



OSTBAYERISCHE
TECHNISCHE HOCHSCHULE
REGENSBURG



Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

Software Engineering Laboratory for Safe and Secure Systems

Fakultät: Elektro- und Informationstechnik

Studiengang: Elektromobilität und Energienetze

HEKATE

Implementierung eines Dashboards zur Visualisierung von
Auswertungen des HASKI Konzepts für einen umfassenden
Einblick in den Lernprozess

Projektarbeit

erstellt von
Felix Marschall

Professor Prof. Dr. rer. nat. Juergen Mottok

Betreuer Susanne Staufer, Simon Röhl

Forschungseinrichtung Laboratory for Safe and Secure Systems

Matrikelnummer 3358166

Erklärung zur Eigenständigkeit

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet zu haben. Alle wort- und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Quellen sind als solche gekennzeichnet.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht veröffentlicht und noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Regensburg, den 10.08.2024



Felix Marschall

I. Kurzfassung

In der gegenwärtigen Bildungslandschaft erfährt die adaptive Hochschullehre eine zunehmende Relevanz, da traditionelle Lehrmethoden vielfach nicht mehr hinreichend sind, um den individuellen Bedürfnissen der Studierenden zu entsprechen. Das Projekt HEKATE zielt darauf ab, die Erkenntnisse aus dem HASKI-System, einem innovativen Ansatz für personalisierte Lernunterstützung basierend auf KI und maschinellem Lernen, effektiv zu visualisieren. HEKATE ergänzt das HASKI-System durch die Entwicklung eines Dashboards, welches eine transparente und nachvollziehbare Darstellung der Lernstildaten ermöglicht.

Das Ziel des Projekts besteht in der Umsetzung einer Visualisierungslösung, die sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit sowie Leistungsfähigkeit auszeichnet und alle relevanten Lern- und Nutzungsdaten Studierender adäquat abbildet. Die funktionalen Anforderungen umfassten die präzise Darstellung von Lernstil-Ergebnissen, Quiz- und Übungsergebnissen sowie die Integration des ARIADNE-Konzepts. Des Weiteren werden nichtfunktionale Ziele definiert, welche eine hohe Benutzerfreundlichkeit, Systemsicherheit, kurze Ladezeiten sowie eine verlässliche Datenverarbeitung umfassten.

Hekate bietet sowohl für Studierende als auch für Lehrende einen erheblichen Mehrwert, indem es Lern- und Nutzungsmuster auf einfache und intuitive Weise visualisiert. Die Integration in die HASKI-Umgebung und Moodle gewährleistet eine nahtlose Einbindung der Anwendung in bestehende Lernumgebungen, wodurch sich der Nutzen weiter steigert. In künftigen Entwicklungsstufen könnten zusätzliche Visualisierungsoptionen und Funktionen integriert werden, um das System weiter zu optimieren und an die Bedürfnisse der Nutzer anzupassen.

II. Abstract

In the current educational landscape, adaptive university teaching is becoming increasingly relevant, as traditional teaching methods are often no longer sufficient to meet the individual needs of students. The HEKATE project aims to effectively visualise the findings from the HASKI system, an innovative approach to personalised learning support based on AI and machine learning. HEKATE complements the HASKI system by developing a dashboard that enables a transparent and comprehensible visualisation of learning style data.

The aim of the project is to implement a visualisation solution that is characterised by a high level of user-friendliness and performance and adequately depicts all relevant learning and usage data of students. The functional requirements included the precise visualisation of learning style results, quiz and exercise results as well as the integration of the ARIADNE concept. Non-functional goals were also defined, which included a high level of user-friendliness, system security, short loading times and reliable data processing.

Hekate offers significant added value for both students and teachers by visualising learning and usage patterns in a simple and intuitive way. The integration into the HASKI environment and Moodle ensures a seamless integration of the application into existing learning environments, which further increases the benefits. In future development stages, additional visualisation options and functions could be integrated in order to further optimise the system and adapt it to the needs of users.

III. Inhaltsverzeichnis

ERKLÄRUNG ZUR EIGENSTÄNDIGKEIT	I
I. KURZFASSUNG	II
II. ABSTRACT.....	III
III. INHALTSVERZEICHNIS	IV
IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
V. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	VII
VI. TABELLENVERZEICHNIS.....	VII
1 EINLEITUNG	1
1.1 EINORDNUNG.....	1
1.2 MOTIVATION UND ZIELSETZUNG	1
2 UMFANG DER ARBEIT	2
2.1 PROJEKTUMFELD.....	2
2.1.1 HASKI.....	2
2.1.2 ARIADNE.....	3
2.1.3 MOODLE.....	3
2.2 PROJEKTARBEIT HEKATE	4
2.2.1 HEKATE.....	4
2.2.2 RELEVANZ DES PROJEKTS FÜR HASKI.....	4
3 ANFORDERUNGEN.....	5
3.1 FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN	5
3.1.1 FRAGEBOGENVISUALISIERUNG	5
3.1.2 NUTZUNGSPARAMETERVISUALISIERUNG	6
3.1.3 QUIZVISUALISIERUNG.....	7
3.1.4 ÜBUNGSERGEBNISSE.....	8
3.1.5 ARIADNE-VISUALISIERUNG	9
3.2 NICHTFUNKTIONALE ANFORDERUNGEN	10
4 ARCHITEKTUR	11
4.1 GROBARCHITEKTUR	11
4.1.1 GESAMTÜBERSICHT	11
4.1.2 HAUPTKOMPONENTEN.....	12
4.2 FEINARCHITEKTUR	13
4.2.1 HTML-STRUKTUR.....	13
4.2.1.1 HTML-STRUKTUR ÜBERSICHT.....	13

INHALTSVERZEICHNIS

4.2.1.2	HTML-STRUKTUR KOMPONENTEN	14
4.2.2	JAVASCRIPT-STRUKTUR	15
4.2.2.1	JAVASCRIPT-STRUKTUR ÜBERSICHT	15
4.2.2.2	JAVASCRIPT-STRUKTUR KOMPONENTEN	15
4.2.3	WEITERE KOMPONENTEN	17
4.2.3.1	WEITERE HTML-KOMPONENTEN	17
4.2.3.2	WEITERE JAVASCRIPT-KOMPONENTEN	18
5	IMPLEMENTIERUNG	19
5.1	VERWENDETE TECHNOLOGIEN	19
5.2	IMPLEMENTIERUNGSDetails	20
6	WORKAROUNDS UND BUGFIXES	21
6.1	SVG-DOWNLOAD NICHT UNTERSTÜTZT	21
6.2	LEISTUNGUNOPTIMIERTES LADEN DER CSV-DATEN	21
6.3	LESSONS LEARNED	22
7	KÜNFTIGE AUFGABEN.....	23
8	SCHLUSSFOLGERUNG	24
8.1	ZUSAMMENFASSUNG DER ERKENNTNISSE	24
8.2	BEWERTUNG DER ZIELERREICHUNG.....	24
8.3	BEWERTUNG DES PROJEKTERFOLGS	24
9	LITERATUR.....	XII
A.	ANHANG.....	XIII
	FRAGEBOGEN-VISUALISIERUNG HTML-CODE.....	XIII
	FRAGEBOGEN-VISUALISIERUNG JAVASCRIPT-CODE	XVI

IV. Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
API	Application Programming Interfaces (Programmierschnittstelle)
ARIADNE	Ariadne, Figur aus der griechischen Mythologie, hilft dem Helden Theseus Orientierung zu finden
BFI-10	Big Five Inventory-10 (Lernverhaltenstest)
CSS	Cascading Style Sheets (Programmiersprache)
CSV	Comma-separated Values (Dateiformat)
DOM	Document Object Model
HASKI	Hochschullehre: Adaptiv, selbstgesteuert, KI-gestützt
HEKATE	Hekate, vor-olympische Magna Mater, Heilerin, Hebamme und Zauberin bringt mit ihren Fackeln Licht in unsere unbekannten Seiten.
HTML	Hypertext Markup Language (Programmiersprache)
ID	Identifikator
ILS	Index of Learning Styles (Lernverhaltenstest)
JS	JavaScript (Programmiersprache)
JSON	JavaScript Object Notation (Dateiformat)
LIST-K	Lernstrategien im Studium – Kurzversion (Lernverhaltenstest)
PNG	Portable Network Graphics (Dateiformat)
SVG	Scalable Vector Graphics (Dateiformat)

V. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtübersicht der Grobarchitektur.....	11
Abbildung 2: HTML-Struktur Fragebogen-Visualisierung.....	13
Abbildung 3: JavaScript-Struktur Fragebogen-Visualisierung	15

VI. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Funktionale Anforderungen Fragebogen-Visualisierung.....	5
Tabelle 2: Funktionale Anforderungen Nutzungsparameter-Visualisierung	6
Tabelle 3: Funktionale Anforderungen Quiz-Visualisierung.....	7
Tabelle 4: Funktionale Anforderungen Übungs-Visualisierung.....	8
Tabelle 5: Funktionale Anforderungen ARIADNE-Visualisierung	9

1 Einleitung

1.1 Einordnung

In der heutigen Bildungslandschaft erfährt die adaptive Hochschullehre zunehmende Relevanz, da traditionelle Lehrmethoden häufig nicht mehr ausreichend sind, um den individuellen Bedürfnissen der Studierenden gerecht zu werden. In der Vergangenheit wurde Wissen häufig in einem starren, einheitlichen Format vermittelt, was wenig Raum für individuelle Lernstile und -geschwindigkeiten ließ. Vor diesem Hintergrund steht die Hochschullehre vor der Herausforderung, den individuellen Lernbedürfnissen gerecht zu werden. [1]

Das Projekt HASKI, ein Akronym für "Hochschullehre: Adaptiv, selbstgesteuert, KI-gestützt", präsentiert eine innovative Lösung zur personalisierten Lernunterstützung. Das System basiert auf künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen, um auf die individuellen Voraussetzungen und Lernstile der Studierenden zugeschnittene Lernpfade und -empfehlungen zu generieren. Es ist in eine Blended-Learning-Umgebung integrierbar, welche die Kombination von Online- und Präsenzlernen ermöglicht. [2]

Die Kernkomponenten von HASKI umfassen drei komplementäre Ansätze. Dazu gehört ein Lernenden-Modell, welches individuelle Voraussetzungen und Lernstrategien berücksichtigt, ein tutorielles Modell zur Generierung personalisierter Lernpfade sowie ein Domänenmodell zur Beschreibung der Lerninhalte und -ziele. Die genannten Komponenten erlauben eine auf die individuellen Bedürfnisse des jeweiligen Studierenden ausgerichtete, maßgeschneiderte Lernunterstützung in einer Blended-Learning-Umgebung. [2]

1.2 Motivation und Zielsetzung

Die Motivation, die dem Projekt HEKATE zugrunde liegt, resultiert aus der Notwendigkeit, die Erkenntnisse aus den HASKI-Auswertungen für Lehrende und Lernende in einer leicht zugänglichen und verständlichen Form zu präsentieren. Die Visualisierung der Lernstildaten und -ergebnisse ermöglicht es den Studierenden, ihre Fortschritte besser nachzuvollziehen und sich gezielt mit ihren Schwächen auseinanderzusetzen. Gleichzeitig können Lehrende auf Basis der Daten fundierte Entscheidungen zur Optimierung ihrer Lehrmethoden treffen.

Das Ziel des HEKATE-Projekts besteht in der Visualisierung der Auswertungen der genannten Modelle durch ein Dashboard. Die Implementierung eines solchen Dashboards soll nicht nur zu einer Verbesserung der individuellen Lernerfahrungen führen, sondern auch zu einer Steigerung der Qualität der Hochschullehre insgesamt. Es soll die Möglichkeit einer kontinuierlichen Überwachung und Anpassung des Lernprozesses bieten, wodurch eine dynamische und effektive Lernumgebung geschaffen werden soll.

