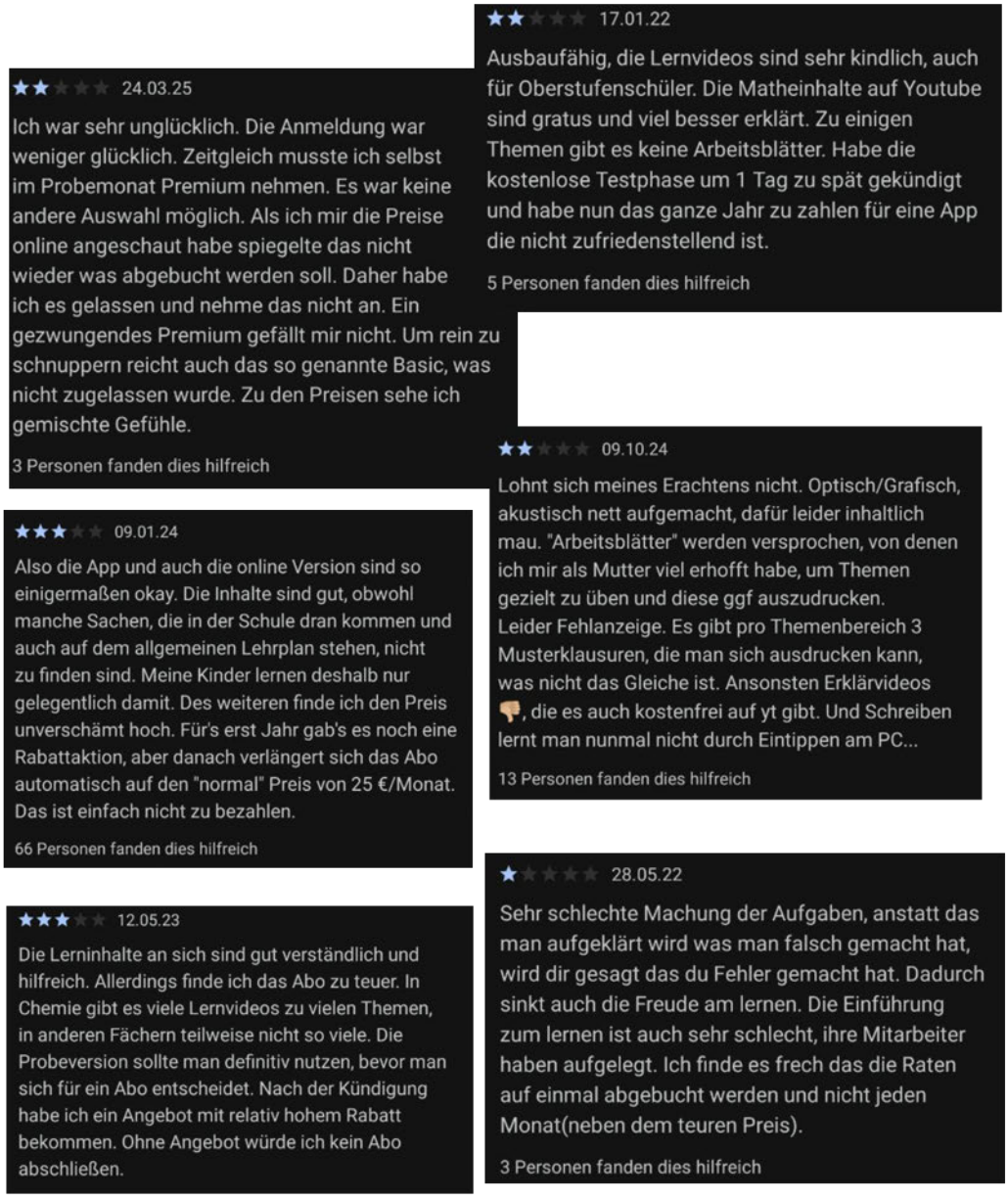

Abbildung 3.3: Bewertungen Sofatutor

Aufgrund der Vielzahl an Fächern und Unterteilungen ist die Navigation auf der Seite, wie in Abbildung 3.2 zu erkennen, verschachtelt. Weiterhin ist die Seite ohne einen kostenpflichtigen Account kaum nutzbar und von Werbung geprägt. Thematisch passende Videos erläutern mathematische Konzepte sinnvoll, wirken in ihrer Aufmachung jedoch veraltet. [Gmba]

Die Studie des Forschungsinstitutes für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS) [Cor+24] im Auftrag von sofatutor zeigt ein positives Bild der Lernplattform. Lehrpersonal und Erziehungsberechtigte von über 600 Schülern berichten von verbesserten schulischen Leistungen und besserer Motivation. Ein Auswahl an kritischen Bewertungen (siehe Abbildung 3.3) aus dem GooglePlay-Store[1], welche u. a. die App-Version vertreibt, bemängelt die Qualität verschiedener Lernvideos und der Anzahl an Aufgaben. Das Preis-Leistungsverhältnis wird häufig kritisiert, da ähnliche Erfolge mittels kostenfreier Videos auf beispielsweise YouTube genannt wurden.

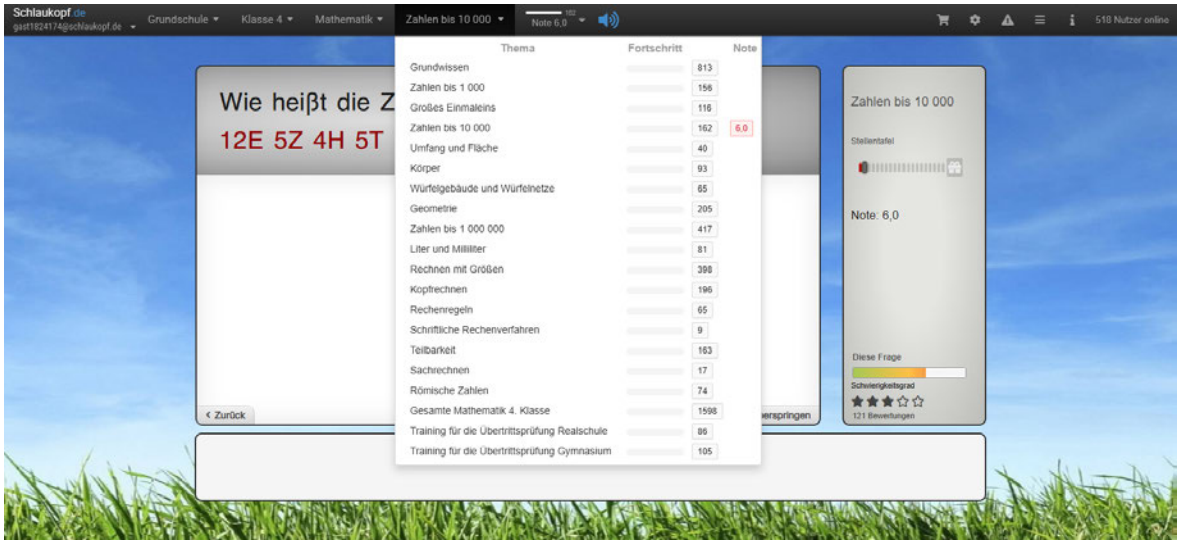

Abbildung 3.4: Ausschnitt Schlaukopf [Hic]

3.2.3 Schlaukopf

Die Lernplattform Schlaukopf [Hic] bietet ein umfangreiches Angebot an Übungsaufgaben für alle Schulformen und Jahrgangsstufen. Besonders im Bereich Mathematik stehen Grundschulkindern zahlreiche Aufgaben zur Verfügung, die thematisch und nach Klassenstufe geordnet sind. Auch für die 4. Klasse existieren vielfältige Übungsmöglichkeiten.

Die Stärken von Schlaukopf liegen in einer großen Anzahl von Aufgaben und Aufgabentypen. Die Einteilung nach Themenbereichen und Schwierigkeitsgraden erlaubt eine individuelle Wiederholung schulischer Inhalte.

Die Gestaltungselemente von Schlaukopf sind eher funktional. Die Plattform verzichtet nahezu vollständig auf interaktive oder animierte Elemente. Auch hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit zeigen sich Kritikpunkte. Wie in Abbildung 3.4 zu sehen, sind Menüs gefüllt

[1] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sofatutor.mobile&hl=de

und können dadurch überfordernd wirken. Weiterhin werden aktive Aufgaben und bereits abgeschlossene Aufgaben mit einer Note bewertet. Das kann bei Schulkindern, die schlechter in Fächern abschließen, die Motivation verringern, mit dieser Plattform zu üben.

3.2.4 Anton

Die Lernplattform Anton [Gmbc] richtet sich ebenfalls an Schulkinder aller Altersstufen und bietet Inhalte für eine Vielzahl von Fächern, darunter auch Mathematik für die Grundschule. Diese Dichte an Aufgaben sorgt jedoch für eine verschachtelte Navigation, über die man den Überblick verlieren könnte.

Ein zentrales Merkmal von Anton ist die spielerische und interaktive Gestaltung der Übungsformate. Durch Punkte, animierte Elemente und kleinere Belohnungssysteme schafft Anton eine interessante Lernumgebung. Dabei sind, wie in Abbildung 3.5 nachzuvollziehen, die Benutzeroberfläche und die Aufgaben sehr minimalisitisch gehalten. Die Menge an geschafften Aufgaben wird durch erhaltene Sterne symbolisiert und die eigentlichen Aufgaben erfolgen auf einem weißen Hintergrund. Übungen werden neben einem geschriebenen Text vorgelesen, welche das Verständnis der Aufgaben für Schulkinder mit Leseschwächen stärken kann. Die Stimme klingt jedoch gleichzeitig sehr digital und automatisiert, welches gerade jüngere Kinder abschrecken könnte.

Insgesamt bietet Anton eine solide, interaktive Lernplattform mit hoher inhaltlicher Qualität, das Design der Aufgaben ist jedoch monoton und lustlos.

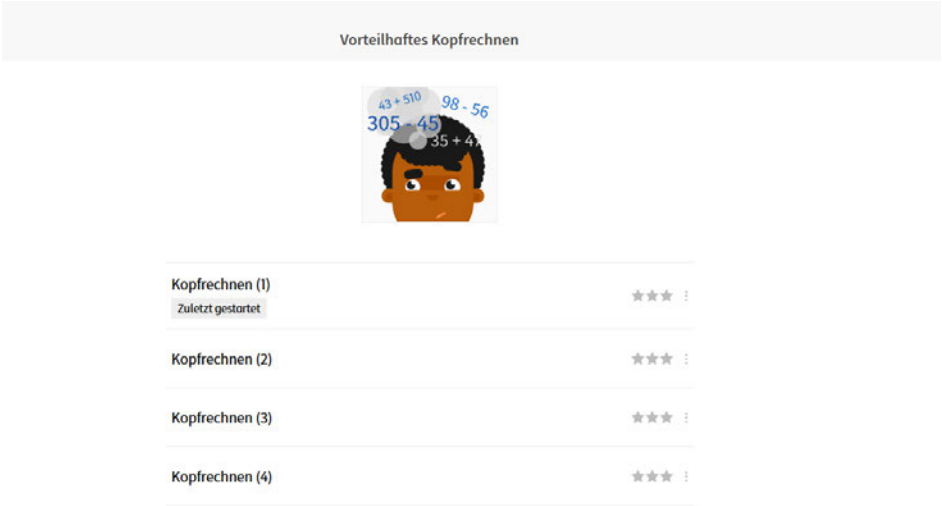

Abbildung 3.5: Ausschnitt Anton-App [Gmbc]

3.2.5 Optimierungspotential

Die Betrachtung der bestehender Lernplattformen wie Duolingo, sofatutor.com, Schlaukopf und Anton zeigt, dass jede Anwendung spezifische Stärken, aber auch deutliche Schwächen aufweist. Aus diesen Erkenntnissen lassen sich gezielt Optimierungspotenziale für die Entwicklung eines eigenen kindgerechten Mathematik-Lernangebots ableiten.

Ein zentrales Verbesserungspotenzial liegt in der Verbindung von motivierenden Elementen auf Basis von Gamification (siehe Kapitel 2.3.2) mit lehrplangerechten Inhalten (siehe 2.1.2). Während Duolingo durch Punktesysteme, Badges und Animationen eine hohe Motivation erzeugen können, fehlt es insbesondere im mathematischen Bereich an vertiefenden Erklärungen und Hilfestellungen. Eine eigene Lernseite sollte daher auf ein differenziertes Belohnungssystem setzen, das durch strukturierte Erklärungen und kontextbezogene Hilfen ergänzt wird. Dies könnte durch interaktive Erklärungen, kleine Videoclips oder Begleitfiguren geschehen, die komplexere Inhalte kindgerecht aufbereiten.

Des Weiteren zeigt sich, dass Plattformen wie Schlaukopf und Anton zwar ein breites Aufgabenangebot bieten, jedoch Schwächen in der Usability für Grundschulkinder aufweisen. Entscheidend ist eine klare visuelle Benutzerführung mit fester Navigation, reduzierter Darstellung und großen Klickflächen (siehe Kapitel 2.2.3). Die Website sollte daher bewusst auf verschachtelte Menüs und langes Scrollen verzichten und stattdessen auf eine flache Navigationsstruktur mit maximal drei Ebenen setzen.

Ein weiteres Potenzial liegt in der individuellen Förderung. Während sofatutor durch Erklärvideos und Anton durch interaktive Aufgaben überzeugen, mangelt es beiden Plattformen an Anpassung der Aufgabenschwierigkeit basierend auf bisheriger Leistungen. Eine solche Optimierung könnte sowohl Über- als auch Unterforderung vermeiden. Dazu bietet sich der Einsatz eines Systems an, das die Schwierigkeit von Aufgaben automatisch abhängig von der Erfolgsquote anpasst.

Eine kindgerechte Gestaltung, die wenig ablenkt, ohne gleichzeitig langweilig zu sein, fehlt in den bisherigen Lernangeboten. Zudem variieren die Feedbackmethoden. Anton zeigt rote Abschnitte im Fortschrittsbalken einer Übung und schlaukopf setzt auf ein Notensystem zur Bewertung der Aufgaben. Wenn Schülerinnen und Schüler beim Lösen von Aufgaben Fehler machen und das negativ konnotieren, kann dies zu Motivationsverlust und Abneigung gegenüber dem Lernen führen. Ein Rückmeldesystem, das auf Fehler hinweist, diese aber nicht in den Vordergrund stellt und positiv konnotiert, könnte für gleichbleibende oder steigende Motivation sorgen.

3.3 Konzeption des Weiterbildungsangebots

Die Konzeption des Weiterbildungsangebots verfolgt das Ziel, basierend auf den theoretischen Grundlagen aus Kapitel 2 und der erschlossenen Lücke aus der Zielgruppen- und der Bedarfsanalyse, eine kindgerechte, barrierearme und motivierende Lernumgebung für förderbedürftige Grundschulkinder im Fach Mathematik zu schaffen. Im Hinblick auf die Forschungsfrage „Wie kann ein webbasiertes Weiterbildungsangebot für die vierte Grundschulklasse gestaltet werden, um Schulkinder mit Förderbedarf nachhaltig zur selbstständigen Wiederholung und Festigung von Lerninhalten im Fach Mathematik zu motivieren?“ wird versucht, geeignete Methoden zu finden, um eben diese Frage zu beantworten. Dabei stehen eine einfache Bedienbarkeit, ein ansprechendes Design sowie eine nach Leistungsstufe unterscheidende Aufgabenstruktur im Vordergrund. Neben einem inhaltlich fundierten Aufbau wird besonderer Wert auf ein emotional ansprechendes, motivierendes Designkonzept gelegt, durch das die Kinder über den Lernprozess hinweg Freude empfinden sollen.

3.3.1 Funktionelle Anforderungen

Das Weiterbildungsangebot wird als Webanwendung umgesetzt, welche für Webbrowser des Windows-Betriebssystems optimiert ist. Diese Entscheidung basiert auf mehreren funktionellen und pädagogischen Überlegungen. Zum einen ermöglicht die browserbasierte Umsetzung eine hohe Zugänglichkeit: Die Anwendung kann ohne Installation von zusätzlicher Software auf allen gängigen Windows-Geräten in schulischen oder häuslichen Umgebungen genutzt werden. Dies erleichtert insbesondere den Einsatz im Schulalltag, da keine administrativen Hürden wie Installationen, Updates oder Lizenzverwaltung bestehen. Zum anderen erlaubt die Webstruktur eine kontinuierliche Weiterentwicklung und inhaltliche Erweiterung, ohne dass die Nutzerinnen und Nutzer manuelle Aktualisierungen vornehmen müssen.

Die Möglichkeit eigener Accounts für die Nutzenden, um Zugang zu dem Angebot zu erhalten, stellt eine zentrale Anforderung dar. Dieses System ist notwendig, um Lernstände zu speichern, den Fortschritt der Übungen zu dokumentieren und personalisierte Aufgabenanpassungen zu ermöglichen. Gleichzeitig ermöglicht das System eine differenzierte Aufgabensteuerung auf Basis der bisherigen Leistungen. Dabei soll auf eine einfache Benutzerführung geachtet werden, sodass auch Kinder mit wenig Erfahrung im Umgang mit digitalen Medien sicher mit dem Login-Prozess und der Navigation umgehen können.

Da es sich um ein webbasiertes Weiterbildungsangebot handelt, bietet sich die Gestaltung mit den fundamentalen Technologien zur Entwicklung von Webseiten Hypertext Markup Language (HTML) und Cascading Style Sheets (CSS) an. HTML findet seinen Einsatz in der Struktur von Webseiten, während CSS für das Layout und das Erscheinungsbild eingesetzt wird [Pom12, S. 23]. Für interaktive Elemente und die Navigation wird JavaScript (JS), eine objektbasierte Skriptsprache zur Unterstützung der Interaktin, verwendet. [Pom12, S. 79f.]

3.3.2 Gestaltungskonzept

Die Gestaltung einer motivierenden Lernumgebung für Grundschüler mit Förderbedarf stellt eine besondere Herausforderung an das UI- und UX-Design. Neben kindgerechten Gestaltungselementen sind eine reduzierte kognitive Belastung und visuelles Feedback besonders wichtig (siehe Kapitel 2.2.3). Zu Beginn der Überlegungen wurde sich für das finden einen Gestaltungsthemas entschieden, das sich wie ein roter Faden durch das gesamte Angebot zieht und die Grundschulkinder ansprechen und emotional binden soll. Die Wahl fiel auf ein naturbezogenes Thema, das als Metapher für individuelles Wachstum und die kontinuierliche Entwicklung beim Lernen gesehen werden kann. Durch die visuelle Umsetzung des mathematischen Lernfortschritts in Form eines wachsenden Gartens oder einer sich entwickelnden Pflanze kann ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Anstrengung und Ergebnis hergestellt werden.

Um eine positive Assoziation mit dem Lernangebot herzustellen, wurde der Name „**Zahlengarten**“ bewusst gewählt. Die Verbindung von Zahlen mit dem Bild eines Gartens soll das digitale Lernumfeld freundlich, lebendig und motivierend wirken lassen. Das Motiv der Pflanze soll sich nicht nur im Namen, sondern auch im gesamten Designkonzept der Anwendung widerspiegeln. Farben, Inhalte und grafische Elemente orientieren sich an natürlichen Formen und sollen für eine harmonische Lernumgebung sorgen, in der sich Kinder wohlfühlen und auf spielerische Weise mit mathematischen Inhalten auseinandersetzen können.

Das Angebot sollte die Grundsätze der Cognitive Load Theory [SAK11] berücksichtigen (siehe Kapitel 2.2.1). Diese besagt, dass Lerninhalte am effektivsten aufgenommen werden können, wenn unnötige kognitive Belastung reduziert und die Informationsverarbeitung auf das Wesentliche heruntergebrochen wird. Daraus lassen sich konkrete UI-Maßnahmen wie klare visuelle Navigationshierarchien, eindeutige Bedienelemente, konsistente Farbgestaltung sowie unmittelbare Rückmeldungen bei Interaktionen ableiten.