2 Umfang der Arbeit

2.1 Projektumfeld

2.1.1 HASKI

Das HASKI-Projekt verfolgt das Ziel, die Hochschullehre durch moderne Technologien und innovative Lehrmethoden zu optimieren. Im Mittelpunkt des Vorhabens steht die Nutzung von Künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen, um auf Basis individueller Lernprofile personalisierte Lernpfade und Empfehlungen zu generieren. Diese personalisierten Lernangebote sind auf die spezifischen Bedürfnisse, Lernstile und Fortschritte der Studierenden abgestimmt, was zu einer effektiveren und effizienteren Lernumgebung führen soll. [2]

Das HASKI-System setzt sich dabei aus drei wesentlichen Komponenten zusammen:

Das Lernenden-Modell dient der Erfassung und Analyse umfangreicher Daten zu den individuellen Voraussetzungen, Lernstrategien und Präferenzen der Studierenden. Dabei finden Faktoren wie Vorkenntnisse, Lernziele, bevorzugte Lernmethoden und -geschwindigkeiten Berücksichtigung. Die kontinuierliche Sammlung und Auswertung der Daten erlaubt dem Lernenden-Modell eine adaptive Gestaltung der Lerninhalte und -methoden, wodurch eine optimale Unterstützung des Lernprozesses gewährleistet wird. [2]

Das tutorielle Modell basiert auf den Daten des Lernenden-Modells und generiert auf dieser Grundlage personalisierte Lernpfade. Die Erstellung adaptiver Lernempfehlungen erfolgt unter Berücksichtigung des spezifischen Fortschritts sowie der individuellen Bedürfnisse der Studierenden durch Algorithmen des maschinellen Lernens. Das tutorielle Modell erlaubt die flexible Gestaltung des Lernprozesses, indem es kontinuierliche Überwachung des Fortschritts vornimmt und bei Bedarf eine Anpassung der Lernstrategien vornimmt. [2]

Das Domänenmodell definiert die Struktur der Lerninhalte und -ziele. Es stellt sicher, dass die bereitgestellten Lernmaterialien eine gut strukturierte Wissensvermittlung gewährleisten. Das Domänenmodell gewährleistet eine systematische Organisation der Lerninhalte, sodass eine logische und kohärente Vermittlung derselben möglich ist. Das Modell gewährleistet die Adaption der Inhalte an die individuellen Lernbedürfnisse und stellt sicher, dass alle relevanten Themen und Kompetenzen Berücksichtigung finden. [2]

Die Kombination der drei genannten Modelle ermöglicht es HASKI, eine Blended-Learning-Umgebung zu schaffen, welche sowohl das Online- als auch das Präsenzlernen integriert. Dies resultiert in einer flexiblen und personalisierten Lernumgebung, welche die kontinuierliche Anpassung an die Bedürfnisse der Lernenden sowie eine Optimierung der Lernerfolge ermöglicht. Durch diesen Ansatz soll eine adaptive Hochschullehre in die heutige Bildungslandschaft integriert werden. [2]

2.1.2 ARIADNE

Das ARIADNE-Konzept verfolgt als integraler Bestandteil des HASKI-Projekts das Ziel, den individuellen Lernstil Studierender auf Basis ihres tatsächlichen Nutzungsverhaltens im Lernmanagementsystem zu analysieren und zu modifizieren. Der Ansatz berücksichtigt die Dynamik von Lernstilen, welche sich beispielsweise von aktivem zu reflektierendem Lernen verschieben kann. Da der ILS-Fragebogen potenziell fehlerhaft beantwortet werden kann, stellt ARIADNE eine alternative Methode zur Bestimmung des Lernstils bereit. [3]

Die Analyse der tatsächlich genutzten Lernelemente und deren Reihenfolge, unterstützt durch Hidden Markov Modelle, dient der Ermittlung der Stärke der Unterstützung der Lernelemente für den ursprünglich festgestellten Lernstil. Der sogenannte Support Value dient der Messung der Übereinstimmung der aktuellen Lernelement-Nutzung mit dem durch den ILS-Fragebogen ermittelten Lernstil, der beispielsweise durch Missverständnisse und Unachtsamkeiten bei der Fragebogenbeantwortung verfälscht werden kann. [3]

Die Bezeichnung ARIADNE geht auf die griechische Mythologie zurück. Dort wird berichtet, dass die Figur Ariadne dem Helden Theseus half, den Minotaurus im Labyrinth zu besiegen. Dazu gab sie ihm einen Faden, mit dem er sich im Labyrinth orientieren und sicher zurückfinden konnte. Die Namenswahl reflektiert die zentrale Idee des Projekts, welche in der Orientierung und Navigation durch komplexe Lernprozesse besteht. [4]

Das ARIADNE-Konzept zielt darauf ab, Studierende durch eine präzise Analyse ihres Lernverhaltens und der tatsächlichen Nutzung von Lernelementen zu unterstützen, indem der Lernstil der Studierenden erfasst und angepasst wird, um den Lernprozess effektiver zu gestalten und eine maßgeschneiderte Lernumgebung zu schaffen. Dabei wird eine metaphorische Verbindung zu der Unterstützung und Führung durch komplexe Lernwege hergestellt, ähnlich wie Ariadne Theseus durch das Labyrinth geleitete. [3]

2.1.3 Moodle

Moodle stellt eine führende E-Learning-Plattform dar, welche Lehrenden und Lernenden eine umfassende und benutzerfreundliche Umgebung für Online-Kurse bereitstellt. Die Plattform bietet die Möglichkeit der Verwaltung von Lerninhalten, der Durchführung von Tests sowie der Interaktion zwischen Studierenden und Lehrpersonen. Aufgrund ihrer modularen Struktur sowie einer Vielzahl an Funktionen findet Moodle weltweit in Bildungseinrichtungen Anwendung, um den Lernprozess effektiv zu fördern. [5]

Das gesamte HASKI-Projekt wird nahtlos in Moodle integriert, um die bestehende Infrastruktur zu erweitern und gezielt zu optimieren. Darüber hinaus wird das HEKATE-Projekt als Teil von HASKI in Moodle integriert. Die Studierenden greifen weiterhin auf ihre gewohnte Moodle-Umgebung zu, profitieren aber von den erweiterten Funktionen und der Unterstützung durch HASKI. Diese Integration ermöglicht eine umfassende und optimierte Lernunterstützung, ohne die bestehende Nutzererfahrung zu verändern.

2.2 Projektarbeit HEKATE

2.2.1 HEKATE

Die Projektarbeit HEKATE stellt einen integralen Bestandteil des HASKI-Projekts dar. Das primäre Ziel des HEKATE-Projekts besteht in der Visualisierung der Ergebnisse der HASKI-Modelle mittels eines benutzerfreundlichen Dashboards. Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Dashboards, welches die komplexen Daten und Analysen aus HASKI für Lehrende und Lernende zugänglich und verständlich macht. Dadurch soll die Qualität der Hochschullehre gesteigert und eine adaptive Lernumgebung geschaffen werden.

Die Motivation für HEKATE resultiert aus der Notwendigkeit, die gewonnenen Erkenntnisse aus HASKI in einer übersichtlichen Darstellung zu vermitteln. Die Visualisierung der Lernstildaten und -ergebnisse soll den Studierenden eine bessere Nachvollziehbarkeit ihrer Fortschritte sowie eine gezielte Bearbeitung ihrer Schwächen ermöglichen. Gleichzeitig sollen Lehrende auf Basis dieser Daten fundierte Entscheidungen zur Optimierung ihrer Lehrmethoden treffen können.

Der Name HEKATE leitet sich von der vor-olympischen Göttin Hekate ab, die in der griechisch-römischen Mythologie als Magna Mater, Heilerin, Hebamme und Zauberin bekannt ist. Mit ihren Fackeln erhellt sie die bislang unbekannten Aspekte unseres Seins. Die Symbolik reflektiert die Intention des Projekts, indem das Dashboard Licht in die komplexen Daten des HASKI-Systems bringen und somit Transparenz und Einsicht in den individuellen Lernprozess der Studierenden generieren soll. [6]

2.2.2 Relevanz des Projekts für HASKI

Die Intention des Gesamtprojekts besteht in der Verbesserung der individuellen Lernerfahrungen sowie der Steigerung der Gesamtqualität der Hochschullehre. Die kontinuierliche Überwachung und Anpassung des Lernprozesses sollen die Schaffung einer dynamischen und effektiven Lernumgebung ermöglichen. Das Dashboard soll die Schnittstelle zwischen den komplexen Analysen der HASKI-Modelle und den praktischen Anforderungen des Lehr- und Lernalltags bilden. Dadurch soll eine flexible Lernumgebung gefördert werden.

Die benutzerfreundliche und simple Visualisierung im Dashboard ist von entscheidender Bedeutung, da sie die komplexen Daten und Erkenntnisse aus den HASKI-Analysen für Lehrende und Lernende in leicht zugänglicher und verständlicher Form darstellen soll. Dennoch sollen alle komplexen Zusammenhänge der HASKI-Analysen veranschaulicht werden, sodass eine übersichtliche Darstellung mit einer tiefgreifenden und informationsreichen Visualisierung vereint werden kann.

3 Anforderungen

3.1 Funktionale Anforderungen

Die funktionalen Anforderungen lassen sich in fünf Hauptkategorien unterteilen, wobei eine Differenzierung nach grundlegenden Kriterien erfolgt. Die Fragebogenvisualisierung umfasst die Darstellung der Lernstil-Testergebnisse. Die Nutzungsparametervisualisierung umfasst die Visualisierung der generellen Nutzungsdaten. Bei der Quizvisualisierung werden die erzielten Quiz-Ergebnisse und analog die Übungsergebnisse bei der Übungsvisualisierung dargestellt. Schließlich werden die Ergebnisse des ARIADNE-Konzepts visualisiert.

3.1.1 Fragebogenvisualisierung

Anforderung	Anforderungstyp
Visualisierung von ILS, BFI-10 und LIST-K Lernverhaltenstest	Grundlegende Visualisierungsanforderung
Anzeige der Lernstildimension und zugehöriger Ausprägung	Spezifische Visualisierungsanforderung
Individuelle Werte eines ausgewählten Studierenden anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Durchschnittswerte, Perzentilen und weitere statistische Größen aller Studierender anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Auswahl eines Studierenden via Dropdown-Menü	Interaktive Funktion
Auswahl der Diagrammart	Interaktive Funktion
Tooltips für detaillierte Ergebnisse in sämtlichen Grafiken	Interaktive Funktion
Automatisierter Download der Grafiken	Interaktive Funktion

Tabelle 1: Funktionale Anforderungen Fragebogen-Visualisierung

Die Anforderungen an die Fragebogenvisualisierung umfassen die grundlegende Visualisierung der Lernverhaltenstests ILS, BFI-10 und LIST-K. Darüber hinaus werden spezifische Anforderungen, wie die Anzeige der Lernstildimensionen, der individuellen Werte eines ausgewählten Studierenden sowie statistischer Größen wie Durchschnittswerte und Perzentile gestellt. Des Weiteren soll die Anwendung interaktive Funktionen umfassen, welche die Auswahl eines Studierenden, die Wahl der Diagrammart, Tooltips für detaillierte Ergebnisse sowie einen automatisierten Download der Grafiken ermöglichen.

3.1.2 Nutzungsparametervisualisierung

Anforderung	Anforderungstyp
Visualisierung von Nutzungsdauer, Anzahl der Lernphasen und Tageszeit der Lernphasen	Grundlegende Visualisierungsanforderung
Anzeige der Nutzungsdauer Gesamt und pro Lernelement	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige der Anzahl der Lernphasen Gesamt und pro Lernelement	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige der Tageszeiten der Lernphasen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Individuelle Werte eines ausgewählten Studierenden anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Durchschnittswerte, Perzentilen und weitere statistische Größen aller Studierender anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Auswahl eines Studierenden via Dropdown-Menü	Interaktive Funktion
Auswahl der Diagrammart	Interaktive Funktion
Auswahl eines Filters nach Lernelementkategorie	Interaktive Funktion
Tooltips für detaillierte Ergebnisse in sämtlichen Grafiken	Interaktive Funktion
Automatisierter Download der Grafiken	Interaktive Funktion

Tabelle 2: Funktionale Anforderungen Nutzungsparameter-Visualisierung

Die Anforderungen für die Visualisierung der Nutzungsdaten umfassen die grundlegende Visualisierung der Nutzungsdauer, der Anzahl der Lernphasen sowie der Tageszeiten der Lernphasen. Die Auswahl eines Studierenden sowie die Auswahl einer Diagrammart soll mittels eines Dropdown-Menüs erfolgen. Des Weiteren soll die Möglichkeit bestehen, Filter nach Lernelementkategorien zu setzen, Tooltips für detaillierte Ergebnisse einzublenden sowie Grafiken automatisiert herunterzuladen.

3.1.3 Quizvisualisierung

Anforderung	Anforderungstyp
Visualisierung von Quiz-Metadaten	Grundlegende Visualisierungsanforderung
Anzeige der erreichten Punktzahlen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige der Bearbeitungsdauer	Spezifische Visualisierungsanforderung
Individuelle Werte eines ausgewählten Studierenden anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Durchschnittswerte, Perzentilen und weitere statistische Größen aller Studierender anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Auswahl eines Quiz	Interaktive Funktion
Auswahl eines Studierenden via Dropdown-Menü	Interaktive Funktion
Auswahl der Diagrammart	Interaktive Funktion
Tooltips für detaillierte Ergebnisse in sämtlichen Grafiken	Interaktive Funktion
Automatisierter Download der Grafiken	Interaktive Funktion

Tabelle 3: Funktionale Anforderungen Quiz-Visualisierung

Die Anforderungen für die Quizvisualisierung umfassen die grundlegende Darstellung von Quiz-Metadaten. Die spezifischen Anforderungen umfassen die Anzeige der erreichten Punktzahlen sowie der Bearbeitungsdauer. Neben individuellen Werten eines ausgewählten Studierenden sollen auch Durchschnittswerte und weitere statistische Größen aller Studierenden dargestellt werden. Die Auswahl eines Quizzes, eines Studierenden sowie die Wahl der Diagrammart soll mittels interaktiver Funktionen erfolgen, welche zudem Tooltips für detaillierte Ergebnisse und den automatisierten Download der Grafiken bereitstellen.

3.1.4 Übungsergebnisse

Anforderung	Anforderungstyp
Visualisierung von Übungsergebnissen	Grundlegende Visualisierungsanforderung
Anzeige der Punktzahlen pro Übung	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige der Jokereinsätze pro Übung	Spezifische Visualisierungsanforderung
Individuelle Werte eines ausgewählten Studierenden anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Durchschnittswerte, Perzentilen und weitere statistische Größen aller Studierender anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Auswahl eines Studierenden via Dropdown-Menü	Interaktive Funktion
Auswahl der Diagrammart	Interaktive Funktion
Tooltips für detaillierte Ergebnisse in sämtlichen Grafiken	Interaktive Funktion
Ein- und Ausblenden einzelner Übungen	Interaktive Funktion
Automatisierter Download der Grafiken	Interaktive Funktion

Tabelle 4: Funktionale Anforderungen Übungs-Visualisierung

Die Anforderungen an die Übungsvisualisierung umfassen die grundlegende Darstellung der Übungsergebnisse, darunter die Anzeige der Punktzahlen und Joker-Einsätze pro Übung. Dabei sollen individuelle Werte eines ausgewählten Studierenden und statistische Größen wie Durchschnittswerte sämtlicher Studierender angezeigt werden. Die Auswahl des Studierenden soll mittels Dropdown-Menü erfolgen. Zudem soll die Möglichkeit bestehen, die Diagrammart zu bestimmen, Tooltips für detaillierte Ergebnisse einzublenden, einzelne Übungen ein- und auszublenden sowie Grafiken automatisiert herunterzuladen.

3.1.5 ARIADNE-Visualisierung

Anforderung	Anforderungstyp
Visualisierung der Ergebnisse des ARIADNE-Konzepts	Grundlegende Visualisierungsanforderung
Anzeige der Lernelementsequenz für jede ILS-Lernstildimension	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige der Lernelementtypen und ihrer Zuordnung zu den Lernstildimensionen.	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige des ursprünglichen Fragebogen-Ergebnisses	Spezifische Visualisierungsanforderung
Anzeige des ARIADNE Support-Values	Spezifische Visualisierungsanforderung
Individuelle Werte eines ausgewählten Studierenden anzeigen	Spezifische Visualisierungsanforderung
Auswahl eines Studierenden via Dropdown-Menü	Interaktive Funktion
Auswahl der Lernstildimension	Interaktive Funktion
Tooltips für detaillierte Ergebnisse in sämtlichen Grafiken	Interaktive Funktion
Automatisierter Download der Grafiken	Interaktive Funktion

Tabelle 5: Funktionale Anforderungen ARIADNE-Visualisierung

Die Anforderungen für die ARIADNE-Visualisierung umfassen die grundlegende Darstellung der Ergebnisse des ARIADNE-Konzepts. Die spezifische Visualisierung der Lernelementsequenz für jede ILS-Lernstildimension, der Lernelementtypen und deren Zuordnung zu den einzelnen Dimensionen, des ursprünglichen Fragebogen-Ergebnisses sowie des ARIADNE Support-Values stellen dabei die zu integrierenden Elemente dar. Die interaktiven Funktionen sollen die Auswahl eines Studierenden sowie einer Lernstildimension mittels Dropdown-Menü, Tooltips für detaillierte Ergebnisse sowie den automatisierten Download der Grafiken umfassen.

3.2 Nichtfunktionale Anforderungen

Die nichtfunktionalen Anforderungen setzen sich aus den folgenden Anforderungskomponenten zusammen:

Die Gewährleistung der Benutzerfreundlichkeit des Systems soll durch eine intuitive und leicht bedienbare Benutzeroberfläche erfolgen. Eine konsistente und verständliche Darstellung der Daten soll den Nutzerinnen und Nutzern die Navigation und Interpretation der Informationen erheblich erleichtern. Diese nichtfunktionalen Anforderungen soll gewährleisten, dass Benutzer schnell, effizient und ohne umfangreiche Schulung mit dem System interagieren können, wodurch die gesamte Nutzererfahrung verbessert werden soll.

Das Sicherstellen der Systemsicherheit stellt ein primäres Ziel dar, um einen umfassenden Schutz der personenbezogenen Daten Studierender zu gewährleisten. Die Weiterleitung dieser sensiblen Informationen an Drittanbieter ist ausgeschlossen. Sofern sich eine Einbeziehung von Drittanbietern als erforderlich erweist, soll die Implementierung eines strengen Sicherheitskonzepts erfolgen, welches den Schutz der Daten absichert. Dadurch sollen potenzielle Risiken effektiv minimiert und die Datensicherheit gewährleistet werden.

Die Konzeption des Systems soll darauf abzielen, eine optimale Nutzererfahrung zu gewährleisten. Die Visualisierungen sollen mit hohen Ladegeschwindigkeiten bereitgestellt werden, sodass Benutzern ein unmittelbarer Zugriff auf die benötigten Daten ermöglicht wird. Des Weiteren sollen reaktionsschnelle Interaktionen und Filterungen den Nutzerinnen und Nutzern eine effiziente und flüssige Navigation sowie Analyse der Daten ermöglichen. Dadurch soll die Gesamtleistung des Systems optimiert werden.

Die Gewährleistung der Zuverlässigkeit des Systems soll durch eine hohe Verfügbarkeit und Stabilität sichergestellt werden. Die Verarbeitung der Daten soll fehlerfrei und robust erfolgen, wodurch die Integrität und Konsistenz der Informationen gewährleistet werden sollen. Diese nichtfunktionalen Anforderungen sollen garantieren, dass das System jederzeit zuverlässig arbeitet und Benutzer sich auf eine stabile, sichere und durchgehend funktionierende Datenverarbeitung verlassen können.

Die Integrierbarkeit des Systems soll sichergestellt werden, sodass eine einfache und aufwandsarme Integration in das bestehende HASKI-Projekt sowie in die entsprechende Website-Umgebung der E-Learning-Plattform Moodle möglich ist. Diese Anforderung soll garantieren, dass das System ohne umfangreiche Modifikationen oder zusätzliche Ressourcen in die bestehende Infrastruktur integriert werden kann. Dies soll eine effiziente Implementierung gewährleisten, welche die Nutzung der Plattform erleichtert.

Die Wartbarkeit des Systems soll durch einen modularen Aufbau gewährleistet werden, wodurch eine einfache Erweiterung und Wartung ermöglicht werden sollen. Dieser Ansatz soll ermöglichen, dass Modifikationen und Aktualisierungen selektiv und ohne umfangreiche Eingriffe in das Gesamtsystem implementiert werden können. Des Weiteren soll eine ausführliche Dokumentation des Codes und der Systemarchitektur gewährleisten, dass Entwickler das System ohne Schwierigkeiten verstehen und pflegen können.

4 Architektur

4.1 Grobarchitektur

Im Folgenden wird die Grobarchitektur des Projekts beschrieben. Diese wird anhand einer Gesamtübersicht sowie die Beschreibung der einzelnen Hauptkomponenten verdeutlicht.

4.1.1 Gesamtübersicht

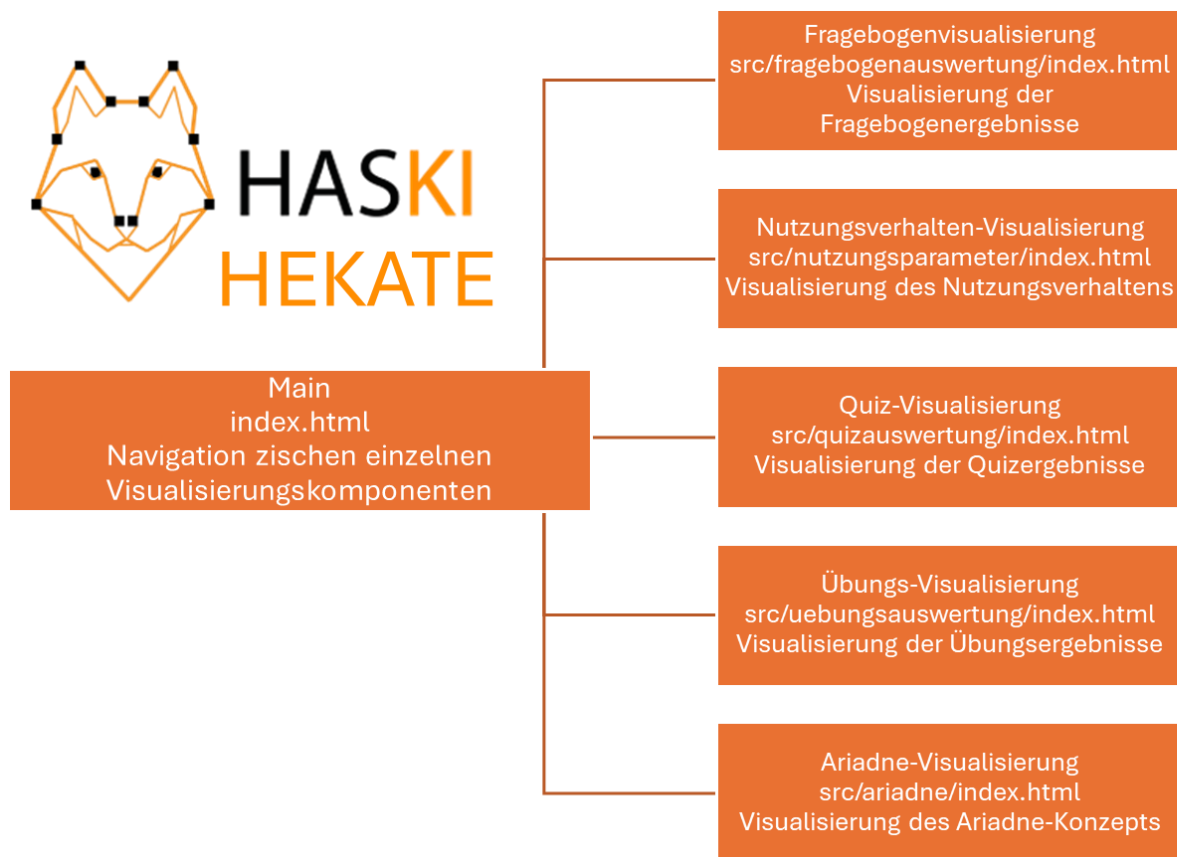


Abbildung 1: Gesamtübersicht der Grobarchitektur

Die index.html-Datei fungiert als zentrale Startseite des Projekts und bietet ein Menü zur Navigation zwischen den verschiedenen Visualisierungen. Die Verlinkung innerhalb der Navigation ermöglicht den Nutzerinnen und Nutzern den Zugriff auf die spezifischen Visualisierungen, welche in separaten HTML-Dateien wie "fragebogenauswertung/index.html", "nutzungsparameter/index.html", "quizauswertung/index.html", "uebungsauswertung/index.html" und "ariadne/index.html" bereitgestellt werden. Dieses Design gewährleistet eine übersichtliche und benutzerfreundliche Navigation innerhalb des Projekts.