Abbildung 3.6: Farbpalette für das visuelle Design

Bei der Farbwahl sollte auf eine barrierearme Umsetzung geachtet werden, die auch für Kinder mit gängiger Farbsehschwäche geeignet ist. Intensive Rottöne sollen vermieden werden. Statt Farbkombinationen mit problematischem Kontrast (z. B. Rot-Grün) werden Farben mit wahrnehmbare Kontrasten, um eine möglichst breite Zugänglichkeit zu gewährleisten, genutzt [WL18, S. 269f.]. Die Farbpalette in Abbildung 3.6 stellt einen Vorschlag an das Design der Webseite dar. Die Farben orientieren sich an Farbtönen, die an die Natur erinnern. Erstellt mit einem von Nichols erstellten Tool [Nic] zeigt die Abbildung die Farbkontraste für gängige Farbsehschwächen.

3.3.3 UI- und UX-Design

Ein zentrales Anliegen bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche und der Nutzererfahrung ist es, die Anwendung so zu gestalten, dass sie sowohl optisch als auch funktional auf die Bedürfnisse von Grundschulkindern angepasst ist. Dazu zählt ein strukturiertes und visuell ansprechendes UI, das durch einfache Navigation und unmittelbare Rückmeldungen Sicherheit und Motivation erzeugen soll (siehe Kapitel 2.2).

Die **visuelle Gestaltung** soll große Buttons, klare Icons und kontrastreiche Farben nutzen, um die Orientierung und Navigation zu erleichtern. Serifenlose und gut lesbare Schriftarten bieten sich insbesondere für Kinder mit Lese- oder Konzentrationsschwierigkeiten an.

Über eine minimal gehaltene **Navigation** können die Kinder auf die zentralen Bereiche des Weiterbildungsangebots zugreifen. Jeder Bereich ist durch kurze, aussagekräftige Bezeichnungen und, wenn möglich, durch visuelle Gestaltung eindeutig beschrieben. Die Kinder dürfen frei zwischen einzelnen Themenbereichen und Übungen wechseln.

Um eine möglichst **reibungslose Bedienung** auf Desktop- und Laptopgeräten zu gewährleisten, bietet sich eine Optimierung für größere Bildschirme an. Die Anwendung wird browserbasiert und auf das Betriebssystem Windows ausgerichtet sein. Dabei wird darauf geachtet, dass die Anwendung auch mit gängigen Schulnetzwerken kompatibel ist und keine hohen technischen Anforderungen stellt.

3.3.4 Das Maskottchen Flora

Ein zentrales gestalterisches Element des Weiterbildungsangebots soll ein Maskottchen sein, das dabei nicht nur als visuelles Element, sondern als interaktiver Lernbegleiter und Feedbackgeber fungiert. Thematisch passend bietet sich ein Design in Form einer Pflanze an.

Um dem Gestaltungskonzept treu zu bleiben, wurde sich der Name Flora überlegt, der sich von dem lateinischen Begriff *flos* für Blume beziehungsweise Blüte ableitet [Vaa08, S. 227]. Weiterhin ist es der Name der römischen Göttin der Pflanzenblüte und Jugend [BZ15, S. 58]. Die dargestellte Persönlichkeit von Flora ist ruhig, motivierend und freundlich. Sie agiert nicht belehrend, sondern unterstützend. Ihre Rolle als Maskottchen unterstreicht zudem einen nachhaltigen, spielerischen Zugang zum Lernen, um eine Umgebung zu schaffen, die sowohl kognitiv als auch emotional ansprechend ist.

Das Maskottchen soll an passender Stelle am unteren Bildschirmrand als kleines, interaktives Element sichtbar sein. Bei jeder beantworteten Aufgabe, egal ob diese richtig oder falsch beantwortet wurde, reagiert es mit einem kurzen, motivierenden Kommentar. Diese Rückmeldungen sollen in kindgerechter, ruhiger Sprache erfolgen. Zum Beispiel: „Klasse, das war richtig! Ich wachse schon ein bisschen“ oder „Ups, das war nicht ganz richtig. Versuch es nochmal, ich glaube an dich!“ Die wiedergegebenen Texte des Maskottchens sollen kurze, einfache Texte sein. Auf eine motivierende, niemals abwertende Sprache wird Wert gelegt. Kindgerechte Ausdrücke wie „super“, „du schaffst das“ oder „das war eine knifflige Aufgabe“ werden genutzt. Auch bei Fehlern bleibt die Sprache unterstützend und betont, dass Fehler zum Lernen dazugehören. Durch wird versucht ein Vertrauensverhältnis zu schaffen und kindgerecht die Motivation zu erhalten.

Neben der Rückmeldung beim Lösen von Aufgaben, soll das Maskottchen eine weitere Rolle erfüllen. Für jede gelöste Aufgabe erhält das Kind Punkte in Form von Wassertropfen, mit denen das Maskottchen „gegossen“ werden kann. Dieser Vorgang wird über eine eigene Seite zugänglich sein, auf der die Kinder mit ihren gesammelten Punkten interagieren können. Beim Gießen verändert sich das Aussehen des Maskottchens: es wächst, bekommt neue Blätter, Blüten oder Farben.

Es bietet sich ein stufenweises Wachstum des Maskottchens an. Mit jeder Stufe verändert sich das Erscheinungsbild, was wiederum als sichtbare Belohnung für die Lernanstrengung dient. Dabei werden die zu erreichenden Punktzahlen für das Gießen so gesetzt, dass regelmäßiges Üben notwendig ist, um neue Wachstumsstufen zu erreichen, wodurch ein Ansporn geschaffen werden soll, um weitere Aufgaben zu lösen.

Ein erster Entwurf (Abbildung 3.7) stellt das Maskottchen als Topfpflanze in verschiedenen Entwicklungsstufen dar. Das Design orientiert sich an dem Thema der Seite als Lerngarten. Ein freundliches Gesicht könnte eine emotionale Verbindung mit dem Maskottchen hervorrufen und dadurch die Motivation steigern. Einzelne Wachstumsstufen werden durch das Lösen von Aufgaben erreicht.

Abbildung 3.7: erste Konzeptskizze des Maskottchens Flora

Auf Ranglisten, Wettbewerbe oder zeitliche Limitierungen wird bewusst verzichtet, um Leistungsdruck zu vermeiden. Stattdessen sollen die Kinder lernen, weil sie sowohl fachlich als auch im Wachstum ihres virtuellen Begleiters ersichtliche Fortschritte machen wollen.

3.3.5 Fachlicher Inhalt

Die inhaltliche Konzeption der Lerninhalte basiert auf den Bildungsstandards [Stä22] und dem sächsischen Lehrplan [Sch19] der vierten Klassenstufe im Fach Mathematik. Der Fokus liegt zunächst auf den Kopfrechenaufgaben der vier Grundrechenarten (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division). Die Erweiterbarkeit des Systems für zukünftige Themenbereiche wie Geometrie, Sachaufgaben oder Größen ist vorgesehen, wurde aber im Rahmen der Erstentwicklung zurückgestellt.

Ein Übungsquiz besteht jeweils aus gleich vielen Aufgaben pro Durchgang. Diese sind thematisch sortiert, sodass ein inhaltlicher Fokus gesetzt werden kann, etwa „Addition im Kopf“ oder „Das Einmaleins“. Die Aufgaben werden als Multiple-Choice-Fragen gestellt, welche vier Antwortoptionen bereitstellen, von denen eine korrekt ist. Die Antworten werden nicht zufällig generiert, sondern gezielt so ausgewählt, dass der Lösung ähnliche Antworten als Optionen erscheinen. Damit soll vermieden werden, dass Lösungen offensichtlich sind und ein aktives Rechnen der Aufgaben umgangen wird.

Die Schwierigkeit der Aufgaben soll individuell angepasst werden. Je mehr Aufgaben ein Kind richtig löst, desto anspruchsvoller werden die folgenden Aufgaben. Wird hingegen eine Aufgabe falsch beantwortet, passt sich das Niveau automatisch an, indem es auf eine niedrigere Stufe zurückspringt. Das Prinzip wird durch eine automatisierte Aufgabengenerierung umgesetzt. Dadurch sollen Über- und Unterforderung vermieden werden, sodass der Lernprozess in einem für die Zielgruppe angepassten Anforderungsbereich bleibt.

Das Speichern der Lernfortschritte erfolgt über einen eigenen Account pro Kind. Diese Fortschritte sind nicht für Eltern oder Lehrkräfte sichtbar, sondern dienen allein dem Überblick für den Nutzenden. Die Speicherung erfolgt lokal über einen persönlichen Login. Individuelle Profilgestaltung wird bei der Entwicklung zurückgestellt, die Möglichkeiten einer Erweiterung sollen gegeben werden. Dabei muss auf Datenschutz und Datensparsamkeit geachtet werden, indem auf personalisierte Angaben wie Name oder Schulklasse verzichtet wird. Stattdessen könnte die Registrierung über einfache Avatare und Benutzernamen erfolgen.

3.3.6 Mockup des Seitenaufbaus

Im Rahmen der konzeptionellen Ausarbeitung wurde ein exemplarisches Mockup zur visuellen und funktionalen Gestaltung der Lernplattform erstellt (siehe Abbildung 3.8). Die Darstellung umfasst vier exemplarische Ansichten, die zentrale Aspekte der Benutzeroberfläche sowie Interaktionsmechanismen illustrieren.

Die Ansicht unten rechts zeigt eine mögliche Startseite der webbasierten Anwendung. Zentrale Navigationselemente sind großflächige, leicht erkennbare Buttons, die den Kindern als intuitive Einstiegspunkte in die verschiedenen Bereiche des Lernangebots dienen. Die Anordnung ist bewusst reduziert, um eine übersichtliche und kindgerechte Benutzerführung zu gewährleisten.

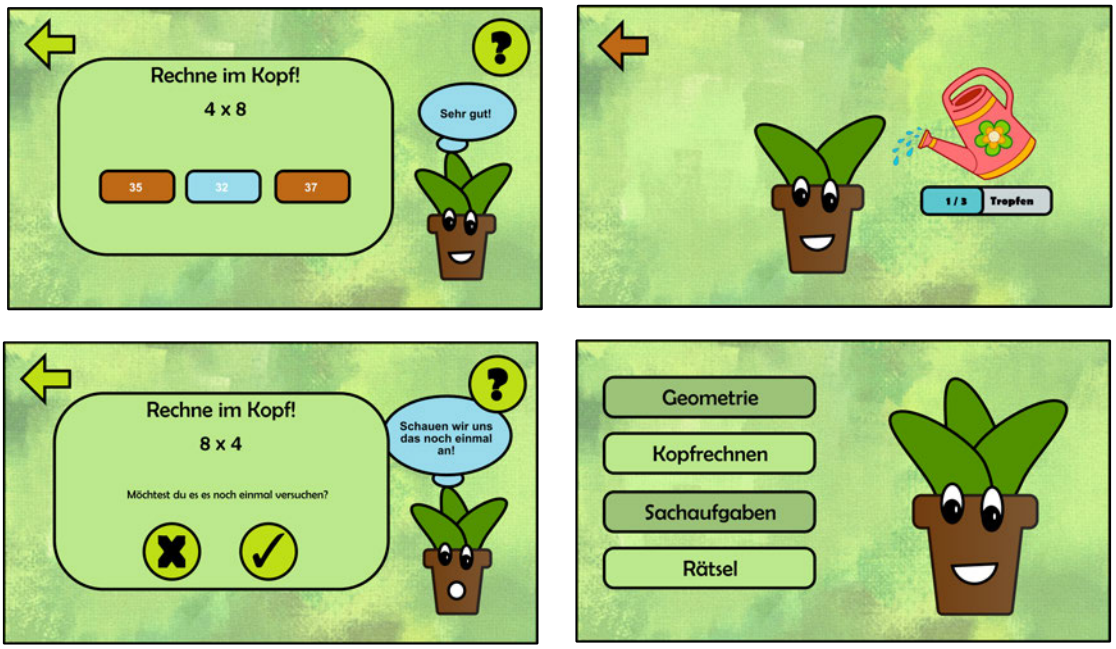

Abbildung 3.8: erste Konzeptskizze des Seitenaufbaus

Die beiden Abbildungen links zeigen ein mögliches Aufgabenformat in Form eines Kopfrechenquiz. Bei Auswahl der richtigen Lösung erscheint ein motivierender Feedbacktext, der durch eine begleitende Maskottchenfigur vermittelt wird. Bei einer falschen Antwort verändert sich der Gesichtsausdruck der Figur, wodurch das Kind spielerisch zu einem erneuten Versuch angeregt wird. Auch innerhalb der Aufgabenansicht sorgen große Schaltflächen für eine einfache Navigation und bieten gleichzeitig Hilfestellungen an.

Die Abbildung rechts oben zeigt eine zusätzliche Interaktionsform mit der Maskottchenfigur, die dem Prinzip der Gamification folgt: Für jede erfolgreich gelöste Aufgabe erhält das Kind thematisch passende Wassertropfen, mit denen eine Pflanze gegossen und gepflegt werden kann. Dieser Mechanismus zielt auf eine langfristige intrinsische Motivation ab und dient als digitales Belohnungssystem.

4 Entwicklung des Weiterbildungsangebots

Die im vorangegangenen Kapitel entwickelte Konzeption bildet die Grundlage für den im Anschluss daran entwickelten Prototypen des Weiterbildungsangebots. Das Vorgehen bei der Entwicklung wird in diesem Kapitel näher dargelegt. Zunächst erfolgt eine Übersicht über die verwendeten Technologien, gefolgt von einer Darstellung des allgemeinen Aufbaus und der Struktur des Angebots. Die Umsetzung des UI- und UX-Designs erläutert die Gestaltungsentscheidungen und gibt einen Einblick in die für das Angebot erstellten Grafiken. Die Abschnitte „Startseite“, „Quizseite“ und „Interaktionsseite“ beschäftigen sich mit dem Aufbau, der Gestaltung und der Funktionalität des jeweiligen Bereiches in dem webbasierten Weiterbildungsangebots.

4.1 Technologien

Für die Entwicklung des webbasierten Weiterbildungsangebots sind geeignete Technologien und Werkzeuge erforderlich, die im Folgenden näher genannt und erläutert werden.

Für die Umsetzung wurde sich für die Nutzung eines Content-Management-System (CMS) entschieden. Bei einem Content-Management-System (CMS) steht die Verwaltung von Inhalten (engl. Content) im Vordergrund, da diese von der Struktur, dem Aussehen und der technischen Grundlage getrennt werden können [Ste16, S. 5f.]. Die Entscheidung fiel auf WordPress, das Anfang der 2000er Jahre als Open-Source-Weblogsystem veröffentlicht wurde und sich mittlerweile zu einem universell einsetzbaren CMS weiterentwickelt hat [Ste16, S. 12f.].

WordPress zeichnet sich durch eine hohe Anpassbarkeit, eine integrierte Datenbankanbindung und ein vorhandenes Login-System aus. Dadurch ist eine unkomplizierte Verwaltung individueller Benutzerkonten, die Speicherung von Punkteständen und eine einfache Erweiterbarkeit der Inhalte möglich. Darüber hinaus können eigene oder von anderen Nutzern bereitgestellte Themes für die Gestaltung von Webseiten verwendet werden. [wor]

Die Entwicklung erfolgte lokal auf dem Computer. Für die Erstellung und Anpassung des Quellcodes wurde das Programm Visual Studio Code [Stu] verwendet. Die eigentliche Anwendungslogik und die interaktiven Elemente wurden mithilfe von HTML, CSS und JavaScript realisiert. Die serverseitige Logik wurde mit PHP umgesetzt und die Datenhaltung erfolgt über die standardmäßig in WordPress integrierte MySQL-Datenbank [Ste16, S. 12]. Das Hosting des Angebots erfolgte über den deutschen Anbieter Manitu [man].

Die im Angebot enthaltenen Grafiken wurden mit dem Grafikprogramm Affinity Designer [Ltd21] erstellt. Die Software bietet die Möglichkeit, flexibel vektor- und pixelbasierte Grafiken zu erstellen, die individuell an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden können [Ltd]. Die Grafiken wurden als Scaleable Vector Graphics-Dateien erstellt, da sie aufgrund ihres verlustfreien Formats beim Verkleinern oder Vergrößern der Bilder im Einsatz im Web besonders gut geeignet sind [S. 3f.] [Lib18].

4.2 Aufbau des Weiterbildungsangebots

Im Folgenden wird die Struktur und der generelle Aufbau des webbasierten Weiterbildungsangebots dargelegt, welches über ein Child-Theme erfolgt. Das Grundgerüst der Webseiten wird durch HTML-Seiten gebildet, die durch CSS gestaltet werden. Die Implementierung interaktiver Elemente erfolgt durch JavaScript, während serverseitige Prozesse durch PHP realisiert werden.

4.2.1 Child-Theme

Das Design des Angebots entstand als Child-Theme des für WordPress entwickelten Themes „Astra“, welches eine hohe Anpassbarkeit, schnelle Ladezeiten und eine gute Kompatibilität mit modernen Webstandards bietet [wpa]. Durch dieses Vorgehen konnten die Grundstrukturen des Hauptthemes beibehalten werden, während die Gestaltung und die Funktionalitäten gezielt an die Bedürfnisse des Angebots angepasst wurden.

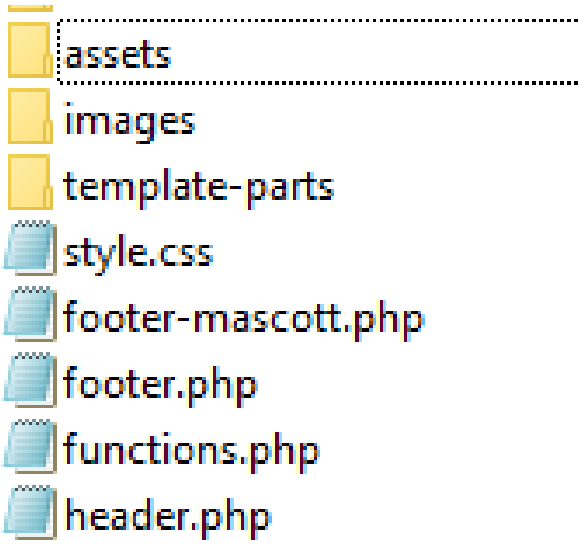

Abbildung 4.1: Dateistruktur des Child-Themes

Die grundlegende Struktur des Child-Themes, das den gleichen Namen wie die Webanwendung trägt, nämlich „Zahlengarten “, orientiert sich an der Dateistruktur von Astra und ist in Abbildung 4.1 zu sehen. Diese modulare Struktur erleichtert die Wartung und der Erweiterbarkeit des Angebots sowie die Lesbarkeit und das Verständnis über den darin liegenden Code.

Im Mittelpunkt steht die *functions.php*, in der alle grundlegenden Funktionen des Themes definiert sind. Hier werden das Stylesheet (*style.css*) sowie die JavaScript-Dateien eingebunden. Darüber hinaus finden sich in dieser Datei benutzerdefinierte Funktionen, wie beispielsweise die Einbindung von Menüs. Die Datei *style.css* enthält sämtliche gestalterische Anpassungen, die speziell für das Lernangebot erstellt worden sind. Für das Layout wurde sich für die Verwendung von Flexboxen entschieden, die eine einfache und individuelle Anordnung von Inhalten ermöglichen [Fin17, S. 380].

Wesentliche Layoutkomponenten, die sich in der Verwendung wiederholen, wurden in separaten Dateien untergebracht. Die *header.php* enthält alle Elemente für den oberen Seitenbereich, wie das Navigationsmenü und das Logo. Die beiden Footer-Dateien (*footer.php* und *footer-mascott.php*) steuern jeweils die Darstellung des Seitenabschlusses, abhängig davon, ob das Maskottchen angezeigt wird oder nicht.

Der *assets*-Ordner enthält die JavaScript-Datei *custom.js*. Im Ordner *images* finden sich sämtliche auf der Seite eingebundenen grafischen Elemente, von UI-Icons bis hin zum Maskottchen. Die verschiedenen PHP-Dateien für die Seiten finden sich im *temnplate-parts*-Ordner.

4.2.2 Header und Footer

Für eine klare und wiedererkennbare Struktur, die die Navigation in dem Lernangebot erleichtert, finden sich auf allen Seiten der gleiche Header und Footer.

Der **Header** erfüllt dabei zwei Funktionen: Er dient als zentrales Navigationselement und durch das eingebundene Logo als zentrales Erkennungsmerkmal. Der Header wurde in einer eigenen Template-Datei (*header.php*) ausgelagert, die aus einer Kombination von HTML, PHP und WordPress-Funktionen aufgebaut ist. Das Navigationsmenü basiert auf der WordPress-Funktion *wp_nav_menu()*-Funktion, die eine semantisch saubere und barrierefreie Navigation erzeugt. Diese kann im WordPress-Backend ohne Codeänderungen angepasst werden.

```
<footer class="footer">

      <p>&copy; <?php echo date('Y'); ?> Zahlengarten (c) Elisabeth Christoph</p>

      <div id="mascott-container">
         <div id="mascott-text">Platzhalter - JS läuft nicht</div>
         <img src="<?php echo get_stylesheet_directory_uri(); ?>/images/stage3_neutral.svg
             " alt="Maskottchen" id="mascott-img">
      </div>

</footer>
   <?php wp_footer(); ?>
   </body>
</html>
```

Quelltext 4.1: Footer mit Maskottchen

Für den **Footer** wurden zwei Varianten umgesetzt, um auf die unterschiedlichen Inhalte des Angebots reagieren zu können: *footer.php* ruft den Standard-Footer ohne das Maskottchen auf, während *footer-maskottchen.php* das Maskottchen einbindet. Sowohl der Text als auch das Bild des Maskottchens sind per JavaScript dynamisch ansprechbar. So wird im Quizkontext die Rückmeldung über Erfolg oder Fehler direkt im Footer angezeigt. (siehe Quelltext 4.1). Die Generierung und Anzeige des passenden Maskottchentextes erfolgt über eine JavaScript-Funktion, die im Kapitel 4.3.3 näher beschrieben wird. Der im HTML-Code vorhandene Text dient als Platzhalter und als sichtbarer Hinweis, falls Probleme mit der JavaScript-Funktion auftreten. Die Standard-Footer-Datei hat dabei den gleichen Aufbau, einzig der *<div id="mascott-container»* fehlt.

```
#mascott-container {
   position: fixed;
   bottom: 10px;
   right: 10px;
   display: flex;
   flex-direction: row;
   align-items: center;
   gap: 0px;
   z-index: 9999;
}
```

Quelltext 4.2: CSS Maskottchen im Footer

Das Maskottchen wurde als SVG-Grafik in das Layout integriert und wird von einem Textfeld begleitet, das als HTML-Element im Footer eingebunden ist. Die konkrete Ausgestaltung des *div*-Containers mit der *id mascott-container* ist im CSS-Code 4.2 nachzuvollziehen. Der Container weist die Eigenschaft *position:fixed* auf, sodass er unabhängig vom Scrollzustand der Seite sichtbar bleibt. Gemäß der durch die Flexbox festgelegten Ausrichtung erfolgt die Darstellung von Maskottchenbild und Textfeld nebeneinander.

```
#mascott-text {
   background-color: var(--dark-orange);
   padding: 16px 20px;
   border-radius: 16px;
   font-size: 16px;
   max-width: 300px;
   box-shadow: 0 4px 12px rgba(0,0,0,0.2);
   position: relativ;
}
```

Quelltext 4.3: CSS Textfeld im Footer

Die Umsetzung des Textfeldes erfolgt mittels des im Quellcode 4.3 dargestellten CSS-Code. Die Darstellung des HTML-Elements erfolgt in Form eines quadratischen Textfeldes mit einer festen Hintergrundfarbe und abgerundeten Ecken (*border-radius: 16px*). Die Wahl für dieses Design fundiert auf der Intention, eine weiche und freundliche Ästhetik zu erzielen. Die maximale Breite des Elements (*max-width*) wurde gewählt, um die Überdeckung anderer Elemente durch das Textfeld zu vermeiden. Durch den *box-shadow* wird ein Schatten erzeugt, der das Textfeld vom Hintergrund abhebt.

4.3 UI- und UX-Design

Der Fokus der Entwicklung des Weiterbildungsangebots liegt auf der Schaffung einer motivierenden Umgebung, die Schulkinder selbstständig zum Lernen und Üben anregt. In Bezug auf die vorliegende Thematik nimmt das UI- und UX-Design eine bedeutende Rolle ein, da dessen Verständnis die Wahrnehmung der Nutzer in Bezug auf die Anwendung erheblich beeinflusst. Eine unästhetische Gestaltung des Interfaces oder Probleme beim Nutzererlebnis können zu einem Verlust an Motivation führen. Im Folgenden wird daher der Implementierung des UI- und UX-Designs und deren zugrunde liegenden Gestaltungsentscheidungen erläutert.

4.3.1 Umsetzung des Gestaltungskonzeptes

Als übergreifendes, visuelles Gestaltungskonzept wurde das Thema Natur und Garten gewählt. Dieses symbolische Bild für Wissenswachstum und Lernerfolg findet in allen folgenden Designentscheidungen Anwendung.

Die Farbgestaltung der Anwendung „Zahlengarten“ orientiert sich bewusst an einem natürlichen, warmen Erscheinungsbild. Dabei wurden gezielt Grüntöne in Kombination mit Orangetönen und Brauntönen eingesetzt, um die Assoziation zu Natur, Pflanzen und Garten zu unterstützen. Die definierte Farbpalette spiegelt sich in der gesamten Benutzeroberfläche wider, angefangen bei den Buttons über den Hintergrund bis hin zu typografischen Elementen.

```
:root {
  --light-green: #96CBB0;
  --green: #5D9470;
  --dark-green: #3E6136;
  --light-orange: #EBC156;
  --orange: #FC9C4F;
  --dark-orange: #C55D2B;
  --light-brown: #6F401C;
  --dark-brown: #4E2107;
}
```

Quelltext 4.4: CSS Variablen für die Farben

Im CSS wurden zentrale Farben als Custom Properties im Stylesheet (siehe Quelltext 4.4) festgelegt. Diese Struktur ermöglicht eine konsistente Farbverwendung über die gesamte Anwendung hinweg und erleichtert zukünftige Anpassungen. Die hellen Farben finden insbesondere für aktive oder interaktive Elemente Verwendung, während dunkle Töne der Rahmung und Struktur dienen oder für Hover-Effekte zum Einsatz kamen.

Die in Abbildung 4.2 dargestellte SVG-Grafik findet sich als Hintergrundbild im gesamten Lernangebot wieder. Die Landschaft wurde aus einzelnen, klar voneinander trennbaren Elementen geschaffen. Die generellen Gestaltungsabsichten wurden durch kräftige, freundliche Grün- und Blautöne visualisiert. Es erfolgte die Entscheidung für zwei weitere Elemente im Vordergrund, die in Form von Gartenzäunen gestaltet sind. Das angestrebte Ziel besteht in der Vermittlung des Gefühls, dass der Betrachter einen Garten verlässt und in die offene Landschaft blickt. Die Entscheidung für ein einfaches Design aus wenigen einzelnen Elementen

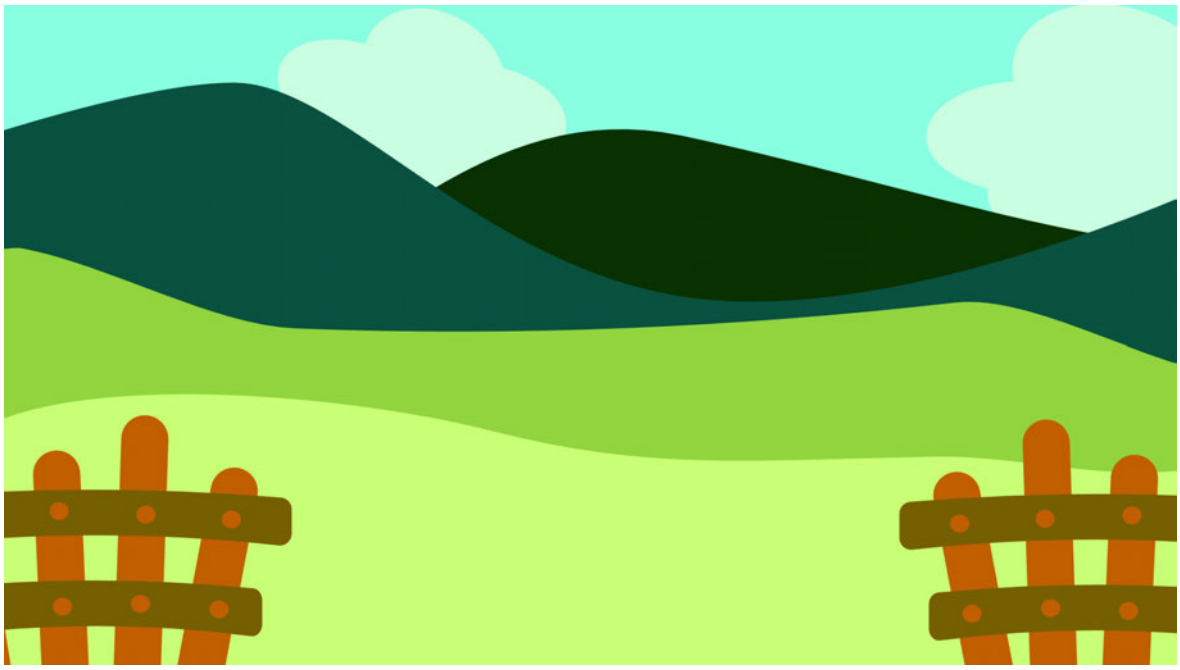

Abbildung 4.2: Hintergrund der Webseite

dient dazu, die Aufmerksamkeit des Betrachters nicht durch eine Überfülle an zu entdeckenden Details abzulenken. Darüber hinaus bietet die Grafik viel Raum in der Mitte, um diesen mit dem eigentlichen Inhalt des Weiterbildungsangebots zu füllen, ohne dass die grafischen Elemente überdeckt werden.

4.3.2 Bedienelemente

Die Gestaltung der Bedienelemente folgt einem kindgerechten Fokus. Da die Hauptzielgruppe Kinder im Alter von 9 bis 10 Jahren umfasst, liegen gesonderte Anforderungen an die Größe, Farbgestaltung und Beschriftung der Bedienelemente vor (siehe Kapitel 2.2.3).

Alle interaktiven Elemente, wie die Navigationsschaltflächen oder Quiz-Antwortmöglichkeiten, wurden groß gestaltet und bewusst schlicht gehalten, um ein klares, leicht verständliches Interface für Grundschulkinder zu gewährleisten. Die Buttons wurden je nach Kontext als <*button*>-Elemente für Interaktionen auf einer Seite oder als Hyperlinks (<*a*>) zur Navigation auf eine andere Seite umgesetzt.

Die Hauptnavigation im Header ist darauf ausgerichtet, eine konsistente und intuitive Benutzererfahrung zu gewährleisten. Die Links sind als horizontale Menüeinträge angeordnet und farblich in weiß vom Hintergrund des Headers abgehoben. Darüber hinaus wurde auf unnötige Interaktionen verzichtet, um zu vermeiden, dass die Menüstrukturen für die Kinder zu komplex werden und von den eigentlichen Funktionen ablenken.

Header und Footer sind klar abgegrenzt vom zentralen Inhalt der Seite. Das wird durch die Positionierung am oberen beziehungsweise unteren Ende sowie durch die Farbgebung verdeutlicht. Die Wahl des dunkelgrünen Farbtons erfolgte mit der Intention, eine visuelle Abhebung zu dem Hintergrund und dem eigentlichen Inhalt zu erzeugen. Gleichzeitig wurde

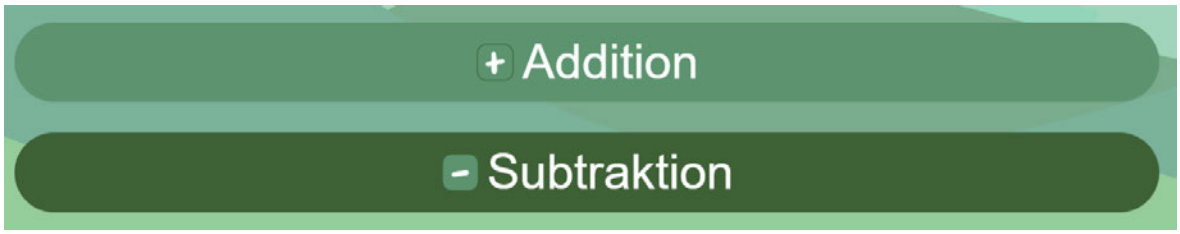

Abbildung 4.3: Buttons Menü

darauf geachtet, dass die Farbgebung im Einklang mit dem übergeordneten Gestaltungskonzept steht. Die Farbgestaltung beider Elemente ist identisch, um eine visuelle Verbindung zwischen ihnen zu schaffen.

```
a href="<?php echo get_permalink( get_page_by_path( 'kopfrechenquiz' ) ); ?>" class="quiz-
    menu-button btn">Kopfrechnen</a>
```

Quelltext 4.5: Startseite Buttons

Aufgrund der Tatsache, dass auf andere Seiten referenziert wird, wurde sich auf der Startseite für die Verwendung von Hyperlinks entschieden, die mit CSS als Buttons gestaltet wurden. Am Beispiel des Buttons zum Kopfrechenquiz (siehe Quelltext 4.5) kann der Code nachvollzogen werden. Mittels PHP wird der Pfad im WordPress der verlinkten Datei ausgelesen. Der Zugriff und die Gestaltung von Button-Typen im Stylesheet werden durch die Klasse *quiz-menu-button* ermöglicht. Die Klasse findet in unterschiedlichen Buttons auf der Seite Anwendung, wodurch mit einer weiteren Klasse (*btn*) gearbeitet wurde. Im Stylesheet wurde unter anderem der Code *cursor: pointer* verwendet, um bei einem Hovern über dem Button einen Cursor in Form eines Pointers anzuzeigen. Diese interaktive Veränderung soll signalisieren, dass der Button als solcher erkannt wird und eine Motivation zum Anklicken erzeugt.

```
<button class="quiz-menu-button" id="show-view-add">
            <img src="<?php echo get_stylesheet_directory_uri(); ?>/images/button_add.svg"
                 alt="add" class="icon">
            Addition
         </button>
```

Quelltext 4.6: HTML Quiz-Menü Buttons

Die Erstellung der Quizmenübuttons erfolgte direkt in der entsprechenden HTML-Datei, deren Code im Quelltext 4.6 am Beispiel des zum Additionsquiz führenden Buttons zu sehen ist. Da in diesem Fall eine Veränderung auf der Seite direkt hervorgerufen wird, wurde sich für das *<button> </button>*-Element entschieden. Die Klasse und damit auch das Design ist das gleiche wie bei den Startseitenbuttons. Dafür enthält der Button die ID *show-view-add*, welche mittels CSS und JavaScript für die Veränderung der auf der Seite dargestellten Inhalte sorgt. Zur Unterstützung des Verständnisses ist der Button neben einer Beschriftung mit einem passenden Icon ausgestattet (siehe 4.3), welches über ein *<img>*-Elemente im Button-Tag eingepflegt wurde und mit der Klasse *icon* im Stylesheet gestaltet wird.

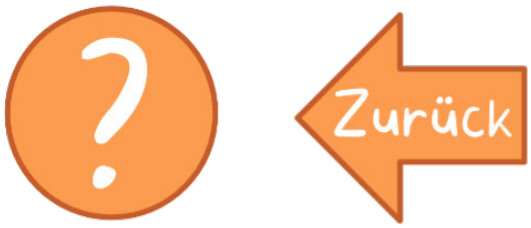

Abbildung 4.4: Buttons Quiz

Die Gestaltung der Buttons erfolgt mittels des CSS-Code, welcher im Quelltext 4.7 dargestellt ist. Die Verwendung einer Flexbox (*display:flex*) ermöglichtdie gleichzeitige Anzeige von Icon und Text in zentrierter Anordnung auf dem Button unter Verwendung der Flexbox-Eigenschaften d*align-items* und *justify-content*. Der Button wurde mit einer grünen Hintergrundfarbe versehen, die sich in ihrer Farbgebung am Farbschema orientiert. Bei dem Hovern mit dem Mauszeiger über den Button erfolgt eine Veränderung der Hintergrundfarbe zu einem dunklen Grün. Die aktive Änderung der Farbe während der Interaktion zielt darauf ab, die Nutzer dazu zu motivieren, auf den Button zu klicken.

```
.quiz-menu-button {
   display: flex;
   justify-content: center;
   align-items: center;
   [...]
   background: var(--green);
}

.quiz-menu-button:hover {
   background-color: var(--dark-green);
}
```

Quelltext 4.7: CSS Menü Buttons

Um auf vorherige Seiten zurückzukehren oder um ein Hilfemenü aufzurufen, wurden die Buttons in der Abbildung 4.4 gestaltet. Für das einfache Verständnis der Funktion wurde ein Zurück-Button implementiert, der durch einen nach links zeigenden Pfeil und eine zugehörige Beschriftung ergänzt wurde. Aus dem gleichen Grund wurde sich für ein Fragezeichen für den Hilfebutton entschieden. Über eine entsprechende Klasse in einem * *-Container können die Buttons als Elemente in Seiten eingebunden und gestaltet werden.

4.3.3 Maskottchen Flora

Flora ist das zentrale Maskottchen der Anwendung und wurde speziell für das Projekt entworfen. Sie begleitet die Lernenden auf ihrer Reise durch die Welt der Mathematik und dient als visuelles Feedback-Element, das Motivation und emotionale Bindung aufbaut. Durch das Gießen mit Wassertropfen kann Flora wachsen – ein Mechanismus, der Fortschritt sichtbar macht und gleichzeitig spielerisch belohnt.

Für die Gestaltung des Maskottchens wurde eine Topfpflanze gewählt, die sich stilistisch an die bereits vorhandenen Gestaltungselemente anpasst. Die Verwendung weniger, kräftiger Farbtöne, die in das Farbschema des Lernangebots integriert werden konnten, erwies sich

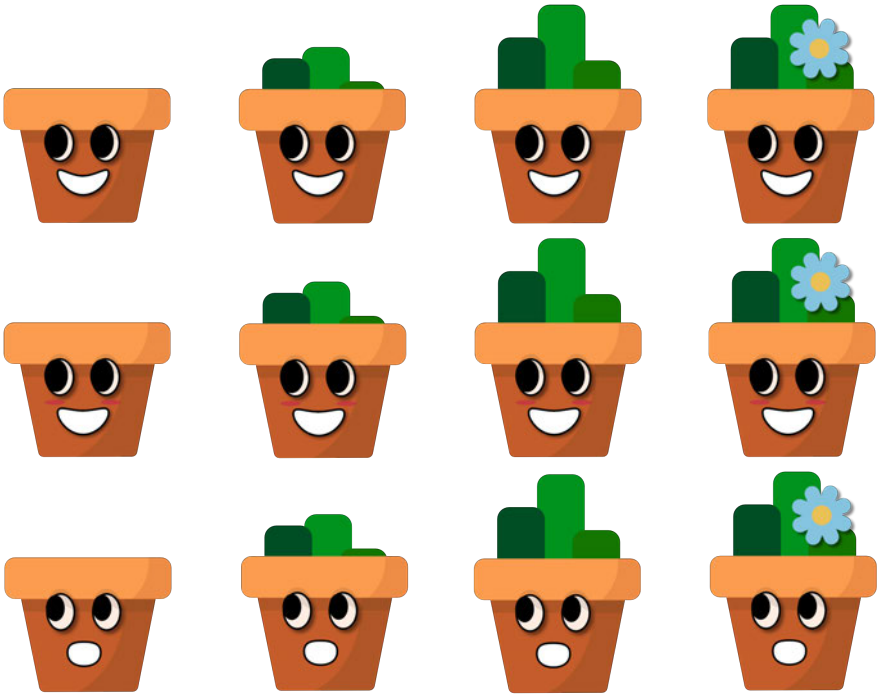

Abbildung 4.5: Wachstumsstufen Flora

als vorteilhaft. Die Verwendung von weichen, abgerundeten Elementen sowie die Konzeption des Maskottchens mit großen Augen und einem Lächeln dienen der Realisierung einer warmen und freundlichen Ästhetik. Darüber hinaus werden je nach Kontext unterschiedliche Gesichtsausdrücke eingesetzt, um eine emotionale Bindung zwischen Lernenden und Flora zu erschaffen.