4.1.2 Hauptkomponenten

Das Main-Modul fungiert als zentrale Navigationsschnittstelle für das gesamte Projekt. Den Nutzerinnen und Nutzern wird ein übersichtliches Menü präsentiert, welches direkte Links zu den verschiedenen Visualisierungskomponenten bereitstellt. Über das bereitgestellte Menü können Studierende und Lehrende komfortabel zwischen den Bereichen Fragebogen-, Nutzungsparameter-, Quiz- und Übungsauswertung sowie der Ariadne-Visualisierung wechseln. Die zentrale Steuerung erlaubt eine einfache und intuitive Navigation.

Die Komponente "Fragebogen-Visualisierung" hat die Funktion, die Ergebnisse des Fragebogens, der zur Bestimmung von Lernstilen dient, zu analysieren und zu visualisieren. Den Nutzerinnen und Nutzern wird die Möglichkeit geboten, Daten zu den einzelnen Lernstildimensionen, ihre individuellen Ergebnisse sowie statistische Größen, wie beispielsweise Durchschnittswerte und Perzentile, einzusehen. Die Darstellungen umfassen Balken-, Radar- und Boxplots, welche verschiedene Aspekte des Lernverhaltens veranschaulichen.

Die Komponente "Nutzungsparameter Visualisierung" präsentiert eine detaillierte Darstellung der Nutzungsdauer sowie der Lernphasen innerhalb des Lernmanagementsystems. Die Komponente präsentiert sowohl die Gesamtnutzungsdauer als auch die Nutzung pro Lernelement. Diagramme über die Anzahl der Lernphasen sowie Heatmaps über die Tageszeit der Lernphasen dienen der Analyse der Lernzeiten. Die Visualisierungen unterstützen die Überwachung und Optimierung des Lernverhaltens der Studierenden.

Die Komponente "Quiz-Visualisierung" präsentiert die Resultate der absolvierten Quizze. Dabei werden für jedes der abgelegten Quizze entsprechende Ergebnisse visualisiert. Die Komponente präsentiert die von den Studierenden erreichten Punktzahlen sowie die jeweiligen Bearbeitungsdauern und bietet eine Übersicht über Durchschnittswerte und weitere statistische Kennzahlen. Dies erlaubt eine fundierte Evaluierung der Quizleistungen sowie eine gezielte Rückmeldung an die Lernenden.

Die Komponente "Übungs-Visualisierung" präsentiert die Resultate der abgelegten Übungen, inklusive der durchschnittlichen Punktzahlen sowie der Nutzung von Jokern. Die Joker können für einzelne Übungen mit einer niedrigen erreichten Punktzahl eingesetzt werden. Ein Histogramm präsentiert die Punktzahlen aller Studierenden für jede Übung. Durch eine interaktive Funktion kann der Nutzer zudem Übungen ein- und ausblenden, um detaillierte Leistungsanalysen zu erstellen.

Die Ariadne-Visualisierung präsentiert die Lernelementsequenz für jede der Lernstildimensionen des ILS-Lernverhaltenstests innerhalb des Ariadne-Konzepts. Die Komponente demonstriert die Kongruenz der Lernelemente mit den Lernstildimensionen und evaluiert die Effektivität der Unterstützung des initialen Lernstils. Die genannten Visualisierungen dienen der Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen dem tatsächlichen Lernverhalten und den daraus resultierenden Anpassungen der Lernstile.

4.2 Feinarchitektur

Die Feinarchitektur der Anwendung basiert auf einer Kombination aus HTML und JavaScript. Die Integration des JavaScript-Codes erfolgt direkt in die HTML-Seiten, sodass eine interaktive Visualisierung der Daten ermöglicht wird. Die Struktur der Anwendung ist für alle fünf Visualisierungskomponenten der Grobarchitektur einheitlich aufgebaut. Im Folgenden erfolgt eine detaillierte Erläuterung der Feinarchitektur anhand der Fragebogen-Visualisierung, da diese exemplarisch für die übrigen Visualisierungskomponenten steht und die wesentlichen Komponenten sowie deren Zusammenspiel verdeutlicht.

4.2.1 HTML-Struktur

Im Folgenden wird die Feinarchitektur der HTML-Struktur der Fragebogen-Visualisierung detailliert beschrieben. Der zugehörige Quellcode befindet sich im Anhang.

4.2.1.1 HTML-Struktur Übersicht

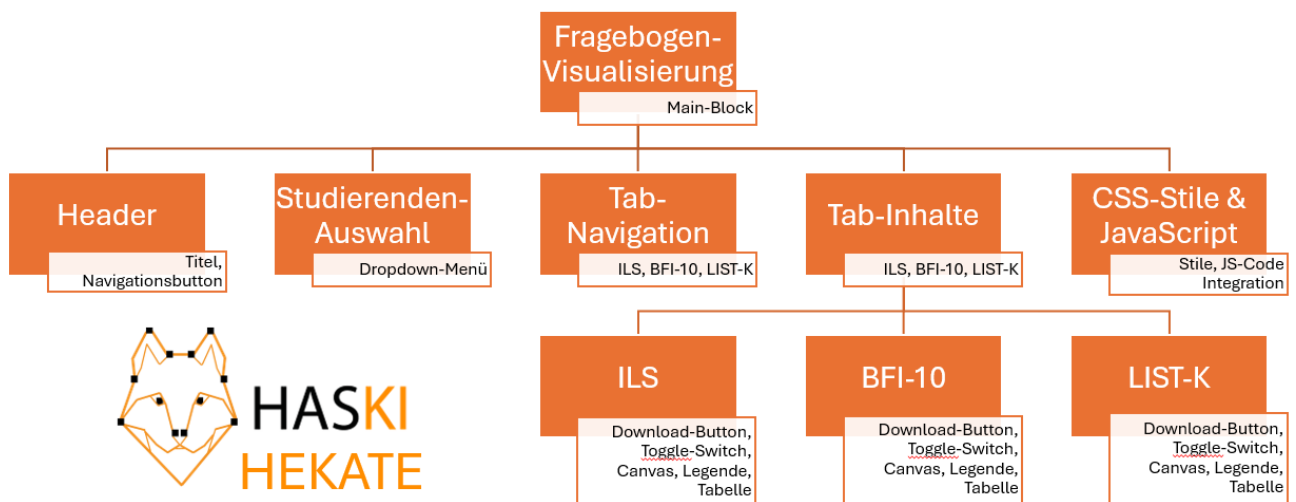


Abbildung 2: HTML-Struktur Fragebogen-Visualisierung

Das Organigramm der HTML-Struktur der Fragebogen-Visualisierung in Abbildung 2 demonstriert den grundlegenden Aufbau der Seite, welcher verschiedene Komponenten wie den Header, die Navigation und die Inhalte für die einzelnen Tabs beinhaltet. Die Struktur umfasst eine Navigationsleiste zur Auswahl unterschiedlicher Visualisierungen sowie eine tabellenbasierte Anordnung der Inhalte, wobei jeweils spezifische Visualisierungen und Tabellen dargestellt werden. Die übersichtliche Strukturierung gewährleistet eine intuitive Nutzerführung sowie eine effektive Darstellung der Umfrageergebnisse.

4.2.1.2 HTML-Struktur Komponenten

Der Hauptblock „Fragebogen Visualisierung“ repräsentiert die Hauptanwendung, die für die Visualisierung von Fragebogendaten zuständig ist. Er fungiert als zentraler Einstiegspunkt für die Benutzerinnen und Benutzer, um Ergebnisse verschiedener Lernstiltests einzusehen. Die Hauptansicht beinhaltet mehrere Navigationselemente, welche den Wechsel zwischen verschiedenen Analyseoptionen sowie das Aufrufen spezifischer Datenansichten ermöglichen.

Der Block „Header“ beinhaltet Titel der Anwendung sowie grundlegende Navigationselemente. In diesem Bereich werden den Benutzerinnen und Benutzern ein Button zur Rückkehr zur Hauptseite sowie allgemeine Informationen zum Layout bereitgestellt. Die klare Struktur des Headers gewährleistet, dass die Nutzer ohne Schwierigkeiten zur Startseite zurückkehren können und einen konsistenten Zugang zu den Hauptfunktionen erhalten.

Der Block „Studierendenauswahl“ ermöglicht es den Benutzerinnen und Benutzern, eine spezifische Student-ID auszuwählen. Diese Funktion ist von wesentlicher Bedeutung, um die relevanten Daten für die jeweiligen Studierenden anzuzeigen. Die Auswahl und Filterung der angezeigten Informationen erfolgen mittels eines Dropdown-Menüs.

Der Block „Tab-Navigation“ ermöglicht den Benutzerinnen und Benutzern einen einfachen Wechsel zwischen verschiedenen Lernverhaltenstests, wie dem ILS, BFI-10 und LIST-K. Die genannten Tabs ermöglichen den Benutzerinnen und Benutzern einen Wechsel zwischen den verschiedenen Testkategorien sowie die Anzeige der entsprechenden Visualisierungen. Dies führt zu einer Verbesserung der Benutzererfahrung durch eine übersichtliche und benutzerfreundliche Navigation.

Der Block „Tab-Inhalte“ präsentiert die spezifischen Daten und Visualisierungen, die den aktuell ausgewählten Lernstiltest betreffen. Innerhalb der einzelnen Tabs werden Diagramme, Schaltflächen zum Herunterladen sowie Legenden präsentiert, welche die jeweiligen Daten veranschaulichen. Dieser Block gewährleistet die Präsentation der Informationen in einer klaren und verständlichen Form, wobei verschiedene Diagrammtypen wie Balken-, Box- und Radarplots unterstützt werden.

Der Block „CSS-Stile & JavaScript“ erläutert die Stile und Skripte, welche das Erscheinungsbild und die Funktionalität der Visualisierungen steuern. Der CSS-Code definiert das Layout und das Design, einschließlich der Darstellung von Schaltflächen und Diagrammen. Die Einbindung von JavaScript-Code hingegen ist für die Interaktivität verantwortlich, beispielsweise für das Umschalten zwischen Diagrammtypen und das Rendern von Grafiken.

4.2.2 JavaScript-Struktur

Im Folgenden wird die Feinarchitektur der JavaScript-Struktur der Fragebogen-Visualisierung detailliert beschrieben. Der zugehörige Quellcode befindet sich im Anhang.