Aufgrund der Funktion des Maskottchens als Motivator und Feedbackgeber einerseits sowie als interaktives Element, das von den Kindern zum Wachsen gebracht werden kann, war die Erstellung mehrerer unterschiedlicher Formen erforderlich. Zu diesem Zweck wurde Flora in mehreren Versionen illustriert, die in Abbildung 4.5 dargestellt sind. Die unterschiedlichen Wachstumstufen können durch das Lösen von Aufgaben erreicht werden. Das Beispiel von Flora, die als leerer Blumentopf beginnt und als blühende Pflanze endet, veranschaulicht dies. Die oberste Reihe stellt Flora in ihrer neutralen Form dar. Um durchgehend eine positive Stimmung zu erzeugen, zeigt Flora in dieser Version ein Lächeln. Die beiden darunterliegenden Wachstumsstufen sind für die Emotionen beim Feedback nach dem Lösen von Aufgaben konzipiert. Die Lösung einer Aufgabe wird mit einem größeren Lächeln quittiert, wenn sie korrekt gelöst wurde. Im Falle einer fehlerhaften Lösung erscheint ein überraschter Gesichtsausdruck. Die Entscheidung, Flora nicht mit einer traurigen Mine zu gestalten, wurde bewusst getroffen. Das Ziel war es, eine Verbindung zwischen Fehlern und negativen Emotionen zu vermeiden. Das Feedback beim Lösen von Aufgaben erfolgt nicht nur durch die Veränderung des Gesichtsausdrucks, sondern wird durch die Änderung des Textes in dem im Footer verankerten Feld unterstützt. Im Falle der korrekten Lösung einer Aufgabe erscheint der Text „Super, das hast du gut gemacht!“. Bei einer fehlerhaften Lösung wird der Lernende mit „Möchtest du es noch einmal versuchen?“ aufgefordert, die Aufgabe zu überprüfen.

```
function updateMascottText(text) {
  const textElement = document.getElementById("mascott-text");
  if (textElement) {
     textElement.textContent = text;
  }
}
```

Quelltext 4.8: Anpassen des Maskottchentexts

Die Änderung des Textes erfolgt mit der im Quelltext 4.8 zu sehenden JavaScript-Funktion *updateMascottText(text)*. Je nach Anwendungsfall kann damit der Text des Maskottchens individuell angepasst werden. Dafür wird die Funktion aufgerufen und ihr ein Parameter *text* übergeben, der den anzuzeigenden Text beinhaltet. Die Funktion durchsucht HTML-Code nach der passenden ID *mascott-text*, welche sich im Footer der jeweiligen Seite befindet und dem * * zugehörig ist, das den Maskottchentext enthält. Die *if*-Anweisung überschreibt, sofern das gesuchte Element gefunden wurde, den Text mit dem übergebenen Parameter.

```
function updateMascottImage(result) {
  const mascottImg = document.getElementById("mascott-img");

  if (!mascottImg) return;

  if (result === "richtig") {
     mascottImg.src = `${myThemeData.themeUrl}/images/stage3_happy.svg`;
  } else if (result === "falsch") {
     mascottImg.src = `${myThemeData.themeUrl}/images/stage3_shock.svg`;
  } else {
     mascottImg.src = `${myThemeData.themeUrl}/images/stage3_neutral.svg`;
  }
}
```

Quelltext 4.9: Anpassen des Maskottchenbildes

Wird die im Quelltext 4.9 dargestellte Funktion *updateMascottImage(result)* aufgerufen, erfolgt die Anpassung des Bildes des Maskottchens. Die Funktion ist in ihrer Funktionsweise mit der Änderung des Textes vergleichbar. Beim Aufrufen wird ein Parameter übergeben, der eine entsprechende Anpassung des Bildes bewirkt, wenn das HTML-Element mit der ID *mascott-img* gefunden wurde. Die Veränderung des Bildes ist abhängig davon, ob eine richtige Antwort (*result* === *„richtig“*) oder eine falsche Antwort (*result* === *„falsch“*) in einem Quiz gegeben wurde. Entsprechend wird die angezeigte SVG-Grafik im Footer angepasst.

4.4 Startseite

Die Startseite des Weiterbildungsangebots stellt den Einstiegspunkt in die Anwendung dar und richtet sich in ihrer Struktur und Gestaltung an die Bedürfnisse der Zielgruppe. Die Startseite wurde als eigenständiges WordPress-Template mit der Bezeichnung *user-home.php* im Child-Theme realisiert.

Inhaltlich bietet die Startseiten den Schulkindern einen ersten Überblick über die angebotenen Lernmodule und dient gleichzeitig der Motivation, sich aktiv mit dem Inhalt auseinanderzusetzen. Der Menü auf der Startseite besteht auf der linken Seiten aus drei Kategorien, die verschiedene mathematische Kompetenzen adressieren sollen: Kopfrechnen, Geometrie und Sachaufgaben. Während bislang nur das Kopfrechenquiz technisch vollständig umgesetzt wurde, geben die weiteren Buttons dennoch bereits einen strukturellen Ausblick auf das Gesamtangebot.

```
<div class="body">
   <div class="body__content">
      <div class="menu-container">
         <div class="menu" id="quiz-menu">
            <a href="<?php echo get_permalink( get_page_by_path( 'kopfrechenquiz' ) ); ?>"
                 class="quiz-menu-button btn">Kopfrechnen</a>
            [...]
         </div>
         <div class="menu" id="plant-menu">
            <a href="<?php echo get_permalink( get_page_by_path( 'pflanzengame' ) ); ?>"
                id="plant-menu-button">
               <div id="plant-menu-img"></div>
               <p>Zu Flora</p>
            </a>
         </div>
      </div>
   <div>
</div>
```

Quelltext 4.10: HTML Startseite

Der Quelltext 4.10 zeigt die Grundstruktur der Startseite, die neben einer Einbindung des Headers und des Footers ohne Maskottchen den Inhalt des entsprechenden HTML-Templates darstellt. Der äußerste Container * * hält die Inhalte visuell zusammen und schafft eine Abgrenzung vom Rest der Seiteninhalte. Innerhalb davon befindet sich das * *, das die beiden Hauptbestandteile der Startseite zusammenfasst: das Navigationsmenü zu den Quizbereichen und die Navigation zum interaktiven Maskottchen Flora.

Das Navigationsmenü, realisiert innerhalb des * *, beinhaltet zwei funktional und visuell getrennte Bereiche. Im Container mit der ID *quiz-menu* finden sich drei große, anklickbare Buttons, die als Links zu den jeweiligen Quizseiten dienen. Dabei ist derzeit nur das Kopfrechenquiz funktionsfähig, während die anderen Bereiche als Platzhalter für zukünftige Inhalte dienen. Die Buttons wurden wie im Kapitel 4.3.2 beschrieben mit *<a>*-Tags umgesetzt und entsprechend gestaltet.

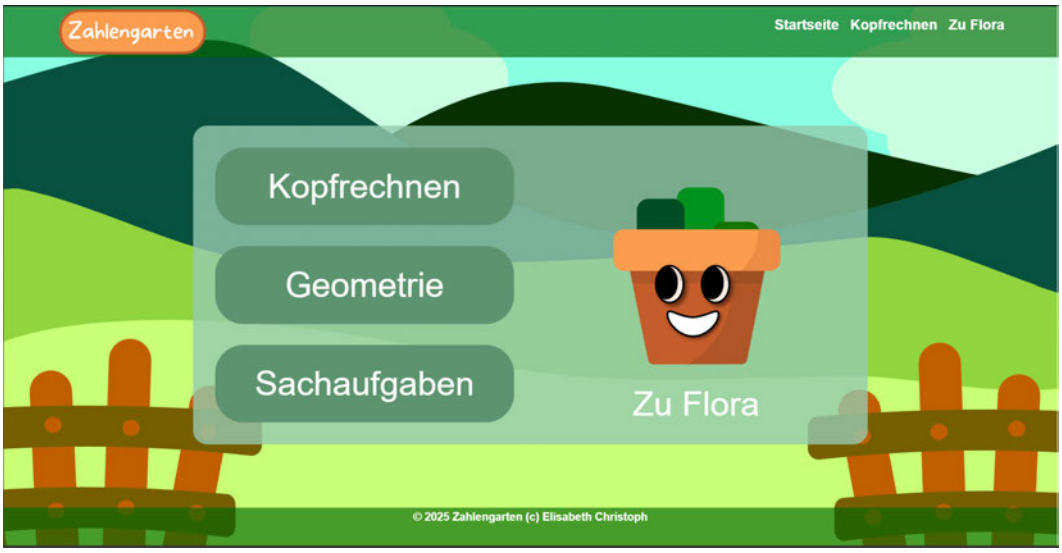

Abbildung 4.6: Startseite

Die Navigation zum Pflanzenspiel erfolgt über einen separaten Container mit der ID *plant-menu*. Der Button enthält zudem eine visuelle Grafik, die das Maskottchen Flora zeigt. Die Gestaltung des *div* mit der ID *plant-menu-img* ermöglicht unter Verwendung von CSS, dass eine Interaktion durch Veränderung der Hintergrundfarbe deutlich wird. Das darunterliegende <*p*>-Element mit der Beschriftung „Zu Flora“ stellt sicher, dass der Zweck des Buttons deutlicher wird.

```
.menu-container {
   display: flex;
   flex-direction: row;
   justify-content: space-evenly;
   align-items: stretch;
   width: 80%;
   max-width: 1500px;
   max-height: 70vh;
   background-color: rgba(150, 203, 176, 0.8);
   border-radius: 25px;;
   gap: 20px;
   padding: 20px;
}

#quiz-menu{
   display: flex;
   flex-direction: column;
}
```

Quelltext 4.11: CSS Startseite

Der *menu-container*, in dem sich beide Hauptbestandteile wiederfinden, wurde entsprechend des Quelltextes 4.11, in Form einer leicht transparenten, mittig auf der Startseite platzierten Box umgesetzt. Die Verwendung einer Flexbox gewährleistet eine responsiven und strukturierten Platzierung der Container-Elemente. Die beiden Bestandteile sind nebeneinander (*flex-direction:row)* angeordnet und nehmen gleich viel Platz ein (*justify-content:space-evenly*). Die Entscheidung für einen grünen, transparenten Hintergrund (*background-color: rgba(150,*

203, 176, 0.8)) ergibt sich aus dem Ziel, den Interaktionsbereich des Menüs konkret hervorzuheben, während gleichzeitig das Hintergrundbild und damit die Immersion in das Gartenthema bewahrt werden.

Abbildung 4.6 veranschaulicht die endgültige Umsetzung der Startseite. Die Implementierung großer Schaltflächen, Icons und eindeutiger Textbeschriftungen sollen eine selbstständige Navigation durch das Angebot für Kinder im Grundschulalter gewährleisten. Die Button zeigen klar die Quizbereiche, die die Schulkinder erwarten können, während das Maskottchen „Flora “ einen gleich großen Bereich in Anspruch nimmt. Das soll zur Interaktion und Erkundung der Interaktionsseite motivieren.

4.5 Quizseite

Die Oberfläche der Kopfrechenquizseite orientiert sich an der Gestaltung der Startseite von „Zahlengarten “. Beim Aufruf der Seite erhalten Nutzende eine visuelle Auswahl zwischen den vier Grundrechenarten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division. Sie werden über große, mit Icon und Text beschriebene Buttons aufgerufen, deren Gestaltung in 4.3.2 näher beschrieben wurde, und in Abbildung 4.7 dargestellt ist.

```
<div id="view-menu" class="menu-container view active">
  <div class="menu" id="quiz-menu">
     <button class="quiz-menu-button" id="show-view-add">
        <img src="<?php echo get_stylesheet_directory_uri(); ?>/images/button_add.svg"
            alt="add" class="icon">
        Addition
     </button>
    [...]
  </div>
</div>
```

Quelltext 4.12: HTML Quizseite

Wie bereits auf der Startseite wird der Interaktionsbereich durch die Klasse *menu-container* gestalterisch in Form eines transparenten, grünen Rechteck umgesetzt. Dadurch zieht sich ein einheitliches Design durch die Seite. Der darin enthaltene * * mit der ID *quiz-menu* stellt die Buttons durch *flex-direction: column* untereinander angeordnet dar.

```
const view1 = document.getElementById("view-menu");
const view2 = document.getElementById("view-add");

[...]

document.getElementById("show-view-add").addEventListener("click", function () {
view2.classList.add("active");
view1.classList.remove("active");
});
[...]
 }
```

Quelltext 4.13: Anzeigen und Verstecken von Views

Abbildung 4.7: Quizauswahl

Abbildung 4.8: Quizaufgabe

Die Quizauswahl ist so konzipiert, dass jeweils nur ein Quiz gleichzeitig aktiv sein kann. Ein Klick auf die Optionen blendet das entsprechende Quiz innerhalb derselben Seite ein, ohne dass eine neue Unterseite geladen werden muss. Sobald ein Quiz aktiv ist, wird die Auswahloption versteckt, um nicht vom eigentlichen Inhalt abzulenken. Der Wechsel der sichtbaren Views auf der Kopfrechenseite wird durch die Klassen *view* und *active* erreicht. Die Klasse *view* versteckt standardmäßig die zugehörigen HTML-Elemente durch *display:none*. Durch eine JavaScript-Funktion (siehe Quelltext 4.13) wird durch einen Klick auf die Quizauswahlbuttons die Klasse *active* dem View für die Quizauswahl entzogen und der View des jeweiligen Quizzes hinzugefügt. In der Folge ändert sich *display: none* auf *display: flex* und die Quizoberfläche aufgerufen wird.

4.5.1 Quizoberfläche

Wird ein Kopfrechenquiz ausgewählt, so erscheint auf der Seite ein neuer Bereich mit der Aufforderung „Rechne im Kopf “. Darunter befindet sich, wie in Abbildung 4.8 am Beispiel der Addition nachzuvollziehen, eine zufällig generierte Aufgabe mit vier Antwortoptionen in Form von Buttons. Das im Footer eingebundene Maskotchen gibt im Form eines Textfeldes nach der Beantwortung der Fragen entsprechendes Feedback. Am oberen linken Rand ist ein Button mit der Beschriftung „Zurück “ angebracht, der eine Rückkehr zur Quizauswahl ermöglicht. Am rechten oberen Ende befindet sich ein Button mit einem Fragezeichen als Beschriftung, der ein Hilfemenü aufruft.

```
<!-- Addition -->
   <div id="view-add" class="quiz-container view" >
         <div class="help-icon"></div>
         <div class="back-icon"></div>
         <div class="quiz-header">
            <h2>Rechne im Kopf!</h2>
         </div>
         <div class="add-quiz quiz">
            <div class="add-task task"></div>
            <div class="add-answers answers"></div>
         </div>
      </div>
```

Quelltext 4.14: HTML Quizaufgabe am Beispiel Addition

Der HTML-Aufbau wiederholt sich für die einzelnen Quizze und ist am Beispiel der Addition im Quelltext 4.14 nachzuvollziehen. Ein <*div*>-Container enthält die eigentlichen Elemente, wobei die Icons im Stylesheet gestaltet werden und durch die entsprechende Klasse (*back-icon* für „Zurück “ beziehungsweise *help-icon* für das Hilfsmenü, in die Seite eingebunden werden. Die eigentliche Aufgabenstellung und die Antwortmöglichkeiten werden durch JavaScript implementiert. Dafür wird für jede Antwortmöglichkeit ein <*button*>-Element mit dieser als Text erzeugt (siehe Quelltext 4.15).

```
shuffled.forEach(answer => {
  const btn = document.createElement("button");
  btn.classList.add('quiz-answer-button');
  btn.textContent = answer;
  btn.addEventListener("click", () => {
     if (answer === solution) {
       updateMascottText("Sehr gut!");
       updateMascottImage("richtig");
       [...]
   } else{
       updateMascottText("Möchtest du es noch einmal versuchen?");
       updateMascottImage("falsch");
       [...]
   }
}
```

Quelltext 4.15: JavaScript Buttongenerierung

Durch einen Klick auf einer der Antwortmöglichkeiten werden die Funktionen *updateMascott-Text()* und *updateMascottImage()* aufgerufen. Diese Funktionen passen das Maskottchenbild und dessen Hinweistext entsprechend der Richtigkeit der Lösung an, in dem das anzuzeigende Element mit einem Parameter übergeben wird.

Der auf der Seite zu findende „Zurück “-Button ruft bei Klick eine Funktion auf, die ähnlich wie bei Aufruf der Quizze mit dem Hinzufügen beziehungsweise Entfernen der Klasse *active* dafür sorgt, welche Views ein- und welche Views ausgeblendet werden. Dadurch wird das aktuelle Quiz verlassen und stattdessen die Quizauswahl wieder aufgerufen. Um über diese zurück auf die Startseite zu gelangen, kann der Link im Header genutzt werden.

Der Hilfebutton auf der gegenüberliegenden Seite ist jederzeit während des Quizzes anklickbar. Dieser ruft ein Pop-up-Fenster auf, das eine Erklärung der jeweiligen Aufgabenstellung anzeigt.

```
<div id="overlay" class="overlay">
   <div class="overlay-content">
      <p id="help">Dies ist die Hilfe für das Quiz!</p>
      <button id="close-overlay">Schließen</button>
   </div>
</div>
```

Quelltext 4.16: HTML Hilfemenü

Das Fenster enthält, wie in der HTML-Struktur im Quellcode 4.16 nachzuvollziehen ist, einen Bereich für den Hilfetext und einen Button, der die Hilfe wieder schließt. Über die Klasse *overlay* wird im Stylesheet *display: none* definiert, dass das Hilfefenster grundsätzlich versteckt. Die Anzeige wird nach Betätigung des Hilfebuttons mittels der JavaScript-Funktion *showHelp()*

in der *custom.js* auf *display: flex* geändert und angezeigt. Durch eine Switch-Case-Anweisung, die aus Gründen der Übersichtlichkeit und Anpassbarkeit des Inhalts verwendet wurde, kann in Abhängigkeit des Kopfrechentypes eine entsprechende Hilfestellung angezeigt werden. Das Betätigen des „Schließen"-Buttons ändert die Anzeige durch JavaScript im Stylesheet auf *display: none*, was das Verschwinden des Fensters zur Folge hat. Das Weiterlösen der Aufgaben ist möglich.

4.5.2 Quizsystem

Das Quizsystem ist vollständig clientseitig mit JavaScript implementiert und reagiert dynamisch auf Nutzereingaben. Der Fokus liegt auf der Förderung der Grundrechenarten (Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division). Jedes Quiz besteht aus fünf Aufgaben, deren Schwierigkeitsgrad sich an den Fortschritten der Lernenden orientiert und jeder neuen Frage zufällig generiert werden. Dadurch existiert kein fester Fragenpool, was eine große Anzahl an Variation erlaubt und das ungewollte Auswendiglernen durch Wiederholung vermeidet.

Für jede Rechenart existiert eine eigene Generator-Funktion, die bei Aufruf das jeweiligen Quiz mit Aufgabe und Lösungsmöglichkeiten anzeigt. Das folgende Code-Beispiel (Quelltext 4.17zeigt die Aufgabengenerierung für Addition. Hierbei wird in Abhängigkeit des aktuellen Schwierigkeitsgrades (*currentDifficulty* entschieden, in welchem Zahlenraum die Aufgaben gestellt werden.

```
if (currentDifficulty < 2) {
  num1 = Math.floor(Math.random() * 10 + 1);
  num2 = Math.floor(Math.random() * 10 + 1);


} else if (currentDifficulty < 4) {
  num1 = Math.floor(Math.random() * 20 + 1);
  num2 = Math.floor(Math.random() * 20 + 1);

} else {
  num1 = Math.floor(Math.random() * (50 - 10) + 10);
  num2 = Math.floor(Math.random() * (50 - 1) + 1);
}

solution = num1 + num2;
taskElement.textContent = `${num1} + ${num2} = ?`;

// Antwortmoeglichkeiten
answers.add(solution);
answers.add(Math.floor(Math.random() * 100) + 1);
answers.add(Math.abs(solution - (Math.floor(Math.random() * (5 - 1) + 1))));
answers.add(solution + (Math.floor(Math.random() * (5 - 1) + 1)));
```

Quelltext 4.17: Aufgabengenerierung am Beispiel Addition

Neben der Generierung von Aufgaben wird die korrekte Lösung als eine von vier Antwortmöglichkeiten berechnet und gespeichert. Darüber hinaus werden weitere Antwortoptionen angeboten, die sich an der eigentlichen Lösung orientieren und als Ablenkung fungieren. Dies soll verhindern, dass die richtige Antwort allein aufgrund der vorhandenen Antwortauswahl getroffen wird. Im Fall der Additionsaufgaben und Subtraktionsaufgaben existiert eine zufällige Antwort im Zahlenraum bis 100 und zwei Antworten, die von der Lösung um ein bis fünf

Stellen abweichen. Auch die Aufgaben im Multiplikationsquiz und im Divisionsquiz haben eine zufällige im Zahlenraum 100 liegende Antwort, zudem zwei Antwortmöglichkeiten, die sich jeweils um ein Vielfaches des zweiten Faktors beziehungsweise des Divisors von der richtigen Lösung unterscheiden.

Der Schwierigkeitsgrad des Quiz orientiert sich ausschließlich an den Leistungen der Grundschulkinder bei der Bewältigung der Aufgaben. Nach jeder richtigen Antwort erhöht sich der Schwierigkeitswert, gespeichert in der Variable *currentDifficulty* um eins. Dadurch wird der Zahlenraum mit der Zeit größer und die Aufgaben komplexer. Falsche Antworten führen dagegen zur Verringerung des Wertes um zwei. Das Ziel dieses Systems besteht darin, eine Überforderung der Lernenden zu vermeiden und insbesondere bei lernschwachen Kindern den Wiedereinstieg zu erleichtern. Dadurch soll vermieden werden, dass durch wiederholtes Falsch-Beantworten von zu schweren Aufgaben die Motivation sinkt.

4.6 Interaktionsseite

Die Interaktionsseite verbindet die spielerische und motivierende Komponente des Weiterbildungsangebots mit dem Lernfortschritt der Kinder. Während die Quizseiten zum Lernen und Üben genutzt werden, dient diese Seite als Belohnungssystem, indem der Fortschritt aktiv für Interaktion mit dem Maskottchen Flora genutzt werden kann.

Für das Absolvieren von Rechenaufgaben erhalten die Lernenden sogenannte „Wassertropfen“, die als virtuelle Währung zum Gießen der Pflanze eingesetzt werden können. Die Punkte werden beim Lösen von Aufgaben in einer JavaScript-Variable *waterdrop* gespeichert und nach Abschluss mit einer *fetch()*-Funktion den Server geschickt. Dadurch können die Daten verschickt werden, ohne das ein Neuladen der Seite notwendig ist.

```
function save_waterdrops($user_id, $punkte) {
   $bestehende_punkte = get_user_meta($user_id, 'gesamt_punkte', true);
   if (empty($bestehende_punkte)) {
      $bestehende_punkte = 0;
   }
   $gesamt_punkte = $bestehende_punkte + $punkte;
   update_user_meta($user_id, 'gesamt_punkte', $gesamt_punkte);
}
```

Quelltext 4.18: Speichern der Wassertropfen

Über die im Quelltext 4.18 werden die beim Lösen von Aufgaben gesammelten Punkte durch die PHP-Funktion *save_waterdrops()* in der WordPress Datenbank gespeichert. Die Funktion akzeptiert die zwei Parameter Benutzer-ID (*$user_id*) und Anzahl der neu hinzuzufügenden Punkte *$punkte*). Zunächst wird der aktuelle Punktestand des Benutzers mit der Funktion *get_user_meta()* abgerufen. Existiert noch kein Eintrag, wird der Wert auf 0 gesetzt, um Rechenfehler zu vermeiden. Anschließend erfolgt die Addition der neuen Punkte zum bestehenden Stand. Das Ergebnis wird mit der Funktion *update_user_meta()* dauerhaft in der Datenbank gespeichert. Diese Methode ist sowohl für das erstmalige Speichern als auch für das Aktualisieren vorhandener Werte verwendet.

Für das Senden der Daten wird zuerst ein *FormData()*-Objekt erzeugt, welches als Container für die zu übertragenden Daten dient. Dabei handelt es sich um die *user_id*, für die eindeutige Benutzerkennung, und *waterdrops*, der numerische Wert der aktuellen Punktzahl dieses nach dem Abschluss eines Quizzes. Die Übertragung der Daten erfolgt über die *fetch()*-Funktion.

Die Gestaltung der Seite (siehe Abbildung 4.9 orientiert sich an dem Gestaltungskonzept und dem Design der vorherigen Seiten. Das Maskottchen „Flora“ ist ein zentrales Element und zeigt ihre aktuelle Wachstumsstufe. Ein Button fordert zum Gießen der Pflanze auf und ein Textfeld zeigt den aktuellen Punktestand an.

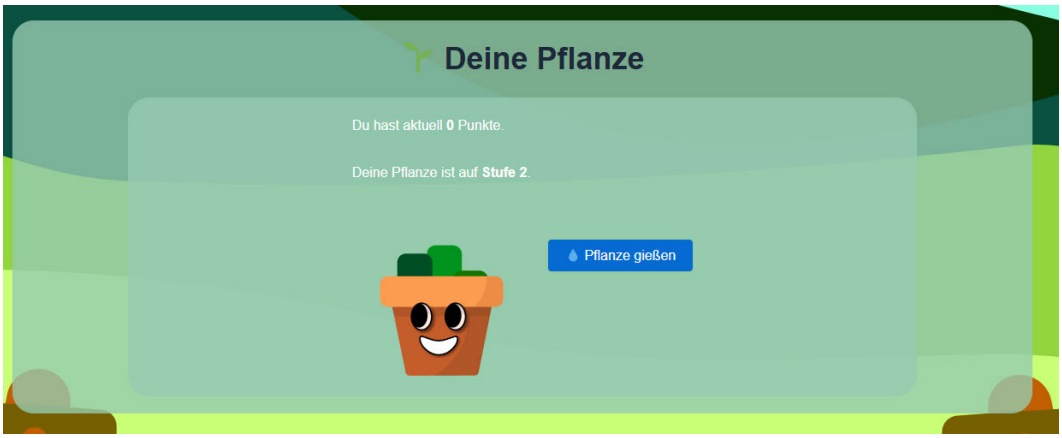

Abbildung 4.9: Flora gießen

Beim Anklicken des Gießenbuttons wird gepüft, ob genügend Punkte für ein Wachstumvorhanden sind und wenn ja, die notwenige Anzahl von der Gesamtpunktzahl abgezogen. Die Logik kann im Quelltext 4.19 nachvollzogen werden.

```
if ($_SERVER['REQUEST_METHOD'] === 'POST' && isset($_POST['giessen'])) {
   $naechsteStufe = $stufe + 1;

   if (isset($schwellen[$naechsteStufe]) && $punkte >= $schwellen[$naechsteStufe]) {
      $punkte -= $schwellen[$naechsteStufe];
      $stufe = $naechsteStufe;
      update_user_meta($user_id, 'pflanze_stufe', $stufe);
      update_user_meta($user_id, 'gesamt_punkte', $punkte);
   }
}
```

Quelltext 4.19: Wachstumstufen

Die Bedingung am Anfang des Codes stellt sicher, dass die Logik nur bei einem aktiven Benutzerinteraktionsereignis greift. Es wird zunächst berechnet, welche Stufe als Nächstes erreicht werden kann. Für Stufe 1 werden 5 Punkte benötigt, für Stufe 2 10 und für die dritte Stufe 20. Durch den Anstieg an benötigten Punkten soll der Fortschritt nicht zu schnell erfolgen. Anschließend wird geprüft, ob eine definierte Schwelle für diese Stufe existiert und ob der Benutzer über genügend Punkte verfügt, um die nächste Stufe zu erreichen. Falls dies zutrifft, werden die entsprechenden Punkte vom Benutzerkonto abgezogen, und sowohl der neue Punktestand als auch die aktualisierte Pflanzenstufe werden mithilfe der WordPress-Funktion *update_user_meta()* gespeichert. Durch diesen Aufbau ist das Erweitern neuer Stufen möglich.

5 Evaluation

Anhand der in der Konzeption aufgestellten zielführenden Methoden und die im Folgendem darauf basierende Umsetzung des webbasierten Weiterbildungsangebot soll durch die Evaluation eben dieser die Frage, ob und wie ein solches Angebot in der Lage ist, Schulkinder mit Förderbedarf nachhaltig zur selbstständigen Wiederholung und Festigung von Lerninhalten im Fach Mathematik zu motivieren. Herr A. Nielitz, Schulleiter der Dr.-Salvador-Allende-Grundschule (AGS) Chemnitz, ermöglichte freundlicherweise die Durchführung der Evaluation an seiner Schule. Dadurch wurde die Erprobung des Angebots unter realen Bedingungen mit nahe an der Zielgruppe liegenden Teilnehmenden ermöglicht. Im Rahmen der Suche von Evaluationsteilnehmern wurde darauf verzichtet, explizit nach förderbedürftigen Schülern zu fragen, mit dem Ziel, einen umfangreichen Teilnehmerpool zu erhalten und eine differenzierte Betrachtung zu ermöglichen.

Im vorliegenden Kapitel wird ein Überblick über die erforderlichen Schritte der Planung und Vorbereitung der Evaluation an der Grundschule gegeben. Des Weiteren erfolgt eine detaillierte Analyse des Ablaufs, gefolgt von einer Auswertung und Einordnung der Ergebnisse am Ende des Kapitels.

5.1 Vorbereitung

Die Evaluation konzentriert sich auf zwei Kernbereiche der Seite: das Kopfrechenquiz und die Interaktionsmöglichkeiten mit dem Maskottchen Flora. Die Schulkinder erhalten die Möglichkeit das Weiterbildungsangebot ohne eine konkrete Aufgabenstellung frei zu erkunden. Dabei werden sie von der Autorin der Arbeit begleitet, die das Verhalten der Kinder beobachtetet, gezielt nachfragt und Gespräche protokolliert und bei aufkommenden Problemen Hilfestellungen geben kann.

Neben dem Einverständnis der Schulleitung wird die Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten benötigt. Zwei Wochen vor der Evaluation, am **14.04.2025**, erhielten die Kinder der Klassenstufe 4 einen Elternbrief (siehe A.1), in dem um die Teilnahme an der Evaluation und die Erlaubnis zur Audioaufnahme der Gespräche während der Evaluation gebeten wurde. Gleichzeitig gab das Dokument einen ersten Überblick über die zu erwartende Teilnehmerzahl der Evaluation. Insgesamt erhielten 26 Kinder, davon 16 aus der Klasse 4a und 10 aus der Klasse 4b, die Teilnahmeerlaubnis. Aufgrund einer Krankmeldung belief sich die effektive Teilnahme auf 25 Grundschulkinder.

5.1.1 Interview

Um einen hohen Zeit- und Schreibaufwand für die Grundschulkinder zu vermeiden und um auf die Antworten dieser aktiv in Form von Nachfragen reagieren zu können, wurde sich für ein Interview entschieden.

Beim Bearbeitung schriftlicher Fragen zeigen Schulkinder das Verhalten, unklare Formulierungen zu überspringen. Des Weiteren sind Schulkinder nicht immer in der Lage, ihre Äußerungen schriftlich so zu formulieren, dass ihre eigentliche Meinung deutlich wird, da ihnen die Worte fehlen oder die Rechtschreibung dieser unbekannt ist. Um das Interesse der Kinder zu erhalten, empfiehlt es sich, die Evaluation auf spielerische Weise zu gestalten und sie nicht zu ernst zu nehmen. Zudem ist es von Bedeutung, den Kindern gegenüber freundlich zu sein, um trotz der kurzen Zeit eine angenehme und vertrauensvolle Umgebung zu schaffen.[RM06, S. 86f.]

Für die Erfassung der Erkenntnisse wurden Fragen vorbereitet, die vor und nach dem Testen des Weiterbildungsangebots an die Kinder gestellt werden. Während der gesamten Zeit wird das Gespräch aufgezeichnet. So werden Kommentare und Fragen während des Testens festgehalten.

Die gestellten Fragen folgen einem losen Protokoll, das die Gesprächsrichtung vorgibt und eine einheitliche Auswertung ermöglichte, aber auch Raum für individuelle Nachfragen lässt. Bei der Formulierung der Fragen wurde darauf geachtet, dass sie einfach gehalten sind und je nach Antwort Rückfragen zulassen. Suggestivfragen werden vermieden.

Vor dem Ausprobieren wurden folgende Fragen gestellt:

1. Habt ihr Lernprogramme oder -apps bereits genutzt? Wenn ja, welche und für welche Fächer?

2. Wenn ja, hat euch die Nutzung gefallen? Und warum beziehungsweise warum nicht?

3. Wenn ja, hat euch die Nutzung gefallen? Und warum beziehungsweise warum nicht?

4. Wie schätzt ihr euch in Mathe ein?

Damit soll ein Überblick geschaffen werden, ob die Kinder bereits Erfahrungen mit digitalen Lernangeboten gemacht haben, und gleichzeitig soll abgefragt werden, warum diese genutzt beziehungsweise nicht genutzt wurden. Darüber hinaus sollen die mathematischen Fähigkeiten der Teilnehmer ermittelt werden.

Am Ende dieses Gesprächsteils wird den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben, sich frei mit der Anwendung zu beschäftigen und jederzeit während der Erprobung Anmerkungen zu machen. Daran schließend erfolgt ein Abschlussgespräch über das getestete Lernangebot. Dafür wurden folgende Fragen erarbeitet:

1. Wie hat euch die Webseite gefallen? Warum hat sie euch gefallen / nicht gefallen?
2. Seid ihr auf Probleme gestoßen? Und wenn ja, auf welche?
3. Hat euch etwas nicht gefallen?
4. Wie fandet ihr die Aufgabenschwierigkeit?
5. Würdet ihr die Seite wieder nutzen, wenn ihr die Möglichkeit dazu hättet?

Ziel des Abschlussgesprächs ist es, eine Bewertung der getesteten Website zu erhalten. Positives und Negatives wird ebenso in Erfahrung gebracht werden wie das Interesse an dem Angebot. Gleichzeitig sollten inhaltliche Aspekte, wie die Schwierigkeit der Aufgaben, erfragt werden.

5.1.2 Fragebogen

Im Anschluss an die Testphase füllten alle teilnehmenden Kinder einen kurzen anonymen Fragebogen aus. Dieser erfasste neben Alter und Geschlecht auch den eigenen Lernstand im Bereich Mathematik sowie eine erste Selbsteinschätzung der Benutzerfreundlichkeit und des Spaßfaktors der Anwendung (siehe Abbildung 5.1). Den Kindern wird die Möglichkeit gegeben den Fragebogen versteckt auszufüllen, sodass sie in ihren Angaben nicht von äußerlichen Einflüssen bestimmt sind.

Bei der Erstellung des Fragebogens wurde darauf geachtet, eine einfache Sprache zu verwenden, die aktiv zur Beantwortung der Fragen auffordert. Die Fragen werden durch Ankreuzen beantwortet. Eine Ausnahme bildet das Freitextfeld für die Altersangabe. Für die Bewertungen wurde eine Smiley-Symbolik verwendet, die der Zielgruppe schnell und verständlich die Bewertungsstufen veranschaulicht [RMC09, S. 9]. Auf diese Weise können die subjektiven Eindrücke der Kinder mit den Beobachtungen während der Nutzung kombiniert werden.

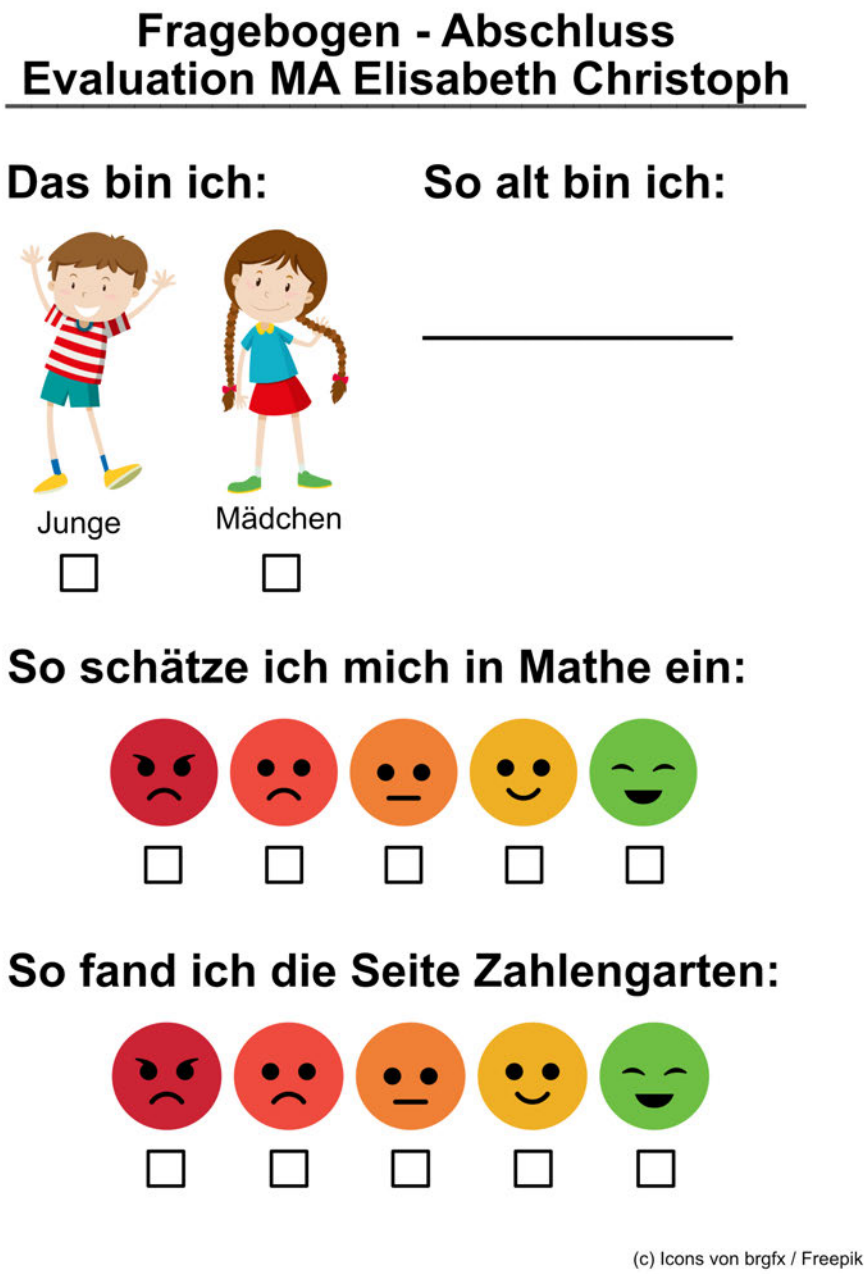

Abbildung 5.1: Anonymer Fragebogen

5.2 Ablauf

Die Evaluation des Weiterbildungsangebots Zahlengarten fand im Zeitraum vom **28.05.** bis **30.05.2025** an der AGS Chemnitz [Chea] statt. Neben den Regelklassen lernen an der AGS ca. 90 Kinder mit Lese-Rechtschreib-Schwäche (LRS) oder mit anderen auffälligen Problemen beim Lesen und Schreiben in LRS-Klassen. Lehrpersonal mit fachkundiger Ausbildung fördert diese Kinder in diesen Klassen in besonderem Maße.[Cheb]

Die Schule wird derzeit von 266 Schülerinnen und Schülern besucht, davon 42 in der Klassenstufe 4. Im Schuljahr 2022/23 haben alle Kinder der Klassenstufe 4 eine Bildungsempfehlung erhalten, davon 64,4 Prozent für die Oberschule und 28,9 Prozent für das Gymnasium. Für neuere Schuljahre liegen noch keine Daten vor. [Sac]

5.2.1 Durchführung

Für die zeitliche Planung der Evaluation waren die Stundenpläne und Unterrichtszeiten ausschlaggebend. An drei Tagen konnten die Schulkinder das Lernangebot von der ersten bis zur fünften Stunde testen. Die Durchführung sollte in den Pausen und während des Sportunterrichts vermieden werden. Eine Unterrichtsstunde an der AGS dauert 45 Minuten, sodass bis zu zehn Kinder pro Zweiergruppe den „Zahlengarten“ testen konnten. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass bis auf das letzte Kind, das alleine arbeitete, möglichst alle mit der Anwendung in Kontakt kamen, ohne dass längere Wartezeiten oder unnötiger Druck durch Alleinarbeit entstanden.