4.2.2.1 JavaScript-Struktur Übersicht

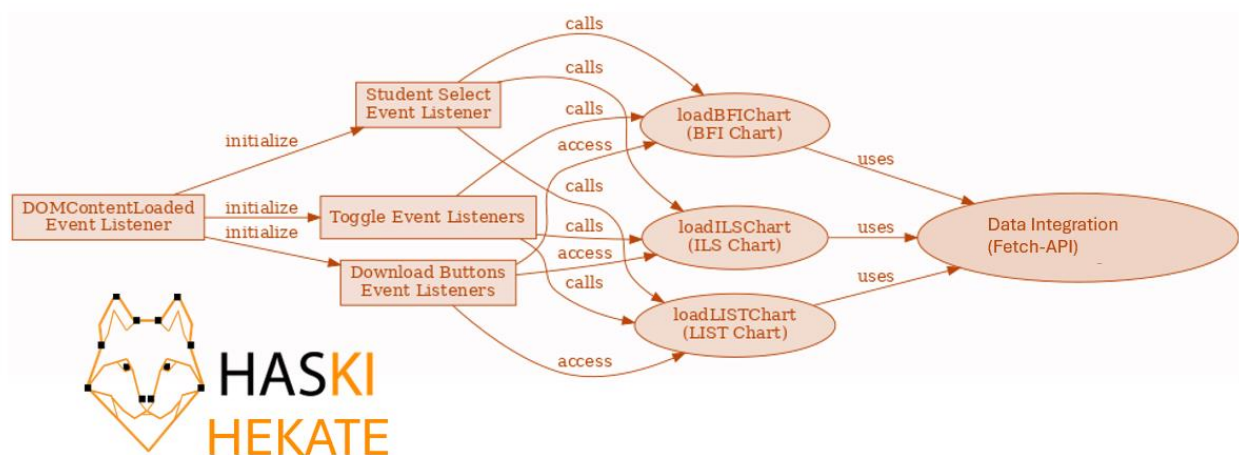


Abbildung 3: JavaScript-Struktur Fragebogen-Visualisierung

Die JavaScript-Struktur der Fragebogenvisualisierung ist modular aufgebaut und gliedert sich in mehrere funktionale Bereiche. Die zentralen Funktionen umfassen das Laden und Verarbeiten der Daten, die Steuerung der Benutzerinteraktionen sowie das Erstellen und Anpassen der Visualisierungen. Zu den wesentlichen Modulen zählen das Laden der Studierendendaten, das Umschalten zwischen unterschiedlichen Diagrammtypen sowie die Verarbeitung von Benutzerereignissen, beispielsweise das Auswählen eines Studierenden oder das Ändern von Diagrammoptionen. Um eine flexible und erweiterbare Architektur zu gewährleisten, sind diese Module klar voneinander abgegrenzt.

4.2.2.2 JavaScript-Struktur Komponenten

Die Implementierung zur Initialisierung von Event-Listnern erfolgt zu Beginn der Ausführung des Codes. Dabei werden Standardwerte für die Toggles initialisiert und Event-Listners für die weitere Verarbeitung bereitgestellt. Die Event Listener reagieren auf Modifikationen, welche an den Diagramm-Toggles sowie dem Studierenden-Auswahlfeld vorgenommen werden. Zu Beginn erfolgt die Initialisierung aller erforderlichen DOM-Elemente, insbesondere der Buttons und Canvas-Elemente. Die Initialisierung bildet die Grundlage für die Interaktivität der Seite, indem sie sicherstellt, dass alle erforderlichen Elemente korrekt eingestellt und einsatzbereit sind.

Die Funktion "openTab" ist für die Steuerung der Benutzerführung zwischen verschiedenen Tabs innerhalb der Visualisierungsseite verantwortlich. Die Funktion wird durch einen Klick des Nutzers auf einen Tab aufgerufen und veranlasst die Anzeige des entsprechenden Inhalts, während andere Inhalte ausgeblendet werden. Die beschriebene Funktion verbessert die Benutzerfreundlichkeit, indem sie die Navigation innerhalb der Seite vereinfacht und sicherstellt, dass der Nutzer stets die relevanten Informationen sieht, ohne die Seite neu laden zu müssen.

Das Modul zur Studierendenauswahl respektive zum Laden der relevanten Daten spielt eine wesentliche Rolle bei der dynamischen Anpassung der Diagramme an die ausgewählten Studierendendaten. Die Daten werden aus einer CSV-Datei geladen und als Optionen in das Auswahlfeld eingefügt. Nach Selektion eines Studierenden werden die zugehörigen Daten für die Diagramme geladen und angezeigt. Diese Komponente gewährleistet die Flexibilität der Anwendung, indem sie die Durchführung individueller Auswertungen für verschiedene Studierende ermöglicht.

Die Komponente zur Diagrammsteuerung und -aktualisierung erfüllt die wesentliche Funktion, die Visualisierungen in Abhängigkeit von Benutzerinteraktionen, wie beispielsweise dem Wechsel zwischen verschiedenen Diagrammtypen oder der Auswahl eines bestimmten Studierenden, dynamisch zu aktualisieren. Der Einsatz von Event-Listnern gewährleistet, dass die Diagramme neu gezeichnet werden, sobald der Nutzer eine andere Darstellung oder einen anderen Studierenden auswählt. Diese Funktionalität gewährleistet, dass die angezeigten Daten stets auf die spezifischen Anforderungen des Nutzers abgestimmt werden können, wodurch die Genauigkeit und Relevanz der Visualisierungen erhöht wird.

Die Download-Funktion erlaubt den Nutzerinnen und Nutzern das Herunterladen der generierten Diagramme als PNG-Dateien. Die Realisierung erfolgt durch Event Listener, welche auf Klicks auf die Download-Buttons reagieren. Die entsprechenden Diagramme werden in ein Bildformat transformiert und zum Herunterladen bereitgestellt. Diese Funktionalität erweist sich als besonders nützlich, wenn es darum geht, die erzeugten Visualisierungen zu archivieren oder in Berichten und Präsentationen weiterzuverwenden. Die Funktionalität steigert die Benutzerfreundlichkeit der Anwendung, indem sie eine unkomplizierte Möglichkeit zum Export und zur Weitergabe von Resultaten bereitstellt.

4.2.3 Weitere Komponenten

Im Folgenden werden zentrale modulare Komponenten vorgestellt, die in den anderen Visualisierungskomponenten verwendet werden. Diese modularen Elemente wurden in der exemplarisch analysierten Feinarchitektur der Fragebogen-Visualisierungskomponente nicht verwendet, spielen aber in anderen Visualisierungsmodulen eine wesentliche Rolle. Durch die detaillierte Betrachtung dieser Komponenten wird deutlich, wie sie zu einer flexiblen Gestaltung der Grafiken beitragen und die Effektivität der Anwendung erhöhen.

4.2.3.1 Weitere HTML-Komponenten

Die Nutzungsparameter-Visualisierung verfügt über ein Filtermodul, welches den Nutzern die Auswahl spezifischer Lernelementkategorien ermöglicht. Die Auswahl der Kategorien erfolgt mittels einer Reihe von Checkboxes, wobei alle Optionen standardmäßig aktiviert sind. Dabei haben Nutzer die Möglichkeit, beispielsweise Manuskripte, Lernziele, Übungen, Quizzes sowie diverse Zusatzmaterialien zu filtern. Nach Selektion der gewünschten Kategorien kann die Anwendung der Filter durch Betätigen des Buttons "Apply Filter" initiiert werden. Dies erlaubt eine gezielte Analyse der Nutzungsdaten, welche auf Basis der ausgewählten Lernelemente erfolgt.

Das Modul zur Anpassung der Zeiteinheit ermöglicht den Nutzern die Selektion einer Zeiteinheit für die Darstellung der Nutzungszeit in den Visualisierungen. Die Zeiteinheit kann zwischen Sekunden, Minuten und Stunden umgeschaltet werden, wodurch eine flexible Analyse der Daten auf verschiedenen zeitlichen Ebenen ermöglicht wird. Dies ist insbesondere vorteilhaft, um die Nutzungsdauer je nach Erfordernis entweder in detaillierten, kurzfristigen Intervallen oder in größeren Zeitabschnitten darzustellen. Die Auswahl einer anderen Zeiteinheit führt zu einer automatischen Anpassung der Visualisierung, wodurch eine dynamische und kontextbezogene Auswertung der Nutzungsdaten ermöglicht wird.

Das Modul zum Ausblenden aller Übungen ermöglicht es den Nutzern, durch einen Klick auf den Button "Alle Übungen ausblenden" sämtliche Übungsdaten aus der Visualisierung der Übungsergebnisse zu entfernen. Durch Betätigen des Buttons werden sämtliche Übungsdatensätze im Histogramm unsichtbar gemacht, sodass eine fokussierte Analyse einzelner Übungen möglich ist. Einzelne Übungen können über Klick auf die Legende sichtbar gemacht werden.

Analog zum vorigen Modul, ermöglicht das Modul zum Ausblenden aller Übungen den Nutzern, durch einen Klick auf den Button "Alle Übungen anzeigen" sämtliche Übungsdaten in der Visualisierung der Übungsergebnisse anzuzeigen. Durch Betätigen des Buttons werden sämtliche Übungsdatensätze im Histogramm sichtbar gemacht, sodass eine generalisierte Analyse aller Übungen möglich ist.

Das HTML-Modul des Quiz-Select-Dropdown-Menüs ermöglicht den Nutzern die Selektion eines zu evaluierenden Quizzes. Durch die modulare Struktur des Elements wird eine einfache und klare Auswahl von Quizzes ermöglicht, wodurch die Benutzeroberfläche übersichtlich bleibt und die Interaktion mit der Anwendung effizient gestaltet wird.

4.2.3.2 Weitere JavaScript-Komponenten

Die Filterkomponente erlaubt eine selektive Filterung der Nutzungsdaten nach spezifischen Lernelementkategorien innerhalb der Nutzungsparameter-Visualisierung. Im Rahmen dieser werden alle gewählten Filterkriterien aus dem im HTML-Code erstellten Filterelement erfasst. Die gewonnenen Informationen werden im Anschluss an die Module zur Diagrammerstellung übermittelt, welche auf Basis der gefilterten Daten beispielsweise die Grafik zur Gesamtzeit der Nutzung aktualisieren. Die vorliegende Komponente erlaubt eine flexible Anpassung der Visualisierung an spezifische Anforderungen der Nutzungsanalyse.

Das Modul zur Auswahl der Zeiteinheit für die Diagramme der Nutzungszeit innerhalb der Nutzungsparameter-Visualisierung ermöglicht den Anwendern, verschiedene Zeiteinheiten auszuwählen, in denen die Nutzungsdaten dargestellt werden sollen. Nach Selektion einer Zeiteinheit über das im HTML-Code bereitgestellte Dropdown-Menü wird die entsprechende Einheit an die Module zur Diagrammerstellung übermittelt, welche auf Basis der Zeiteinheit beispielsweise die Grafik zur Gesamtzeit der Nutzung aktualisieren. Dadurch werden Grafiken an die Bedürfnisse des Anwenders angepasst.

Das Modul zum Ausblenden aller Übungen im Histogramm im Rahmen der Visualisierung der Übungsergebnisse ermöglicht es, sämtliche Übungsdatensätze im Histogramm mit einem einzigen Klick auszublenden. Die Funktion setzt den showLine-Parameter aller Datensätze auf false und entfernt die Anzeige von Datenpunkten, indem pointRadius auf den Wert 0 gesetzt wird. In der Folge wird das aktualisierte Histogramm neu gerendert, um die vorgenommenen Änderungen zu reflektieren.

Das Modul zur Anzeige aller Übungen im Histogramm im Rahmen der Visualisierung der Übungsergebnisse gewährleistet die Sichtbarmachung sämtlicher Übungsdatensätze im Histogramm. Die Funktion setzt den showLine-Parameter auf "true" und den PointRadius jedes Datensatzes auf den Wert 5, wodurch die Anzeige der Linien für alle Datensätze aktiviert wird und die Datenpunkte sichtbar gemacht werden. Anschließend erfolgt eine Aktualisierung des Histogramms, um die vorgenommenen Änderungen zu visualisieren.

Das JavaScript-Modul für das Quiz-Select-Dropdown-Menü ermöglicht die Aktualisierung der Benutzeroberfläche in Abhängigkeit von der Auswahl des jeweiligen Quiz. Im Falle einer Änderung der Auswahl wird der Pfad zur entsprechenden Quiz-Datenquelle erstellt und an die Funktion "updateQuizData" übergeben. In der Folge werden die Grafiken entsprechend aktualisiert. Das vorliegende Modul gewährleistet eine reaktive und interaktive Darstellung der Daten, die die jeweiligen unterschiedlichen Quizze betreffen.

5 Implementierung

Für die Beschreibung der Implementierung erfolgt zunächst eine detaillierte Erläuterung der technologischen Entscheidungen, welche die Grundlage für die Entwicklung der Anwendung bildeten. In diesem Abschnitt erfolgt die Darlegung derjenigen Technologien, welche im Rahmen der Realisierung des Projekts zum Einsatz kamen. Zudem wird die jeweilige Rolle dieser Elemente im Entwicklungsprozess erörtert. Anschließend werden die spezifischen Implementierungsdetails erörtert, um einen umfassenden Überblick über die technischen Aspekte und Ausführung der einzelnen Komponenten des Projekts zu geben.