Das Verwenden externer Laptops war nicht möglich. Stattdessen war die Nutzung von zwei schulinternen Laptops, die im Netzwerk der Schule angemeldet waren, möglich. Dadurch konnte das Weiterbildungsangebot unter möglichst realitätsnahen Bedingungen getestet werden. Für die Testphase war kein eigener Login erforderlich. Die Anwendung war so eingerichtet, dass direkt auf die Inhalte zugegriffen werden konnte.

Aufgrund der Verfügbarkeit von zwei Laptops wurde die Anzahl der teilnehmenden Kinder pro Durchgang auf ebenso viele begrenzt. Zu diesem Zweck wurden jeweils zu Beginn einer Unterrichtsstunde zwei Kinder aus der gleichen Klasse in einem speziell dafür vorgesehenen Raum geholt. Dadurch wurde vermieden, die Teilnehmenden abrupt aus dem Unterricht zu ziehen, und der schulische Ablauf wurde so wenig wie möglich beeinträchtigt.

Für die eigentliche Durchführung wurde eine Zeitspanne von 20 Minuten pro Gruppe anberaumt, in welcher die Fragen gestellt und das Angebot ausprobiert werden konnte. Die Durchführungsdauer der Untersuchung variierte in Abhängigkeit von der Gesprächsmotivation der Probanden sowie Menge an eingebrachten Kommentare. Im Durchschnitt benötigte eine Gruppe mit 18:47 Minuten, wobei sich davon 13:18 Minuten mit dem Weiterbildungsangebot befasst wurden.

Auf dem Weg zum Raum erhielten die Grundschulkinder einen Überblick über die zu erwartenden Aspekte der Evaluation. Im Rahmen dessen konnten erste Fragen geklärt werden. Darüber hinaus wurden die teilnehmenden Kinder um ihr Einverständnis über eine Audio-

aufnahme der Gespräche gebeten und darüber informiert, dass sie die Evaluation zu jedem beliebigen Zeitpunkt abbrechen können, falls sie sich unwohl fühlen sollten. Es wurde darauf geachtet, dass die Teilnahme an der Evaluation auf freiwilliger Basis erfolgte, sodass keine externen Faktoren auf die Schulkinder einwirkten.

Im Evaluationsraum war jedem Kind ein Platz an einem eigenen Tisch mit Laptop zugewiesen, wobei die Tische aneinander gerückt waren und die Teilnehmenden demnach sich gegenüber saßen. Dadurch wurde eine Konstellation geschaffen, die es der Betreuerin ermöglichte, den Kindern sowohl Unterstützung als auch Freiraum zu gewähren. Die Kinder hatten somit die Möglichkeit, das Angebot zu erkunden, ohne durch ständige Beobachtung in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt zu sein und trotzdem jederzeit um Hilfe bitten zu können. Nach Beantwortung der einleitenden Fragen durfte das Weiterbildungsangebot selbstständig getestet werden. Dabei waren die Schulkinder aufgefordert, zu jeder Zeit Anmerkungen zu äußern und bei Problemen auf sich aufmerksam zu machen. Nach dem Erreichen der vierten Stufe der Pflanze erfolgte die Überleitung auf die abschließenden Fragen. Nach deren Beantwortung schließt der Fragebogen die Durchführung der Testgruppe ab. Den Schulkindern wurde die Aufgabe erteilt, diesen auszufüllen und zu falten, um eine Anonymisierung der Daten zu gewährleisten. Im Anschluss an die der Umfrage wurde der Evaluationsdurchgang beendet.

5.2.2 Erste Erkenntnisse

Die Dynamik zwischen den Gruppen war unterschiedlicher Natur. Das lag unter anderem daran, wie gut sich die Kinder in den Zweiergruppen verstanden und wie die individuelle Auskunfbereitschaft vorhanden war. Es konnte beobachtet werden, dass alle Kinder die Zeit für die Erkundung des Lernangebots nutzten. Zurückhaltende Schulkinder reagierten und gaben Antworten auf Fragen meist nur auf explizite Aufforderung. Sie trauten sich weniger, um Hilfe zu bitten. Extrovertierte Kinder nutzten die Möglichkeit, auch während des Testens ihre Gedanken mitzuteilen. Es wurde ein offener und ungezwungener Austausch ermöglicht, der auch die Möglichkeit umfasste, Fragen zu stellen und Gespräche zu führen, selbst wenn diese vom Thema abwichen. Ein Einschreiten aufgrund eines zu großen Themenwechsels war nicht erforderlich. Die Schulkinder zeigten Interesse an der Seite „Zahlengarten“ und fanden nach Abschweifungen selbstständig zum Thema zurück.

Obwohl den Kindern im Vorfeld die Erlaubnis erteilt worden war, im Rahmen der Untersuchung frei auf das Weiterbildungsangebot zu erkunden, suchten mehrere von ihnen die Zustimmung, um bestimmte Handlungen durchzuführen. Die Navigation zurück zur Startseite erforderte in der Regel eine Erläuterung, und ein großer Anteil der Kinder benötigte Unterstützung, um zur Interaktionsseite mit Flora zu gelangen. Nach erfolgter Erläuterung der Navigationsfunktionen konnten sich die meisten Teilnehmenden jedoch zurechtfinden.

Im Rahmen der Testphase wurde festgestellt, dass eine zu hohe Anzahl an Quiz-Wiederholungen dazu führen kann, dass die Aufgaben nicht mehr neu generiert werden. Ein Neustart der Kopfrechenaufgaben über das Startmenü löste das Problem temporär , wobei dies auf einen noch zu behebenden Fehler im Code hindeutet.

Nach Erreichen der vierten Wachstumsstufe von „Flora “ äußerten zahlreiche Kinder den Wunsch nach weiteren Stufen oder Pflanzen. Die Möglichkeit weitere Aufgaben zu lösen, um die Punktzahl zu erhöhen, wurde zu einem großen Teil begeistert angenommen. Das Erreichen einer höheren Anzahl an Punkten hatte einen motivierenden Effekt auf die Teilnehmenden. Insbesondere im direkten Austausch mit ihrem Gruppenpartner ergab sich ein Vergleich, der den Wunsch nach Verbesserung der eigenen Leistung weckte. Es konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob die Motivation zum Weiterspielen ausschließlich auf das Angebot zurückzuführen ist oder ob eine zusätzliche Motivation durch die Pflicht bestand, nach dem Testen in den Unterricht zurückzukehren.

5.3 Auswertung

Nach der Durchführung der Evaluation an der AGS standen die Informationen der Teilnehmenden in Form von Audiodateien von **13**-Interviews und **25** ausgefüllten Fragebögen für die Auswertung zur Verfügung. Insgesamt haben 25 Grundschulkinder der vierten Klasse an der Evaluation teilgenommen, davon waren 44 Prozent Mädchen (11 Kinder) und 56 Prozent Jungen (14 Kinder) im Alter von 9 bis 12 Jahren. Die Ergebnisse dieser Erhebung werden im Folgenden zusammengefasst. Dabei werden zu erst die Interviews betrachtet und ausgewertet, gefolgt von dem anonymen Fragebogen, den die Grundschulkinder am Ende einer Durchführung ausgefüllt haben. Zum Abschluss in Kontext gesetzt und gewonnene Erkenntnisse formuliert.

5.3.1 Interview

Vor der Auswertung der Interviews mussten die Audiodateien in Textform transkribiert werden. Da frei verfügbare, AI-gestützte Software beim vorherigen Testen nur unzureichende Ergebnisse lieferte und die Audiodateien lokal und offline verarbeitet werden sollten, um den Datenschutz zu gewährleisten, wurden die Transkripte manuell angefertigt. Die Transkripte sind im externen Anhang (siehe Anhang C) zu finden.

Fragen vor dem Testen des Weiterbildungsangebots

Vor dem Testen des Weiterbildungsangebots gaben alle Teilnehmenden an, bereits im Vorfeld mit Lernprogrammen und -applikationen gearbeitet zu haben. In beiden Klassen wird die Anton-App sowohl im schulischen Kontext als auch aktiv in Form von gestellten Zusatzaufgaben zu Hause genutzt. Des weiteren wurde von sechs Kinder angegeben, dass sie an der Schule das Programm „Lernwerkstatt“ zu nutzen, zwei erwähnten an der Schule Kopfrechnen mit dem Programm „Matheland“ zu üben und jeweils ein Kind nutzte sofatutor beziehungsweise Duolingo. Die Nutzung der Lernangebote erfolgt hauptsächlich für die Hauptfächer Mathematik, Deutsch und Sachunterricht. Darüber hinaus wurden sie auch bereits im Englischunterricht und im Ethikunterricht eingesetzt.

Die Frage, ob die Schulkinder die Nutzung dieser Programme und Apps als positiv empfinden, konnte nicht eindeutig beantwortet werden. Der Einsatz im Unterricht führt zu Abwechslung und die Möglichkeit, im Anschluss an das Lernen Spiele zu spielen, war ein weiterer Anreiz. Gleichzeitig wurde betont, dass zu einfache oder zu schwere Aufgaben die Motivation an dem Angebot verringern konnten. Das Lösen von Aufgaben auf Zeit wurde von einem Teil als motivierend und anspornend beschrieben, während ein gleich großer Teil sich aufgrund des dabei entstehenden Zeitdrucks gestresst fühlt und eine solche Aufgabenstellung ungern löste. Es herrschte Konsens darüber, dass die Funktion von Anton, das Quiz bei falscher Lösung an den Anfang zurückzusetzen, demotivierend wirkte.

Aufgrund der Eigenschaften der Datenerhebung in Form einer Interviewform war es den Grundschulkindern nicht möglich, einheitliche Angaben zu ihren mathematischen Fähigkeiten zu machen. Die Fähigkeit wurde je nach Kind in Notenform, in Punkteangaben oder als

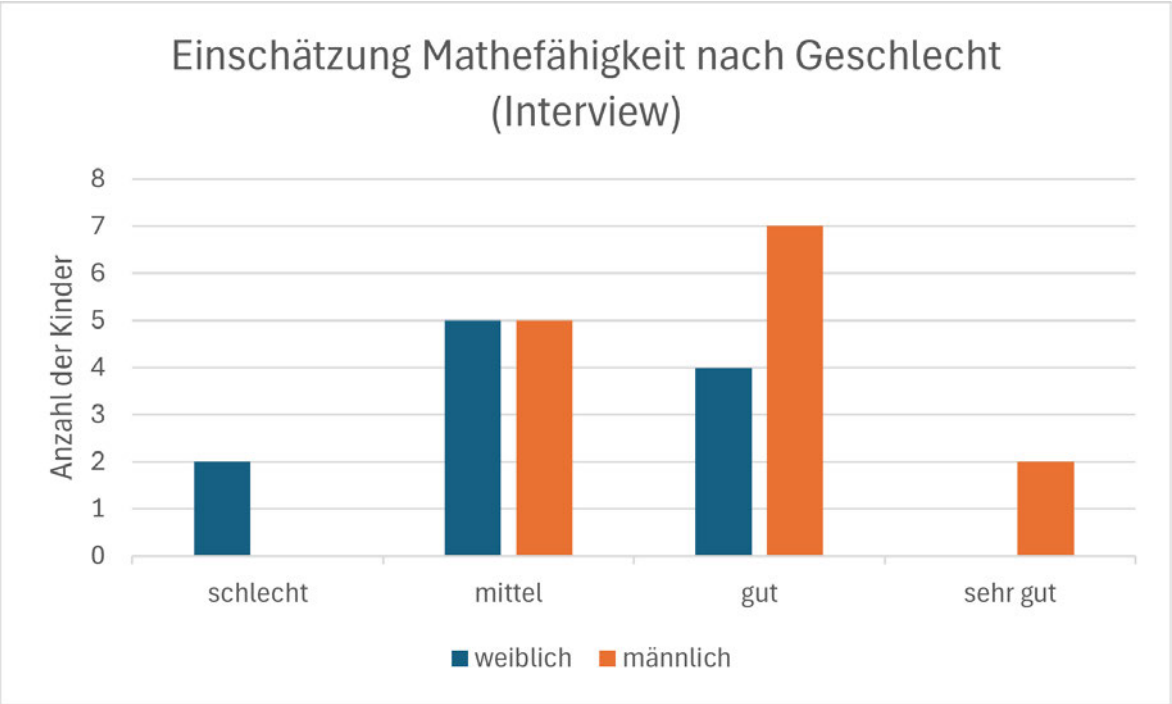

Abbildung 5.2: Einschätzung Mathematikkompetenzen im Interview

beschreibendes Wort wiedergegeben. Die Auswertung der Aussagen erfolgte durch Einordnung dieser in vier Kategorien: „Sehr Gut“, „Gut“, „Mittel“ und „Schlecht“ . Die Einschätzung der eigenen Kompetenzen ergab, dass sich der Großteil als „Mittel“ (40%) bis „Sehr Gut“ (44%) einstufte. Jeweils zwei Probanden (je 8 %) schätzten ihre Kompetenzen als „Sehr Gut“ beziehungsweise „Schlecht“ ein.

Die Auswertung des Diagramms 5.2 zeigt eine leichte geschlechtsspezifische Tendenz in Bezug auf die eingeschätzten Kompetenzen. Die beiden Probanden, die sich selbst als „Schlecht“ einschätzten, waren weiblich, während zwei männliche Probanden sich selbst als „Sehr Gut“ einschätzten. Während es bei der Angabe „Mittel“ ausgeglichen ist, haben mehr Jungen als Mädchen ihre Fähigkeiten als „Gut“ eingeschätzt.

Fragen nach dem Testen des Weiterbildungsangebots

Die Rückmeldungen nach dem Ausprobieren des Weiterbildungsangebots „Zahlengarten“ waren insgesamt sehr positiv. Die Auswertung der Befragung ergab, dass sämtliche der befragten Schulkinder angaben, dass die Nutzung der Webseite ihnen gefallen und es ihnen Spaß gemacht habe. Zwei Kinder äußerten, dass ihnen die Nutzung besser gefallen habe als das ihnen bekannte Lernangebot Anton-App. Begründet wurde das von 44 Prozent der Kinder aufgrund des **Maskottchens „Flora“**, die nicht nur durch ihre positiven Aussagen und ihrem niedlichen Designs, sondern auch die Möglichkeit, sie zum Wachsen zu bringen, motivieren würde. Weiterhin wurde die Art der **Aufgabenstellung** von 20 Prozent der Befragten hervorgehoben. Die Möglichkeit der Multiple-Choice-Antworten wurde als unterstützend beim Rechnen empfunden, genauso die Möglichkeit weitere Versuchen zum Lösen der Aufgaben zu bekommen. Jeweils 4 Prozent erwähnten die **Farbwahl**, insbesondere die Farbwahl, sowie die Möglichkeit des **Punktesammelns** als besonders positiv. Weitere 20 Prozent der

Befragten gaben an, dass ihnen die gesamte Anwendung besonders positiv aufgefallen sei. Bei weiterer Nachfrage konnten oder wollten sie jedoch keine konkreten Punkte nennen. Aufgrund des Alters der Teilnehmenden und der für sie unbekannten Situation wurde entschieden, auf das Verlangen einer präziseren Antwort zu verzichten.

Die Frage nach etwaigen Schwierigkeiten und Problemen mit der Anwendung wurde von sämtlichen Schulkindern mit Ausnahme der Anmerkung von technischen Fehlern verneint. Fehler in der Funktion, wie Probleme mit dem Neugenerieren eines Quiz nach mehrfachen Lösungsversuchen, wurden in diesem Zusammenhang neu erwähnt. Die Autorin der vorliegenden Arbeit konnte jedoch beim Beobachten während der Evaluation feststellen, dass die Schulkinder nicht allein durch die Anwendung dazu aufgefordert worden, alles auszuprobieren. Obwohl im Vorfeld die Erlaubnis erteilt wurde, alle relevanten Aspekte zu erkunden und zu testen, wurden im Verlauf des Prozesses weitere Nachfragen und Bitten um Genehmigung geäußert. Des Weiteren war es häufig erforderlich die Navigation zurück auf die Startseite oder zum Maskottchen „Flora“ zu erklären, wobei in der Regel eine einmalige Erklärung ausreichte. Die Bearbeitung der Quizze erfolgte eigenständig und ohne Hilfestellung. Einzig bei einem Schulkind wurde die Unterstützung beim Lösen besonders schwerer Kopfrechenaufgaben notwendig. Bei drei Schulkindern wurde festgestellt, dass sie bei komplexen Aufgaben sich nur durch die Antwortmöglichkeiten durchklickten.

Über die Hälfte der befragten Schulkinder (56%) fanden die Schwierigkeit der gestellten Kopfrechenaufgaben in Ordnung. Ein signifikanter Teil (40%) gaben an, dass die Aufgaben zu leicht waren und sie sich schwerere Aufgabenstellungen wünschen würden. Ein Schulkind (4%) fand die Aufgaben zu schwer. Bei der Betrachtung die Verteilung der Schwierigkeiten nach Geschlecht im Diagramm 5.3 fällt auf, dass unabhängig vom Geschlecht die knappe Mehrheit (55% bei den Mädchen und 57% bei den Jungen) die Aufgabenschwierigkeit als geeignet empfunden haben. Es zeigte sich, dass 43 Prozent der männlichen Probanden die Aufgaben als zu einfach empfanden, während dieser Anteil bei den weiblichen Probanden 36 Prozent betrug. Bei den Mädchen empfanden 9 Prozent die gestellten Aufgaben als zu schwer.

Als Anregungen für die Weiterentwicklung des Lernangebots gaben die Schulkinder den Wunsch nach mehr Mathematik-Themen an, die geübt und gelernt werden können. Außerdem wurden sich die Erhöhung der Aufgabenanzahl in einem Quiz gewünscht sowie eine Differenzierung der verdienten Wassertropfen nach Aufgabenschwierigkeit. Des Weiteren wurden sich weitere Entwicklungsstufen für das Maskottchen „Flora“ sowie alternativ weitere freischaltbare Pflanzen gewünscht. Die Kinder führten als Begründung an, dass sie das Maskottchen auf immer höhere Stufen bringen wollten. Es wurde sich explizit gegen Aufgabentypen ausgesprochen, die mit einer zeitlichen Begrenzung einhergehen.

Schlussendlich gaben alle befragten Schulkinder an, das Weiterbildungsangebot „Flora“ weiterhin in Anspruch zu nehmen, wenn sie die Möglichkeit dazu bekämen. Während der Interviews wurde seitens der Schulkinder wiederholt die Frage aufgeworfen, auf welche Weise die Plattform zugänglich gemacht werden könnte und zu welchem Zeitpunkt die Veröffentlichung erfolgen würde. Gleichzeitig wurde an mehreren Stellen betont, das Angebot auch außerhalb der Unterrichtszeiten nutzen zu wollen.