5.1 Verwendete Technologien

Die Entwicklung des Projekts erfolgte zunächst auf einem lokalen Server, bevor eine Integration in die HASKI-Umgebung vorgenommen werden soll. Im Rahmen der Implementierung erfolgte die Integration von Daten in Form von CSV-Dateien, um eine effiziente und flexible Handhabung von Daten zu gewährleisten. Zum Testen und Verfeinern der Funktionen wurden teilweise fiktive Daten verwendet, um eine geschützte und kontrollierte Umgebung für die Integration und Datenverarbeitung zu gewährleisten.

Die Gestaltung der Webseite erfolgte unter Verwendung der Programmiersprache HTML, da diese die grundlegende Struktur und das Layout der Benutzeroberfläche ermöglicht. HTML stellt eine einfache und weit verbreitete Möglichkeit zur Erstellung von Webseiteninhalten dar und gewährleistet eine saubere und übersichtliche Darstellung von Formularen und Dropdown-Menüs, welche für die Interaktion mit den Benutzern erforderlich sind.

Die Realisierung der Datenverarbeitung sowie der interaktiven Funktionen der Webseite erfolgte unter Verwendung der Programmiersprache JavaScript. Der Einsatz von JavaScript ermöglichte die effiziente Implementierung dynamischer Inhalte, wie beispielsweise das Aktualisieren von Dropdown-Auswahlen und das Nachladen von Grafiken basierend auf Benutzeraktionen. Dies resultiert in einer reaktiven Benutzererfahrung sowie einer nahtlosen Integration der diversen Funktionalitäten der Anwendung.

Der Einsatz der JavaScript-Bibliothek Chart.js diente der Erstellung von Diagrammen zur visuellen Darstellung von Daten. Die Einbindung von Grafiken in die Moodle-Umgebung erfolgt unmittelbar und datensicher mittels dieser Bibliothek, sodass keine Abhängigkeit von externen Drittanbietern besteht. Die JavaScript-Bibliothek Chart.js stellt eine Vielzahl an Funktionen zur Erstellung anpassbarer und interaktiver Diagramme bereit, welche eine präzise und übersichtliche Darstellung der Analyseergebnisse ermöglichen.

Im Rahmen der Projektentwicklung wurde Visual Studio Code als primärer Code-Editor eingesetzt. Visual Studio Code stellte eine leistungsstarke und benutzerfreundliche Entwicklungsumgebung mit umfangreichen Erweiterungen und integrierten Funktionen bereit. Die Versionskontrolle sowie der Austausch des Codes mit dem HASKI-Projektteam wurden mittels des Versionskontrollsystems Git realisiert. Git ermöglichte eine reibungslose Koordination sowie eine unkomplizierte Integration in die zentrale Projektablage.

5.2 Implementierungsdetails

Für das asynchrone Laden und Integrieren der Daten aus den CSV-Dateien wurde der Fetch-Befehl eingesetzt. Die Fetch-API initiiert eine HTTP-Anfrage an den Server, um die CSV-Daten abzurufen. Die Antwort wird anschließend verarbeitet, indem sie zunächst in Textform umgewandelt und dann in ein JSON-Format konvertiert wird. Die Daten werden schließlich geparkt und für die weiteren Verarbeitungsschritte genutzt, beispielsweise für das Aktualisieren von Grafiken und das Befüllen von Dropdown-Menüs.

Die Fehlerbehandlung sowie das Debugging wurden durch gezielte `console.log`-Befehle unterstützt, welche in den Code integriert wurden. Diese ermöglichten die Ausgabe von Variablenwerten und Statusinformationen direkt in der Konsole der Browser-Debugging-Tools. Diese Vorgehensweise ermöglichte eine Überprüfung der Logik, eine zügige Identifikation von Fehlerquellen sowie eine Verifikation der Funktionsweise der Anwendung. Die kontinuierliche Überwachung der Konsolenausgaben ermöglichte eine effektive Lokalisierung und Behebung von Problemen.

Die Teststrategie beinhaltete manuelle Tests, bei denen die geforderten Funktionalitäten einer direkten Überprüfung unterzogen wurden. Dies beinhaltete das gezielte Testen aller Interaktionen sowie die manuelle Validierung der Diagramme durch einen Abgleich mit den Rohdaten. Durch diese Methode konnte sichergestellt werden, dass die Daten korrekt angezeigt und die Funktionen der Anwendung wie vorgesehen umgesetzt wurden. Die Vorgehensweise ermöglichte eine präzise Überprüfung der Datenverarbeitung.

6 Workarounds und Bugfixes

Im Folgenden werden die wesentlichen Mitigationsstrategien dargelegt, die im Rahmen der Implementierung aufgrund technischer Herausforderungen erforderlich waren.

6.1 SVG-Download nicht unterstützt

Zunächst sollten Grafiken im SVG-Format heruntergeladen werden können, um eine verlustfreie Einbettung der Diagramme als Vektorgrafik in Berichte und andere Dokumente zu ermöglichen. SVG-Formate bieten den Vorteil, dass sie skalierbar sind, ohne an Qualität zu verlieren. Allerdings wurde festgestellt, dass die Bibliothek Canvas2svg, die für die Konvertierung von Canvas zu SVG verwendet wird, in der aktuellen Version von Chart.js nicht mehr unterstützt wird. Dies führte dazu, dass der geplante SVG-Export nicht möglich war.

Mitigation: Download der Grafiken als PNG

Als Workaround wurde die Funktion zum Download der Grafiken als PNG-Dateien implementiert. Dies wurde mithilfe von JavaScript realisiert, indem der Canvas-Inhalt in eine Base64-kodierte Bilddatei umwandelt wird. Obwohl PNG-Dateien nicht die gleiche Skalierbarkeit wie das SVG-Format bieten, ermöglicht diese Lösung dennoch eine einfache und praktikable Möglichkeit, Diagramme zu exportieren. Die PNG-Dateien werden dazu in ausreichend hoher Auflösung abgespeichert.

6.2 Leistungsunoptimiertes Laden der CSV-Daten

Die aktuelle Implementierung des Datenladens über die Fetch-API aus CSV-Dateien weist eine suboptimale Leistung auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei jeder Aktualisierung der Diagramme die Daten erneut geladen werden müssen. Das einmalige Laden der Daten konnte aus Synchronisationsproblemen durch die Asynchronität der Fetch-API nicht umgesetzt werden. Die daraus resultierenden, wiederholten Ladeprozesse resultieren in unnötigen Verzögerungen sowie einer erhöhten Serverlast.

Mitigation: Implementierung in HASKI-Umgebung

Bei der späteren Integration in die HASKI-Umgebung wird das Problem jedoch irrelevant sein, da die Daten direkt über spezielle Schnittstellen innerhalb der HASKI-Umgebung bereitgestellt werden. Infolgedessen wird der Zugriff auf CSV-Dateien über Fetch vollständig obsolet. Die Daten werden stattdessen in Echtzeit über Schnittstellen abgerufen, wodurch eine effiziente und synchronisierte Datenverarbeitung ermöglicht wird. Infolgedessen wird die bisherige Implementierung lediglich als temporäre Lösung betrachtet.

6.3 Lessons Learned

Die dargestellten Workarounds liefern wesentliche Erkenntnisse für künftige Projekte. Es wurde ersichtlich, dass die Auswahl von Bibliotheken und Technologien maßgeblich von ihrer langfristigen Verfügbarkeit abhängt. Diesbezüglich sei beispielhaft die nicht mehr kompatible Canvas2svg-Bibliothek angeführt. Des Weiteren wurde ersichtlich, dass temporäre Lösungen oftmals pragmatisch implementiert werden müssen, auch wenn dies eine suboptimale Lösung darstellt. Die dargestellten Erfahrungen verdeutlichen die Relevanz flexibler Entwicklungsstrategien sowie der Berücksichtigung zukünftiger Systemintegrationen bereits in der frühen Entwicklungsphase.

7 Künftige Aufgaben

Die Einbindung des lokalen Projekts in die HASKI-Umgebung sowie in die Moodle-Plattform stellt eine zentrale zukünftige Aufgabe dar. Dies bedingt die Integration der HASKI-Datenschnittstellen, wodurch der bisherige Ansatz, Daten über CSV-Dateien zu laden, obsolet wird. Die unmittelbare Anbindung an die HASKI-Datenquellen erlaubt eine nahtlose und effiziente Verarbeitung aktueller Daten in Echtzeit. Die Integration wird zu einer Steigerung der Performance, einer Eliminierung von Synchronisierungsproblemen sowie einer optimierten Integration der Anwendung in die bestehende Lernumgebung von Moodle führen.

Eine weitere künftige Aufgabe besteht in der Visualisierung des Tyche-Lernpfads als Sankey-Diagramm. Ziel der Visualisierung ist, die verschiedenen Lernwege und Entscheidungsprozesse der Nutzer anschaulich darzustellen. Dazu wird der Fluss und die Verzweigungen im Lernpfad gezeigt. Das Sankey-Diagramm erweist sich als besonders geeignet, um die Menge und Richtung der Lernschritte zu veranschaulichen und dabei komplexe Pfade verständlich zu machen. Die Umsetzung dieser Visualisierung erlaubt eine detaillierte Analyse der Lernprozesse sowie eine gezielte Verbesserung der Lernpfadgestaltung.

Die Entwicklung einer Visualisierung zur Erklärung der Lernpfadalgorithmen stellt eine weitere zukünftige Aufgabe dar. Dadurch kann transparent dargestellt werden, wie die individuellen Lernpfade generiert werden. Ziel der Visualisierung ist, den zugrunde liegenden Entscheidungsprozess sowie die Kriterien, welche zur Erstellung der Pfade führen, nachvollziehbar zu machen. Eine anschauliche Darstellung der Algorithmen und ihrer Funktionsweise ermöglicht es Nutzern, die Generierung der Lernpfade besser nachzuvollziehen. Dies soll zu einer Steigerung der Transparenz für die Nutzer führen.

Eine weitere zukünftige Aufgabe besteht in der Implementierung alternativer Visualisierungsmöglichkeiten für Lernpfade. Die aktuelle Visualisierung hat von den Studierenden lediglich mäßiges Feedback erhalten, sodass eine Optimierung erforderlich ist. Das Ziel besteht in der Entwicklung einer verbesserten Version, welche das Feedback der Studierenden stärker berücksichtigt. Diesbezüglich bestehen verschiedene Möglichkeiten, wie die Anpassung der Darstellung oder die Einführung neuer, intuitiverer Visualisierungstechniken. Die Entwicklung einer ansprechenderen Visualisierung zielt darauf ab, die Nutzererfahrung zu optimieren und die Darstellung von Lernpfaden intuitiver zu gestalten.

Die Umsetzung einer Visualisierung für globale Lernpfade, welche sämtliche mögliche Lernpfade innerhalb des Systems darstellt, stellt eine weitere künftige Aufgabe dar. Ziel der Visualisierung ist, eine umfassende Übersicht über die theoretisch möglichen Lernpfade zu bieten und die Verbindungen zwischen verschiedenen Lernelementen oder Lernelementkategorien aufzuzeigen. Dadurch soll den Nutzern ein klares Bild der Gesamtkonstruktion und der möglichen Lernpfade vermittelt werden. Die Darstellung unterstützt das Verständnis der Analytik hinter der strategischen Planung des Lernprozesses.

8 Schlussfolgerung

8.1 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Das Projekt Hekate demonstrierte, dass eine präzise Umsetzung der funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen von entscheidender Bedeutung für den Erfolg eines Systems ist. Die bevorstehende Integration in HASKI und Moodle soll eine nahtlose Einbindung des Systems in bestehende Lernumgebungen gewährleisten, wodurch der praktische Nutzen für Studierende und Lehrende weiter erhöht wird. Die gewonnenen Erkenntnisse verdeutlichen, dass ein umfassendes Projektverständnis sowie die Berücksichtigung der Benutzerbedürfnisse wesentliche Faktoren für den Projekterfolg darstellen.