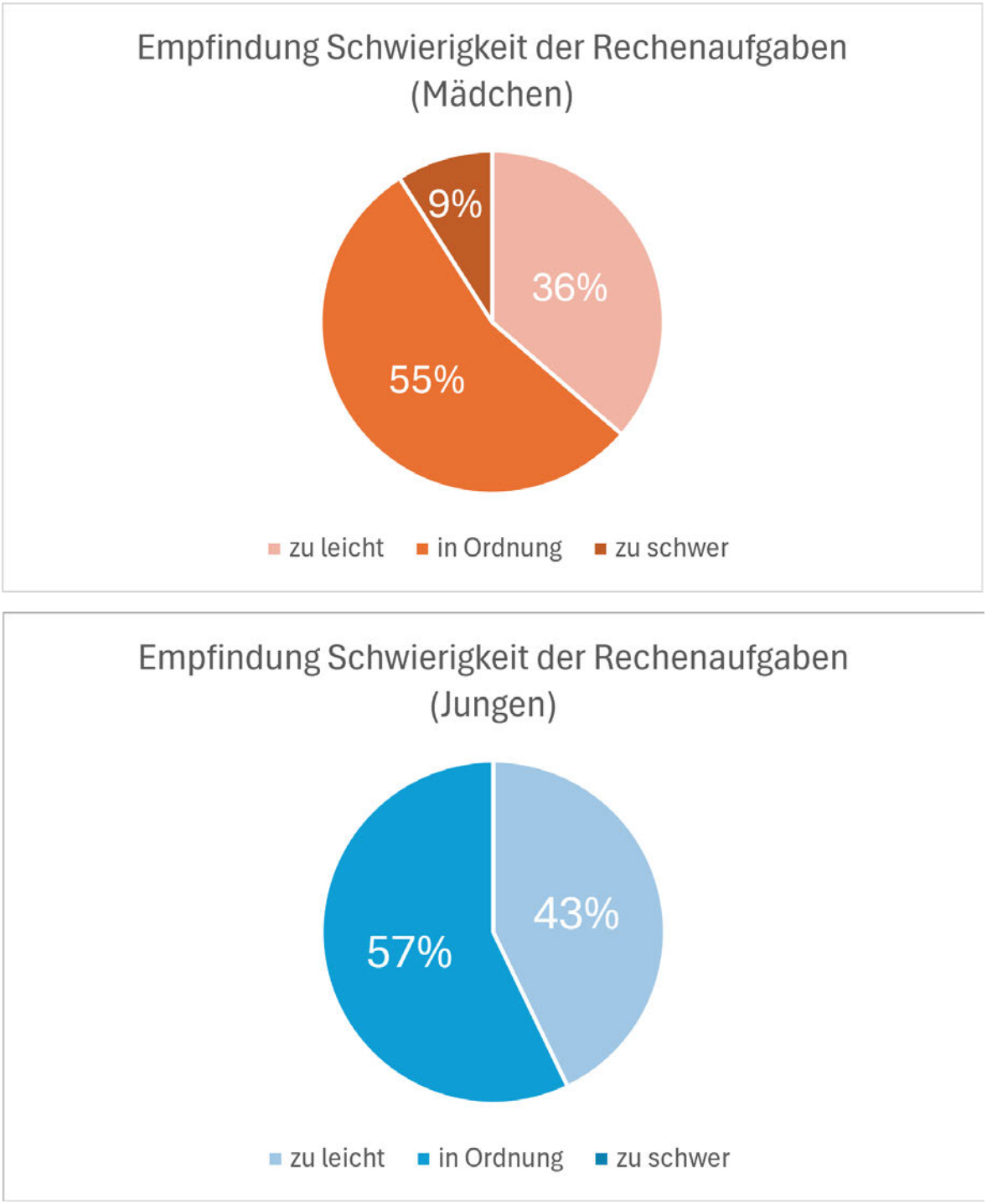

Abbildung 5.3: Geschlechterspezifische Einschätzung Aufgabenschwierigkeit

5.3.2 Fragebogen

Nach dem das Testen des Weiterbildungsangebots abgeschlossen war und die letzten Fragen beantwortet wurden sind, füllten die Grundschulkinder abschließend den Fragebogen aus. Dieser gab einen Überblick über das Alter und Geschlecht der Probanden sowie eine erneute Einschätzung über ihre Mathematikfähigkeiten und ihre Einschätzung von Zahlengarten.

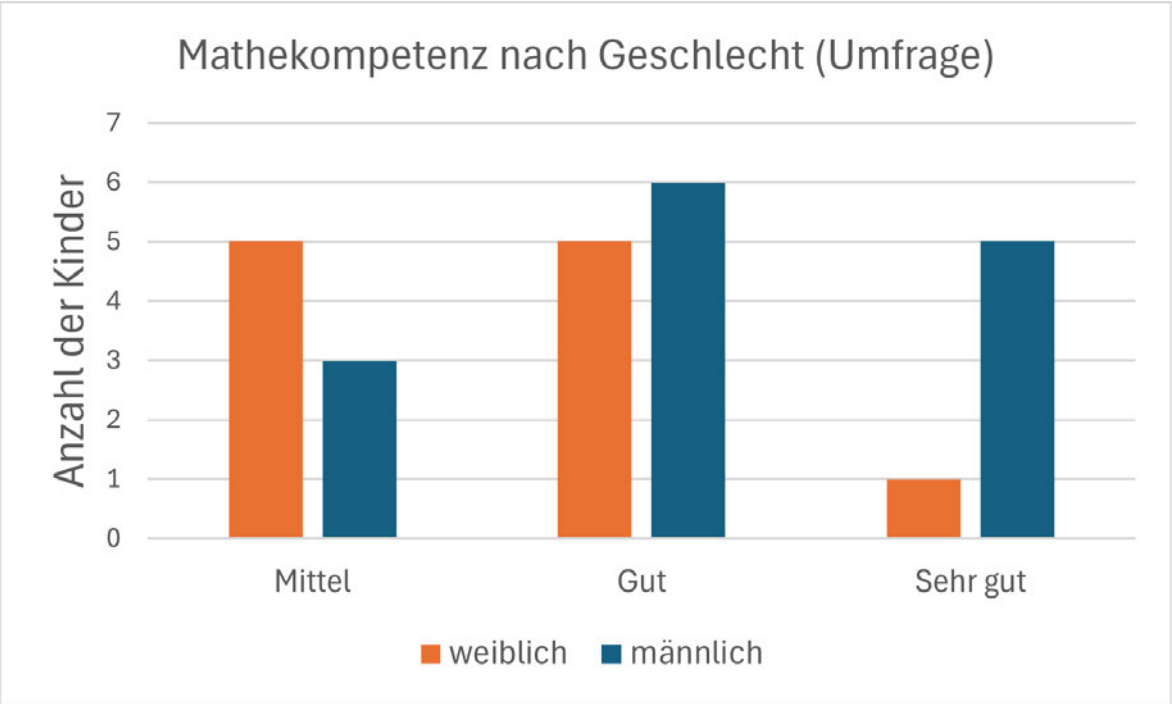

Abbildung 5.4: Einschätzung Mathematikkompetenzen im Fragebogen

In der durchgeführten Umfrage gaben 24 Prozent der befragten Schulkinder an, über sehr gute mathematische Kompetenzen zu verfügen. 44 Prozent schätzen sich als gut, während 32 Prozent eine mittlere Kompetenz angaben. Das Ergebnis aus dem Interview, dass Jungen im Durchschnitt in Mathematik besser abschneiden als Mädchen, wiederholt sich in den vorliegenden Daten der Umfrage, die im Diagramm 5.4 dargestellt sind. Etwa 9 Prozent der weiblichen Befragten gaben an, sehr gut in Mathematik zu sein. Demgegenüber steht eine Gruppe von 36 Prozent der männlichen Befragten. Die Einschätzungen bei gut sind ausgeglichen (45% bei den Mädchen und 43% bei den Jungen). Im Gegensatz dazu gaben 45 Prozent der Mädchen im Gegensatz zu 21 Prozent der Jungen eine mittlere Kompetenz in Mathematik an.

Bei den Ergebnissen der Einschätzung der Mathematikkompetenzen lassen sich Unterschiede zwischen den Angaben im Interview und im Fragebogen feststellen, die im Diagramm 5.5 grafisch dargestellt sind. Es lässt sich festhalten, dass die Einschätzungen der Schulkinder in der anonymen Umfrage im Vergleich zu den Gesprächen während der Testphase tendenziell positiver ausfielen. Die Aussagen der Mädchen liegen dabei wesentlich näher beieinander als bei den Jungen. Besonders in der Einschätzung „Sehr Gut“ finden sich signifikante Unterschiede. Im Rahmen der Interviews wurde festgestellt, dass lediglich 14 Prozent der Befragten ihre persönliche Einschätzung als „Sehr Gut“ bewerteten. Hingegen äußerten 36 Prozent der männlichen Teilnehmenden eine solche Bewertung in der Umfrage. Auch bei der Einschätzung einer mittleren Kompetenz fallen Unterschiede auf. In der Analyse fällt auf, dass die Angabe im Interview bei 36 Prozent liegt, während sie in der Umfrage bei 21 Prozent liegt.

Eine mögliche Erklärung für die aufgezeigten Differenzen könnten die verschiedenen Umfrageformen darstellen. Im Gespräch wurden verschiedene Varianten der Einschätzungsangaben gebraucht, wie Noten und Worteinschätzungen. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit, Nachfragen zu stellen, sofern die gegebenen Antworten als unklar empfunden wurden. In der

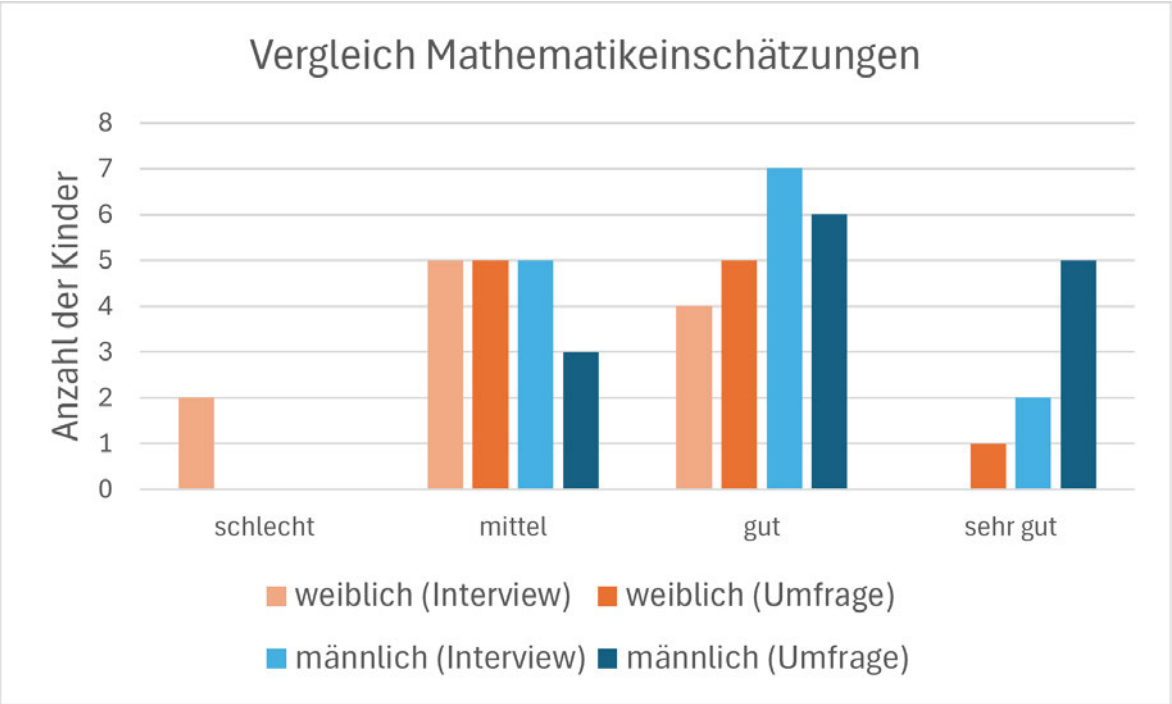

Abbildung 5.5: Vergleich Einschätzung der Mathematikkompetenzen

durchgeführten Umfrage wurde stattdessen die Verwendung von Smileys zur Darstellung der jeweiligen Einschätzung verwendet. Um in zukünftigen Evaluationen eine Vereinheitlichung der Angaben zu gewährleisten, ist es empfehlenswert, im Vorfeld die Verwendung einer einheitlichen Angabeform festzulegen. Eine textliche Ergänzung der Smileybilder könnte der Umfrage eine höhere Aussagekraft verleihen und ihre Genauigkeit erhöhen.

Die Angaben zur Einschätzung des Weiterbildungsangebot „Zahlengarten “ waren durchweg positiv. 96 Prozent der Befragten gaben die Einschätzung „Sehr Gut“ und 4 Prozent die Einschätzung „Gut“ ab. Diese Einschätzung steht im Einklang mit den Angaben, die die Grundschulkinder im Interview gemacht haben.

5.4 Einordnung der Ergebnisse und Erkenntnisse

Die durchgeführte Evaluation des Weiterbildungsangebots „Zahlengarten “ liefert durch die Kombination ausführlicher Interviews und Gesprächen während der Durchführung und einer abschließenden Umfrage eine umfangreiche Datensammlung. Die Erkenntnisse ermöglichen eine Betrachtung der Wirksamkeit, Akzeptanz und möglichen Weiterentwicklungen des digitalen Angebots.

Zunächst ist jedoch zu erwähnen, dass die Anzahl von 25 Schulkindern keine ausreichend große Menge an Probanden darstellt, um fehlerfreie Erkenntnisse zuzulassen. Des Weiteren wurde das Angebot nicht aus der Perspektive der eigentlichen Zielgruppe, also Kinder mit Förderbedarf, betrachtet. Dennoch bieten die in dieser Evaluation gewonnene Erkenntnisse erste Betrachtungsmöglichkeiten und Vierbesserungsansätze.

Aus den Ergebnissen lässt sich erschließen, dass digitale Lernangebot wie die „Anton-App“ oder „Lernwerkstatt“ im schulischen und häuslichen Alltag der befragten Schulkinder vorhanden sind. Die Kinder zeigten sich offen gegenüber digitalen Lernplattformen und waren mit deren Nutzung vertraut, wodurch ein generelles Interesse an dem entstandenen Angebot „Zahlengarten“ vorhanden war. Gleichzeitig wurde deutlich, dass die Bewertung bestehender und genutzter Angebote keine eindeutige positive oder negative Tendenz aufwies. Gamification-Elemente wie Belohnungssysteme und Spielmöglichkeiten wurden als motivierend dargestellt. Als demotivierend wurden monotone, überfordernde oder zu leichte Inhalte sowie frustrierende Mechaniken, wie das Zurücksetzen im Quiz bei Fehlern, von den Schulkinder beschrieben. Bereits hier bestätigt sich die Annahme, dass es Verbesserungsmöglichkeiten in den vorhanden Angeboten gibt und die Findung geeigneter, motivierender Methoden von zentraler Bedeutung ist.

Bei der Selbsteinschätzung fällt in beiden Erhebungsformen eine tendenziell gute Kompetenz in Mathematik auf. Ein Großteil der befragten Schulkinder stufte sich als „Gut“ oder „Sehr Gut“ ein. Es wurde festgestellt, dass die Bewertung in der anonymen Umfrage tendenziell optimistischer ausfiel als in den Interviews. Es wurde eine geschlechterspezifische Tendenz in der Kompetenzwahrnehmung festgestellt. Es konnte festgestellt werden, dass sich Jungen im Mittel besser einschätzen als Mädchen. Ein Lernangebot, das darauf abzielt, das mathematische Selbstkonzept unabhängig vom Geschlecht zu stärken, könnte zu einer Reduktion der bestehenden Unterschiede beitragen.

Die durchweg positiven Rückmeldungen, sowohl im Interview als im Fragebogen, zum entwickelten Weiterbildungsangebots „Zahlengarten“ belegen ein hohen Interesse seitens der Zielgruppe. Besonders hervorgehoben wurde dabei das Maskottchen „Flora “, das Aufgabenformat der Kopfrechenaufgaben und das Sammeln von Punkten. Das kindgerechte Design in Verbindung mit Gamification-Elemente deutet darauf hin, dass diese Aspekte die Motivation und das selbstständige Interesse am Lernen fördern könnten.

Die Bewertung der Aufgabenschwierigkeit zeigt ein ausgewogenes Ergebnis. Während über die Hälfte der Kinder die Aufgaben als angemessen einstufen, wünschte sich ein nicht zu vernachlässigender Anteil von 40 Prozent schwerere Aufgabenstellungen. Dabei ist zu beachten, dass das Angebot für Kinder mit Förderbedarf entwickelt wurde und ein großer Teil der

an der Evaluation teilnehmenden Grundschulkinder sich als gut bis sehr gut in Mathematik eingeschätzt hat. Dennoch bietet diese Erkenntnis den Anstoß, dass Schwierigkeitssystem zu überarbeiten, um einem breiten Spektrum an Schulkindern das individuell angepasste Lernen von Mathematikaufgaben zu ermöglichen.

Trotz dem Ziel einer intuitiven Gestaltung von „Zahlengarten“ waren kleinere Erklärungen zur Navigation erforderlich. Die Beobachtungen unterstreichen, wie wichtig eine selbsterklärende Benutzeroberfläche besonders für eine junge Zielgruppe ist und zeigen Optimierungsbedarf in dem Angebot auf. Technische Probleme traten vereinzelt auf, störten das Nutzungserlebnis und die Testphase jedoch kaum. Insgesamt zeigten die Kinder ein hohes Maß an Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben und navigierten zu einem größten Teil nach einmaliger Erläuterung selbstsicher durch das Lernangebot.

6 Schlussbetrachtungen

Die vorliegende Arbeit konnte das erarbeitete Thema „Design und der Entwicklung eines webbasierten Weiterbildungsangebot für förderbedürftige Schüler im Fach Mathematik“ erfolgreich umsetzen. Im Kapitel 1 „Einführung und Motivation“ wurden dafür die Beweggründe und Zielstellungen näher betrachtet und beschrieben. Im Anschluss daran wurde mit der Erarbeitung der erforderlichen Grundlagen sowie des essenziellen Wissens im Kapitel 2 „Theoretische Grundlagen“ begonnen. In diesem Kapitel werden neben den pädagogischen und didaktischen Inhalten des Mathematikunterrichts in der Schule auch die wissenschaftlichen Erkenntnisse über kindgerechtes UI- und UX-Design und Multimediales Lernen erörtert. Darauf folgt im Kapitel 3 „Analyse und Konzeption“ eine Zielgruppen- und Wettbewerbsanalyse, um das bisherige Angebot an digitalen Lernangeboten zu untersuchen. Auf Basis des ermittelten Optimierungsbedarfs wurde im Anschluss die Konzeption eines webbasierten Weiterbildungsangebots erarbeitet, die darauf abzielt, die identifizierten Lücken zu schließen. Das entstandene Konzept bildete die Grundlage des darauf folgend entwickelten Weiterbildungsangebots, dessen Prozess im Kapitel 4 „Entwicklung des Weiterbildungsangebots“ beschrieben wurde. Abschließend erfolgt die Evaluation des Angebots mit Blick auf die Forschungsfrage im Kapitel 5 „Evaluation“ und die in diesem Kapitel vorliegende Schlussbetrachtung der Arbeit.

Der Fokus der Arbeit lag auf dem Design und der Entwicklung eines webbasierten Weiterbildungsangebots, das Grundschüler der vierten Klasse mit Förderbedarf zum selbstständigen Lernen und Üben motivieren sollte. Dafür war es notwendig, ein Angebot zu entwickeln, das auf Basis des im schulischen Kontext gelernten Wissens eine einfach zu benutzende Übungsmöglichkeit darstellte. Von zentraler Bedeutung war, dass Grundschulkinder das Angebot selbstständig nutzen können und dass es für die Zielgruppe ansprechend und motivierend gestaltet ist. Dafür wurden im theoretischen Grundlagenkapitel der Arbeit die inhaltlichen Komponenten für ein geeignetes Aufgabenangebot und kindgerechte Designprinzipien für ansprechendes UI- und UX-Design erarbeitet. Im Anschluss erfolgte die Anwendung der erarbeiteten Prinzipien im Konzeptionskapitel. In der auf diesen Überlegungen basierende Entwicklung von „Zahlengarten“ entstand ein webbasiertes Angebot, welches Grundschulkinder das Üben von Kopfrechenaufgaben ermöglicht. Der zentrale Motivationsfaktor stellt das integrierte Maskottchen „Flora“ dar, die in Form eines Blumentopfs gestaltet positive Rückmeldungen gibt. Außerdem ermöglicht das Einsetzen beim Lösen gesammelter Punkte das Erreichen neuer Wachstums- und damit Gestaltungsstufen.