8.2 Bewertung der Zielerreichung

Die ursprünglich definierten Ziele wurden vollständig erreicht. Die funktionalen Anforderungen, der verschiedenen Visualisierungen wurden vollständig implementiert und entsprechen den Erwartungen. Die fünf Hauptkategorien der funktionalen Anforderungen umfassen die Visualisierung der Lernstil-Testergebnisse, der generellen Nutzungsdaten, der Quiz- und Übungsergebnisse sowie des ARIADNE-Konzepts. Des Weiteren wurden auch die nicht-funktionalen Ziele, insbesondere in Bezug auf Systemsicherheit, Ladegeschwindigkeit und Zuverlässigkeit, erfolgreich umgesetzt. Die hohe Verfügbarkeit und Stabilität des Systems wurde sichergestellt, zudem wurde die Wartbarkeit durch einen modularen Aufbau sowie eine umfassende Dokumentation optimiert. Für die Integration in bestehende Systeme wurde darauf geachtet, dass keine umfangreichen Modifikationen notwendig sind.

8.3 Bewertung des Projekterfolgs

Das Projekt Hekate kann als durchweg erfolgreich bewertet werden. Die umfassende Erfüllung der funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen bildet die Grundlage für eine hohe Anwendbarkeit und Systemeffektivität. In Verbindung mit der bevorstehenden Integration in die HASKI-Umgebung und Moodle wird Hekate einen erheblichen Mehrwert für Studierende und Lehrende bieten. Die nahtlose Einbindung sowie die bereitgestellten Funktionen erweitern die Benutzererfahrung und unterstützen in erheblichem Maße die Transparenz der Lern- und Lehrprozesse. Der Erfolg des Projekts wird sich durch die unmittelbare Anwendung und den praktischen Nutzen im Kontext des HASKI-Projekts widerspiegeln.

9 Literatur

- [1] L. Schmitz, „Adaptive Lehrkompetenz,“ *J. Frohn (Hrsg.)*, 2017.
- [2] HASKI, „Projekt HASKI,“ 2024. [Online]. Available: <https://hasaki-learning.de/>. [Zugriff am 10 08 2024].
- [3] F. Bugert, „Ariadne Algorithmus: Eine Kurzzusammenfassung,“ 2024.
- [4] „Ariadnefaden,“ 21 02 2024. [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ariadnefaden>. [Zugriff am 10 08 2024].
- [5] Moodle, „Hochwertige Online-Bildung für alle zugänglich machen,“ 2024. [Online]. Available: <https://moodle.com/de/uber/>. [Zugriff am 10 08 2024].
- [6] Astrid Pinter, „Mystische Hekate – 3-gestaltige Göttin der Transformation und des Übergangs,“ 06 11 2023. [Online]. Available: <https://astrid-pinter.at/hekate>. [Zugriff am 10 08 2024].

A. Anhang

Fragebogen-Visualisierung HTML-Code

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Fragebogen Visualisierung</title>
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>
<script src="https://unpkg.com/@sgratzl/chartjs-chart-boxplot@3.6.0/build/index.umd.min.js"></script>
<style>
table, th, td {
border: 1px solid black;
}
@media only screen and (min-width: 1024px) {
.grid {
display: grid;
grid-gap: 40px;
padding: 40px;
grid-template-columns: repeat(3, auto); /* Drei Spalten */
}
.grid_item {
display: grid;
grid-template-rows: auto auto; /* Zwei Zeilen */
grid-gap: 40px; /* Abstand zwischen den Zeilen */
}
}
.switch {
position: relative;
display: inline-block;
width: 60px;
height: 34px;
}
.switch input {
opacity: 0;
width: 0;
height: 0;
}
.slider {
position: absolute;
cursor: pointer;
top: 0;
left: 0;
right: 0;
bottom: 0;
background-color: #ccc;
transition: .4s;
border-radius: 34px;
}
.slider:before {
position: absolute;
content: "";
height: 26px;
width: 26px;
left: 4px;
bottom: 4px;
background-color: white;
transition: .4s;
border-radius: 50%;
}
input:checked + .slider {
background-color: #2196F3;
}
input:checked + .slider:before {
transform: translateX(26px);
}
.toggle-label {
margin-left: 10px;
margin-right: 10px;
font-size: 16px;
}
.tab {
display: none;
}
.tab.active {
display: block;
}
.tabs {
display: flex;
margin-bottom: 20px;
}
.tabs button {
background-color: #f1f1f1;
border: none;
outline: none;
cursor: pointer;
padding: 14px 16px;
transition: 0.3s;
}
.tabs button.active {
background-color: #ccc;
}
#customLegend1, #customLegend2, #customLegend3 {
display: none;
margin-top: 10px;
margin-bottom: 10px;
margin-left: 10px;
margin-left: 50px;
}
#customLegend1 ul, #customLegend2 ul, #customLegend3 ul {
list-style: none;
padding: 0;
}
#customLegend1 li, #customLegend2 li, #customLegend3 li {
margin: 5px 0;
display: flex;
align-items: center;
}
.legend-symbol {
display: inline-block;
width: 20px;
height: 20px;
}
```

```

        margin-right: 10px;
    }
    .legend-mean {
        background-color: rgba(0, 0, 0, 1);
        width: 10px;
        height: 10px;
        border-radius: 50%;
    }
    .legend-outlier {
        background-color: rgba(54, 162, 235, 1);
        width: 10px;
        height: 10px;
        border-radius: 50%;
    }
    .legend-percentile {
        width: 30px;
        border-top: 2px solid rgba(54, 162, 235, 1);
    }
}
</style>
</head>
<body>
<h1>Fragebogen Visualisierung</h1>
<button onclick="window.location.href='/index.html'" style="margin-bottom: 20px;">HEKATE</button>
<div>
    <label for="studentSelect" style="margin-bottom: 20px;">Select Student ID:</label>
    <select id="studentSelect" style="margin-bottom: 20px;">
        <option value="x" selected>Select Student ID</option>
    </select>
</div>
<div class="tabs">
    <button class="tablinks active" onclick="openTab(event, 'ILS')">ILS Lernverhaltenstest</button>
    <button class="tablinks" onclick="openTab(event, 'BFI')">BFI-10 Lernverhaltenstest</button>
    <button class="tablinks" onclick="openTab(event, 'LIST')">LIST-K Lernverhaltenstest</button>
</div>
<div id="ILS" class="tab active">
    <h2>ILS Lernverhaltenstest</h2>
    <button id="downloadILSChart" style="margin-bottom: 20px;">Download as PNG</button>
    <div class="toggle-container">
        <span class="toggle-label" id="toggleLabel">Barplot </span>
        <label class="switch">
            <input type="checkbox" id="ILSchartToggle">
            <span class="slider"></span>
        </label>
        <span class="toggle-label" id="toggleLabel">Boxplot</span>
    </div>
    <div>
        <canvas id="ILSChartCanvas" style="margin-bottom: 20px;"></canvas>
        <div id="customLegend1">
            <ul>
                <li><div class="legend-symbol legend-outlier"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">Outliers: </span> Ausreisser (farbige Punkte)</li>
                <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">10th Percentile: </span> 10% Perzentil (farbige Linie aussen)</li>
                <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">1st Quartile: </span> 25% Perzentil (farbige Linie anfang der Box)</li>
                <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">Median: </span> Median (50% Perzentil) (farbige Linie mitte der Box)</li>
                <li><div class="legend-symbol legend-mean"></div><span style="color: rgba(0, 0, 0, 1);">Mean: </span> Mittelwert (schwarzer Punkt)</li>
                <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">3rd Quartile: </span> 75% Perzentil (farbige Linie ende der Box)</li>
                <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">90th Percentile: </span> 90% Perzentil (farbige Linie aussen)</li>
            </ul>
        </div>
    </div>
</div>
<table>
    <tr>
        <th>Dimension</th>
        <th>Learning Style</th>
        <th>Student Learns By</th>
    </tr>
    <tr>
        <td rowspan="2">Processing</td>
        <td>Active</td>
        <td>Interacting in a group, interacting with learning material, actively trying new things, trying something out.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>Reflective</td>
        <td>Individual or small group interaction or people they trust, thinking about the material.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td rowspan="2">Perception</td>
        <td>Sensing</td>
        <td>Practicing concrete materials and real-world application. Practical and details-oriented. Learners tend to be more patient with de-
            tails.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>Intuitive</td>
        <td>Theories and underlying details, theorems, meanings, definitions. Innovative and creative personality.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td rowspan="2">Input</td>
        <td>Visual</td>
        <td>Remembering learning elements they see. Pictures, flowcharts, videos, charts, graphs.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>Verbal</td>
        <td>Remembering written and spoken words. Textual information, speaking out.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td rowspan="2">Understanding</td>
        <td>Sequential</td>
        <td>Linear, logical, small steps to finish learning.</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>Global</td>
        <td>Random large steps, without connections to finish learning. Able to solve problems but fail to explain them.</td>
    </tr>
</table>
</div>
<div id="BFI" class="tab">
    <h2>BFI-10 Lernverhaltenstest</h2>
    <button id="downloadBFIChart" style="margin-bottom: 20px;">Download as PNG</button>
    <div class="toggle-container">
        <span class="toggle-label" id="toggleLabel">Radarplot </span>
        <label class="switch">
            <input type="checkbox" id="BFIchartToggle">
            <span class="slider"></span>
        </label>
        <span class="toggle-label" id="toggleLabel">Boxplot</span>
    </div>

```

ANHANG

```

    </div>
    <div>
      <canvas id="BFIChartCanvas"></canvas>
      <div id="customLegend2">
        <ul>
          <li><div class="legend-symbol legend-outlier"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">Outliers: </span> Ausreisser (farbige
Punkte)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">10th Percentile: </span> 10% Perzentil
(farbige Linie aussen)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">1st Quartile: </span> 25% Perzentil
(farbige Linie anfang der Box)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">Median: </span> Median (50% Perzentil)
(farbige Linie mitte der Box)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-mean"></div><span style="color: rgba(0, 0, 0, 1);">Mean: </span> Mittelwert (schwarzer Punkt)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">3rd Quartile: </span> 75% Perzentil
(farbige Linie ende der Box)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">90th Percentile: </span> 90% Perzentil
(farbige Linie aussen)</li>
        </ul>
      </div>
    </div>
    <table>
      <tr>
        <th>Personality Trait</th>
        <th>Students Personality</th>
      </tr>
      <tr>
        <td>Neuroticism</td>
        <td>Handling negative things. Low self-esteem, irrational perfectionistic beliefs, pessimistic.</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Extraversion</td>
        <td>Enthusiasm. Social skills, numerous friendships, enterprising vocational interests, participation in sports, club memberships.</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Openness</td>
        <td>Interested in new things. Interested in traveling, having many hobbies, knowledge of foreign culture and cuisine, diverse vocational inter-
ests, friends who share tastes.</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Agreeableness</td>
        <td>Interpersonal behavior. Forgiving attitude, believes in cooperation, inoffensive language, reputation as a pushover.</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Conscientiousness</td>
        <td>Behavior towards obligations. Leadership skills, long-term plans, organized support network, technical expertise.</td>
      </tr>
    </table>
  </div>
  <div id="LIST" class="tab">
    <h2>LIST-K Lernverhaltenstest</h2>
    <button id="downloadLISTChart" style="margin-bottom: 20px;">Download as PNG</button>
    <div class="toggle-container">
      <span class="toggle-label" id="toggleLabel">Radarplot </span>
      <input type="checkbox" id="LISTchartToggle">
      <span class="slider"></span>
    </div>
    <div>
      <span class="toggle-label" id="toggleLabel">Boxplot</span>
    </div>
    <div>
      <canvas id="LISTChartCanvas"></canvas>
      <div id="customLegend3">
        <ul>
          <li><div class="legend-symbol legend-outlier"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">Outliers: </span> Ausreisser (farbige
Punkte)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">10th Percentile: </span> 10% Perzentil
(farbige Linie aussen)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">1st Quartile: </span> 25% Perzentil
(farbige Linie anfang der Box)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">Median: </span> Median (50% Perzentil)
(farbige Linie mitte der Box)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-mean"></div><span style="color: rgba(0, 0, 0, 1);">Mean: </span> Mittelwert (schwarzer Punkt)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">3rd Quartile: </span> 75% Perzentil
(farbige Linie ende der Box)</li>
          <li><div class="legend-symbol legend-percentile"></div><span style="color: rgba(54, 162, 235, 1);">90th Percentile: </span> 90% Perzentil
(farbige Linie aussen)</li>
        </ul>
      </div>
    </div>
    <table>
      <tr>
        <th>Learning Strategy</th>
        <th>Student Strategy</th>
      </tr>
      <tr>
        <td>Cognitive</td>
        <td>Organizing (self-organizing, outline and notes preparation), elaborating (application-oriented, concrete examples, comparing with self
experiences), critical review (self-questioning, critical approach, examine critically), revision (memorize concepts with technical terms, by heart learn
rules, technical terms, or formulas, by heart learning content from several resources as far as possible)</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Meta-cognitive</td>
        <td>Plans and targets (planning learning targets, planning the learning process), Inspection (self-assessing the learned concepts, self-examin-
ing, self-reviewing the learned concepts), Regulating (self-regulating the learning strategy based on the situation like difficulty, realization of learning
process etc.)</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Managing Internal Resources</td>
        <td>Attention (Management: the focus and concentration on learning content), Effort (Management: not giving up or dropping out to various cir-
cumstances like difficult learning concepts, etc. spending more time or extra effort when required), Time (Management: dedicated time plan for studying)</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>Managing External Resources</td>
        <td>Learning with fellow students (collaborating or teamwork, discussion, asking for help), Literature review (when something is not clear, do
a literature review for additional resources, but only textual sources), Learning environment (planning, organizing the learning environment to avoid possible
distractions, positive mind)</td>
      </tr>
    </table>
  </div>
  <script src="index.js"></script>
</body>
</html>

```

Fragebogen-Visualisierung JavaScript-Code