Das entstandene Weiterbildungsangebot wurde anhand einer zielgruppennahen Probandengruppe, bestehend aus Kindern der vierten Klasse an der Dr.-Salvador-Allende-Grundschule (AGS) in Chemnitz, evaluiert. Zu diesem Zweck wurde den Grundschulkindern die Möglichkeit gegeben, das entstandene Angebot in Zweiergruppen an eigenen Laptops auszuprobieren. Im Rahmen der Erkenntnissammlung erfolgte gleichzeitig ein Gespräch mit Interviewfragen vor und nach der Bearbeitung der Aufgaben in „Zahlengarten“. Aus den transkribierten Gesprächen und einem abschließenden Fragebogen konnten erste Rückschlüsse auf den Erfolg oder Misserfolg des Weiterbildungsangebots gezogen werden. Die Auswertung der Evaluation ergab, dass das Angebot bei allen befragten Grundschulkindern auf positive Resonanz

stieß. Zudem wurde seitens der Kinder zum Ausdruck gebracht, dass sie großes Interesse an „Zahlengarten “ aufwiesen und dieses auch zukünftig zum Üben nutzen würden, sofern ihnen die entsprechende Gelegenheit dazu gegeben werden würde.

Als zentrale Begründung für die positive Einschätzung des Weiterbildungsangebots der Grundschulkinder wurde das implementierte Maskottchen „Flora“ genannt. Die freundlichen, stets positiven Rückmeldungen durch Flora beim Lösen von Aufgaben wurden dabei als motivierend hervorgehoben, wobei der zentrale Motivationsfaktor das „Gießen“ von Flora darstellte. Die Möglichkeit, durch das Lösen von Aufgaben zusätzliche Punkte zu erwerben und somit Stufen zu erreichen, war von großen Interesse für die Grundschulkinder. Darüber hinaus bot die Evalution Einblicke in die Erweiterungs- und Verbesserungsmöglichkeiten des Weiterbildungsangebots „Zahlengarten“, welche im folgendem Abschnitt einen Ausblick für eine zukünftige Entwicklung geben.

6.1 Ausblick

Die Evaluation zeigte, dass das webbasierte Weiterbildungsangebot „Zahlengarten“ bei den befragten Grundschulkindern nicht nur auf positive Resonanz und großes Interesse gestoßen ist, es besitzt zudem das Potential als ergänzendes Übungsangebot im Grundschulbereich eingesetzt zu werden. Für eine langfristige Motivation an dem Angebot sind jedoch weitere Optimierungen notwendig.

Ein Optimierungsbedarf besteht bei der Überarbeitung der bestehenden Aufgaben. Neben der Erweiterung des Aufgabenpools um weitere lehrplan-orientierte Themengebiete wie Geometrie- und Sachaufgaben, besitzen die Kopfrechenaufgaben Verbesserungsmöglichkeiten. Erweiterungen, wie eine höhere Anzahl aufeinanderfolgender Aufgaben vor Abschluss eines Quiz, bieten die Möglichkeit, den Schwierigkeitsgrad und die individuelle Anpassung diesen beim Lösen der Aufgaben angenehmer und bedarfsgerechter zu gestalten. Darüber hinaus eignet sich die Implementierung von Variationen in den Quizzen in Form von weiteren Fragentypen, wie beispielsweise Freitextantworten und interaktiven Mathematikspielen.

Die vorhandenen Gamification-Elemente, wie das wachsende Maskottchen „Flora“, ermöglichten einen Einblick in das Erreichen von Motivationsgewinnung. Um die Motivation für die Inanspruchnahme des Angebots langfristig aufrechtzuerhalten, könnten weitere Stufen oder alternative, freischaltbare Maskottchen implementiert werden. Die Grundlage dafür ist bereits in der Entwicklung des Angebots gelegt wurden. Die Navigation im Angebot benötigt weitere Verbesserungen, um eigenständiges Erkunden ohne Hilfestellungen zu ermöglichen. Es bieten sich dafür interaktive Tutorials oder der Einsatz von geeigneten Animationen beim Interagieren mit Navigationselementen an.

6.2 Fazit

Die Beantwortung der Forschungsfrage „Wie kann ein webbasiertes Weiterbildungsangebot für die vierte Grundschulklasse gestaltet werden, um Schulkinder mit Förderbedarf nachhaltig zur selbstständigen Wiederholung und Festigung von Lerninhalten im Fach Mathematik zu motivieren?“ in Form des entwickelten Angebots „Zahlengarten“ kann als geeignete Maßnahme interpretiert werden.

Die Evaluation legt nahe, dass das Angebot Potenzial für die Nutzung im Kontext der Mathematikförderung besitzt, dafür jedoch noch Optimierungen und Erweiterungen notwendig sind. Zu diesen zählen eine Überarbeitung und Erweiterung der abgefragten mathematischen Themen und Aufgabenstellungen sowie ein Ausbau der Interaktionsmöglichkeiten mit dem Maskottchen „Flora“. Des Weiteren sind weitere Evaluationen mit Probanden aus der Zielgruppe erforderlich, insbesondere eine geeignete Anzahl an förderbedürftigen Schulkindern aus der vierten Klasse, um genauere Erkenntnisse über den Fördererfolg des Angebots zu erlangen.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass das Interesse an dem Maskottchen sowie das positive Feedback der Kinder allgemein als ein Indikator dafür sein kann, dass das Weiterbildungsangebot in der Lage ist, Grundschulkinder zu motivieren, sich selbstständig mit Mathematikaufgaben auseinanderzusetzen. Der Wunsch der Kinder nach weiterer Nutzung sowohl in der Schule als auch zu Hause nach Ende der Evaluation unterstreicht diese Aussage.

Abschließend lässt sich sagen, dass „Zahlengarten“ eine geeignete Grundlage als Weiterbildungsangebot bietet, um Grundschulkinder in Mathematik sowohl zu fördern als auch zu motivieren. Mit den in diesem Kapitel angesprochenen Optimierungen und weiteren, verbesserungsorientierten Evaluationen mit Probanden aus der Zielgruppe besteht die Chance auf die zukünftige Entwicklung eines geeigneten Lernangebots, welches die Lücke in den bisherigen digitalen Lernplattformen schließen kann.

Literaturverzeichnis

[And92] Mike Anderson. *Intelligence and Development - A Cognitive Theory*. New York: Wiley, 1992.

[AMW93] Jeremy M. Anglin, George A. Miller und Pamela C. Wakefield. „Vocabulary Development: A Morphological Analysis“. In: *Monographs of the Society for Research in Child Development* 58.10 (1993), S. i–186. URL: http://www.jstor.org/stable/1166112 (besucht am 12. 05. 2025).

[BZ15] Kai Brodersen und Bernhard Zimmermann. *Kleines Lexikon mythologischer Figuren der Antike* -. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2015.

[Bru+23] Regina Bruder u. a. *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2023.

[BKV22] Andreas Butz, Antonio Krüger und Sarah Theres Völkel. *Mensch-Maschine-Interaktion*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH& Co KG, 2022.

[Cas] PH.D Cassie Freeman. *Die Duolingo-Methode: 5 Schlüssel zu erfolgreichem und motiviertem Lernen*. URL: https://blog.duolingo.com/de/die-duolingo-methode-5-schlussel-zu-erfolgreichem-und-motiviertem-lernen/ (besucht am 16. 04. 2025).

[Chea] Dr.-Salvador-Allende-Grundschule Chemnitz. *Startseite*. URL: https://www.allende-gs.de (besucht am 12. 05. 2025).

[Cheb] Dr.-Salvador-Allende-Grundschule Chemnitz. *Unsere LRS - Klassen*. URL: https://www.allende-gs.de/lrs-klassen.htm (besucht am 12. 05. 2025).

[CM16] Ruth C. Clark und Richard E. Mayer. *e-Learning and the Science of Instruction - Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. New York: John Wiley& Sons, 2016.

[Com04] Comenius-Institut. *Reform der sächsischen Lehrpläne - Leistungsbeschreibung der Grundschule*. 2004.

[Cor+22] Michael Cordes u. a. *sachsen digital 2030: besser, schneller, sicher. Digitalstrategie für den Freistaat Sachsen*. Techn. Ber. Sachsen: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, 2022.

[Cor+24] Michael Cordes u. a. *Schulisches Lernen mit Lernplattformen - Nutzung und wahrgenommene Wirkung der Lernplattform sofatutor*. Techn. Ber. Berlin: FiBS mit Unterstützung von TRIMON Applied Social Research, 2024.

[18] *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion– Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO 9241-11:2018)*. Norm. 2018.

[duo] duolingo. *duolingo.de*. URL: https://www.duolingo.com/info (besucht am 15. 04. 2025).

[Fin17] Rich Finelli. *Mastering CSS - A guided journey through modern CSS*. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2017.

[Gee14] James Paul Gee. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. Second Edition* -. New York: Macmillan, 2014.

[Gmba] sofatutor GmbH. *sofatutor.com*. URL: https://www.sofatutor.com (besucht am 15. 04. 2025).

[Gmbb] sofatutor GmbH. *Über uns*. URL: https://jobs.sofatutor.com/ueber-uns (besucht am 15. 04. 2025).

[Gmbc] solocode GmbH. *Anton-App*. URL: https://anton.app/de (besucht am 15. 04. 2025).

[Hic] Werbe-Medien-Internetagentur M. Hicke. *schlaukopf.de*. URL: https://www.schlaukopf.de/ (besucht am 15. 04. 2025).

[Jia+24] Xiangying Jiang u. a. „The Effectiveness of Duolingo English Courses in Developing Reading and Listening Proficiency“. In: *CALICO Journal* 41.3 (2024), S. 249–272.

[Kau12] Christina Kauschke. *Kindlicher Spracherwerb im Deutschen - Verläufe, Forschungsmethoden, Erklärungsansätze*. Berlin: Walter de Gruyter, 2012.

[Ker18] Michael Kerres. *Mediendidaktik - Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH& Co KG, 2018.

[Kim+17] Sangkyun Kim u. a. *Gamification in Learning and Education - Enjoy Learning Like Gaming*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2017.

[Kra18] Günter Krauthausen. *Einführung in die Mathematikdidaktik – Grundschule -*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2018.

[Lad22] Silke Ladel. „Tablet-Apps zur Unterstützung des Erwerbs arithmetischer Kompetenzen“. In: *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule: Aktuelle Forschungsbefunde im Überblick*. Hrsg. von Guido Pinkernell u. a. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2022, S. 189–211.

[Lib18] Alex Libby. *Beginning SVG - A Practical Introduction to SVG using Real-World Examples*. New York: Apress, 2018.

[LE11] Janine Liebal und Markus Exner. *Usability für Kids - Ein Handbuch zur ergonomischen Gestaltung von Software und Websites für Kinder*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2011.

[LVL24] Arnold Lohaus, Marc Vierhaus und Sakari Lemola. *Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters für Bachelor*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2024.

[Ltd21] Serif (Europe) Ltd. *Visual Studio Code*. Version 1.10.6.1665. 5. Aug. 2021. URL: https://affinity.serif.com/de/designer/.

[Ltd] Serif (Europe) Ltd. *Was ist Affinity Designer?* URL: https://affinity.help/designer/de.lproj/index.html (besucht am 15. 05. 2025).

[man] manitu.de. *manitu*. URL: https://www.manitu.de (besucht am 11. 05. 2025).

[May05] Richard E. Mayer. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

[MM07] Roxana Moreno und Richard Mayer. „nteractive Multimodal Learning Environments“. In: *Educational Psychology Review* 19.3 (Sep. 2007), S. 309–326.

[Mos12] Christian Moser. *User Experience Design - Mit erlebniszentrierter Softwareentwicklung zu Produkten, die begeistern*. Wiesbaden: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

[Nah+14] Fiona Fui-Hoon Nah u. a. „Gamification of Education: A Review of Literature“. In: *HCI in Business*. Hrsg. von Fiona Fui-Hoon Nah. Cham: Springer International Publishing, 2014, S. 401–409.

[Nic] David Nichols. *Coloring for Colorblindness*. URL: https://davidmathlogic.com/colorblind (besucht am 11. 05. 2025).

[Pom12] Günter Pomaska. *Webseiten-Programmierung - Sprachen, Werkzeuge, Entwicklung*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2012.

[RM06] Janet Read und Stuart MacFarlane. „Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in Child Computer Interaction“. In: *Proceeding of the 2006 Conference on Interaction Design and Children, IDC '06* 2006 (Juni 2006), S. 81–88.

[RMC09] Janet Read, Stuart MacFarlane und Christopher Casey. „Endurability, Engagement and Expectations: Measuring Children's Fun“. In: *Interaction Design and Children* (Jan. 2009).

[Sac] Schuldatenbank Sachsen. *Schulstatistik*. URL: https://schuldatenbank.sachsen.de/index.php?id=110%5C&institution%5C_key=4211058 (besucht am 12. 05. 2025).

[SO10] Petra Scherer und Elisabeth Moser Opitz. *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2010.

[Sch19] Landesamt für Schule und Bildung Sachsen (Hrsg.) *Lehrplan Grundschule - Mathematik*. Radebeul, Sep. 2019.

[Sie+16] Robert Siegler u. a. *Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter -*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2016.

[SJP24] Brian Smith, Xiangying Jiang und Ryan Peters. „The effectiveness of Duolingo in developing receptive and productive language knowledge and proficiency“. In: *Language Learning & Technology*. Bd. 28. 1. University of Hawaii National Foreign Language, Resource Center, Center for Language & Technology, 2024, S. 1–26.

[Sta+22] Petra Stanat u. a. *IQB-Bildungstrend 2021 - Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Münster: Waxmann Verlag, 2022.

[Stä22] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) *Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004, i.d.F. vom 23.06.2022. Berlin, Juni 2022.

[Ste16] Ralph Steyer. *WordPress - Einführung in das Content Management System*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2016.

[Stu] Visual Stu. *Visual Studio Code*. URL: https://code.visualstudio.com (besucht am 15. 05. 2025).

[SAK11] John Sweller, Paul Ayres und Slava Kalyuga. *Cognitive Load Theory*. Berlin Heidelberg: Springer Science& Business Media, 2011.

[Tea] Duolingo Team. *Duolingo's Math course makes learning easy as pi(e)*. URL: https://blog.duolingo.com/duolingo-launches-math-app/ (besucht am 16. 04. 2025).

[Tre12] Siegfried Treu. *User Interface Design - A Structured Approach*. Berlin Heidelberg: Springer Science& Business Media, 2012.

[THG21] Gerhard Tulodziecki, Bardo Herzig und Silke Grafe. *Medienbildung in Schule und Unterricht - Grundlagen und Beispiele*. Parderborn, München: UTB, 2021.

[Vaa08] Michiel de Vaan. *Etymological Dictionary of Latin and the other Italic Languages*. Leiden · Boston, 2008, 2008.

[WL18] Norbert Welsch und Claus Chr Liebmann. *Farben - Natur, Technik, Kunst*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2018.

[wor] wordpress.org. *About WordPress*. URL: `https://wordpress.org/about/features/` (besucht am 11. 05. 2025).

[wpa] wpastra.com. *Astra*. URL: `https://wpastra.com` (besucht am 11. 05. 2025).

Anhang A: Elternbrief

Mittweida, der 07.04.2025

Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Evaluation meiner Masterarbeit

Sehr geehrte Eltern und Erziehungsberechtigte der Klasse 4,

mein Name ist Elisabeth Christoph und ich studiere derzeit Medieninformatik und interaktives Entertainment an der Hochschule Mittweida. Im Rahmen meiner Masterarbeit mit dem Thema „Design und Entwicklung eines webbasierten Weiterbildungsangebots für förderbedürftige Schüler im Fach Mathematik“ beschäftige ich mich mit der Entwicklung und der Gestaltung einer Webseite, die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen soll, selbstständig Themen aus dem Mathematik-Unterricht zu üben und festigen. Der Fokus meiner Arbeit liegt dabei auf der Gestaltung eines ansprechenden und zielgruppengerechten Designs, das Schulkinder zum Lösen von Matheaufgaben motivieren soll.
In diesem Zusammenhang suche ich in Absprache mit der Schulleitung und Herrn [redacted] Schülerinnen und Schüler, die an der Evaluation meiner Masterarbeit teilnehmen dürfen. Die Kinder werden die Webseite mit meiner Betreuung einzeln und selbstständig in einem Zeitraum von maximal 1h testen dürfen und von mir interviewt werden, um ihren Wissensstand, ihre Motivation und ihre Meinung zu der Webseite abzufragen. Für die Dokumentation der Evaluation werden Tonaufnahmen gemacht. Diese dienen ausschließlich der späteren Analyse und fließen anonymisiert in meine Arbeit ein. Selbstverständlich werden alle Daten vertraulich behandelt. Es werden keine persönlichen Informationen der Kinder weitergegeben.

Die Evaluation findet vom **28.04. – 30.04.2025** während der Unterrichtszeit an der Dr.-Salvador-Allende-Grundschule statt. Diese Evaluation wird mir helfen, wertvolle Erkenntnisse für meine wissenschaftliche Arbeit zu gewinnen.

Ich bitte Sie daher um Ihr Einverständnis, dass Ihr Kind an der Evaluation teilnehmen und dabei aufgenommen werden darf. Bitte füllen Sie die untenstehende Einverständniserklärung aus und geben Sie diese bis zum **11.04.2025** beim Klassenleiter ab.

Falls Sie Fragen haben oder weitere Informationen benötigen, stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung. Sie erreichen mich telefonisch unter [redacted] oder per E-Mail an [redacted].

Ich bedanke mich recht herzlich für Ihre Unterstützung!

Mit freundlichen Grüßen
Elisabeth Christoph

Einverständniserklärung

Ich, _____, erkläre mich damit einverstanden, dass mein Kind _____ an der Evaluation der Masterarbeit von Elisabeth Christoph im Zeitraum vom **28.04. – 30.04.2025** teilnehmen darf. Ich bin zudem damit einverstanden, dass während der Evaluation Tonaufnahmen meines Kindes gemacht werden, wobei alle Daten anonymisiert und vertraulich behandelt werden.

☐ Ja, ich erteile mein Einverständnis.
☐ Nein, ich erteile mein Einverständnis nicht.

Datum: _____ Unterschrift Erziehungsberechtigte(r): _____

Abbildung A.1: Elternbrief

Anhang B: Genutzte Programme

Für die Erarbeitung der vorliegenden Arbeit wurden folgende Dienste und Programme genutzt:

- Overleaf
- Microsoft Word und Excel
- WordPress
- Affinity Designer 1
- Visual Studio Code
- Manitu Hosting
- FileZilla
- XAMPP

Anhang C: Inhaltsverzeichnis HSMW-Cloud

2025_MA_Elisabeth-Christoph: finale Version der Masterarbeit

1_Audiotranskripte
Die Transkripte 01 bis 13 der Audioaufnahmen, die während der Evaluation entstanden sind

2_Fragebögen
Die Fragebögen 01 bis 25, die während der Evaluation ausgefüllt worden sind

3_Zahlengarten
Das entwickelte Child-Theme für Astra für das Weiterbildungsangebot „Zahlengarten“

4_Zugangsdaten
Link und Zugangsdaten für das Weiterbildungsangebot „Zahlengarten“

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich – Elisabeth Christoph – an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt oder anderweitig veröffentlicht.

Mittweida, 19. Mai 2025 — Elisabeth Christoph

Ort, Datum