```
document.addEventListener('DOMContentLoaded', (event) => {
  document.getElementById('ILSchartToggle').checked = false;
  document.getElementById('BFchartToggle').checked = false;
  document.getElementById('LISTchartToggle').checked = false;
});

const getOrCreateTooltip = (chart) => {
  let tooltipEl = chart.canvas.parentNode.querySelector('div.tooltip');

  if (!tooltipEl) {
    tooltipEl = document.createElement('div');
    tooltipEl.style.background = 'rgba(0, 0, 0, 0.7)';
    tooltipEl.style.borderRadius = '3px';
    tooltipEl.style.color = 'white';
    tooltipEl.style.opacity = 0;
    tooltipEl.style.transition = 'opacity 0.3s';
    tooltipEl.style.pointerEvents = 'none';
    tooltipEl.style.position = 'absolute';
    tooltipEl.style.transform = 'translate(-50%, 0)';
    tooltipEl.style.transition = 'all .1s ease';
    tooltipEl.style.zIndex = '1000';

    const table = document.createElement('table');
    table.style.margin = '0px';

    tooltipEl.appendChild(table);
    chart.canvas.parentNode.appendChild(tooltipEl);
  }

  return tooltipEl;
};

const externalTooltipHandler = (context) => {
  // Tooltip Element
  const {chart, tooltip} = context;
  const tooltipEl = getOrCreateTooltip(chart);
  console.log('Tooltip opacity:', tooltip.opacity);
  // Hide if no tooltip
  if (tooltip.opacity == 0) {
    tooltipEl.style.opacity = 0;
    tooltipEl.style.pointerEvents = 'none';
    tooltipEl.style.left = '0';
    tooltipEl.style.top = '0';
    return;
  }

  // Set Text
  if (tooltip.dataPoints.length > 0) {
    const titleLines = tooltip.title || [];
    const bodyLines = [0]
    if (typeof tooltip.dataPoints[0].raw.additional === 'undefined'){
      const string = tooltip.dataPoints[0].dataset.label + ": " + parseFloat(tooltip.dataPoints[0].raw.toPrecision(3));
      bodyLines[0] = string;
      if (tooltip.title == "Extraversion"){
        bodyLines.push("Enthusiasm. Social skills, numerous friendships, enterprising vocational interests, participation in sports, club member-
ships.")
      }
      else if (tooltip.title == "Neuroticism"){
        bodyLines.push("Handling negative things. Low self-esteem, irrational perfectionistic beliefs, pessimistic.")
      }
      else if (tooltip.title == "Openness"){
        bodyLines.push("Interested in new things. Interested in traveling, having many hobbies, knowledge of foreign culture and cuisine, diverse voca-
tional interests, friends who share tastes.")
      }
      else if (tooltip.title == "Agreeableness"){
        bodyLines.push("Interpersonal behavior. Forgiving attitude, believes in cooperation, inoffensive language, reputation as a pushover.")
      }
      else if (tooltip.title == "Conscientiousness"){
        bodyLines.push("Behavior towards obligations. Leadership skills, long-term plans, organized support network, technical expertise.")
      }
    }
    else{
      const string = tooltip.dataPoints[0].dataset.label + ": " + parseFloat(tooltip.dataPoints[0].raw.value.toPrecision(3));
      bodyLines[0] = string;
    }
    let name = "undefined";
    if(typeof tooltip.dataPoints[0].raw.additional != 'undefined'){
      Object.entries(tooltip.dataPoints[0].raw.additional).forEach(element => {
        name = element[0].replace(/_/g, " ");
        const string = name + ": " + parseFloat(element[1].toPrecision(3));
        bodyLines.push(string);
        if (name=="organizing"){
          bodyLines.push("self-organizing, outline and notes preparation")
        }
        else if (name=="elaborating"){
          bodyLines.push("application-oriented, concrete examples, comparing with self experiences")
        }
        else if (name=="critical review"){
          bodyLines.push("self-questioning, critical approach, examine critically")
        }
        else if (name=="revision"){
          bodyLines.push("memorize concepts with technical terms, by heart learn rules, technical terms, or formulas, by heart learning content from
several resources as far as possible")
        }
        else if (name=="plans and targets"){
          bodyLines.push("planning learning targets, planning the learning process")
        }
        else if (name=="inspection"){
          bodyLines.push("self-assessing the learned concepts, self-examining, self-reviewing the learned concepts")
        }
        else if (name=="regulating"){
          bodyLines.push("self-regulating the learning strategy based on the situation like difficulty, realization of learning process etc.")
        }
        else if (name=="attention"){
          bodyLines.push("Management: the focus and concentration on learning content")
        }
        else if (name=="effort"){
          bodyLines.push("Management: not giving up or dropping out to various circumstances like difficult learning concepts, etc. spending more
time or extra effort when required")
        }
        else if (name=="time"){
          bodyLines.push("Management: dedicated time plan for studying")
        }
        else if (name=="learning with fellow students"){
          bodyLines.push("collaborating or teamwork, discussion, asking for help")
        }
      })
    }
  }
}
```

```

      else if (name=="literature review"){
        bodyLines.push("when something is not clear, do a literature review for additional resources, but only textual sources")
      }
      else if (name=="learning environment"){
        bodyLines.push("planning, organizing the learning environment to avoid possible distractions, positive mind")
      }
    });
  }

  const tableHead = document.createElement('thead');

  titleLines.forEach(title => {
    const tr = document.createElement('tr');
    tr.style.borderWidth = 0;

    const th = document.createElement('th');
    th.style.borderWidth = 0;
    const text = document.createTextNode(title);

    th.appendChild(text);
    tr.appendChild(th);
    tableHead.appendChild(tr);
  });

  const tableBody = document.createElement('tbody');
  bodyLines.forEach((body, i) => {
    const colors = tooltip.labelColors[i];

    const tr = document.createElement('tr');
    tr.style.backgroundColor = 'inherit';
    tr.style.borderWidth = 0;

    const td = document.createElement('td');
    td.style.borderWidth = 0;

    const text = document.createTextNode(body);

    td.appendChild(text);
    tr.appendChild(td);
    tableBody.appendChild(tr);
  });

  const tableRoot = tooltipEl.querySelector('table');
  // Remove old children
  while (tableRoot.firstChild) {
    tableRoot.firstChild.remove();
  }

  // Add new children
  tableRoot.appendChild(tableHead);
  tableRoot.appendChild(tableBody);
}

const {offsetLeft: positionX, offsetTop: positionY} = chart.canvas;

// Display, position, and set styles for font
tooltipEl.style.opacity = 1;
tooltipEl.style.pointerEvents = 'auto';
tooltipEl.style.left = positionX + tooltip.caretX + 'px';
tooltipEl.style.top = positionY + tooltip.caretY + 'px';
tooltipEl.style.font = tooltip.options.bodyFont.string;
tooltipEl.style.padding = tooltip.options.padding + 'px ' + tooltip.options.padding + 'px';
});

function openTab(evt, tabName) {
  var i, tabcontent, tablinks;
  tabcontent = document.getElementsByClassName("tab");
  for (i = 0; i < tabcontent.length; i++) {
    tabcontent[i].classList.remove("active");
  }
  tablinks = document.getElementsByClassName("tablinks");
  for (i = 0; i < tablinks.length; i++) {
    tablinks[i].classList.remove("active");
  }
  document.getElementById(tabName).classList.add("active");
  evt.currentTarget.classList.add("active");
}

document.addEventListener("DOMContentLoaded", function() {
  let studentSelect = document.getElementById('studentSelect');
  let toggle = document.getElementById("ILSchartToggle");
  let customLegend1 = document.getElementById("customLegend1");
  let ILSchartCanvas = document.getElementById("ILSchartCanvas");
  let toggleBFI = document.getElementById("BFIchartToggle");
  let customLegend2 = document.getElementById("customLegend2");
  let BFIchartCanvas = document.getElementById("BFIchartCanvas");
  let toggleLIST = document.getElementById("LISTchartToggle");
  let customLegend3 = document.getElementById("customLegend3");
  let LISTchartCanvas = document.getElementById("LISTchartCanvas");

  fetch("../data/ILS-Posttest.csv")
  .then(response => response.text())
  .then(csvString => {
    const rows = csvString.split('\n');
    rows.shift().split(';');
    const ILSDataString = rows.map(row => row.split(';'));
    let ILSData = []
    for (let i = 0; i < ILSDataString.length; i++){
      let j = 1
      ILSData[i][0] = parseInt(ILSDataString[i][0], 10)
    }
    ILSData.forEach(row => {
      const fieldValue = row[0];
      const option = document.createElement('option');
      option.textContent = fieldValue;
      option.value = fieldValue;
      studentSelect.appendChild(option);
    });
  });

  .catch(error => console.error('Error fetching students:', error));

  let ILSchart;
  let BFIchart;
  let LISTchart;

  toggle.addEventListener("change", function () {
    let selectedStudentId = studentSelect.value;
    let chartType = toggle.checked ? 'boxplot' : 'barplot';
    customLegend1.style.display = chartType === 'boxplot' ? 'block' : 'none';
    loadILSChart(selectedStudentId, chartType);
  });
});

```

```

toggleBFI.addEventListener("change", function () {
    let selectedStudentId = studentSelect.value;
    let chartType = toggleBFI.checked ? 'boxplot' : 'radar';
    customLegend2.style.display = chartType === 'boxplot' ? 'block' : 'none';
    loadBFIChart(selectedStudentId, chartType);
});

toggleLIST.addEventListener("change", function () {
    let selectedStudentId = studentSelect.value;
    let chartType = toggleLIST.checked ? 'boxplot' : 'radar';
    customLegend3.style.display = chartType === 'boxplot' ? 'block' : 'none';
    loadLISTChart(selectedStudentId, chartType);
});

studentSelect.addEventListener('change', function () {
    let selectedStudentId = studentSelect.value;
    let ILSToggleState = toggle.checked ? 'boxplot' : 'barplot';
    let BFIIToggleState = toggleBFI.checked ? 'boxplot' : 'radar';
    let LISTToggleState = toggleLIST.checked ? 'boxplot' : 'radar';
    loadILSChart(selectedStudentId, ILSToggleState);
    loadBFIChart(selectedStudentId, BFIIToggleState);
    loadLISTChart(selectedStudentId, LISTToggleState);
});

document.getElementById('downloadILSChart').addEventListener('click', function() {
    try {
        var a = document.createElement('a');
        a.href = ILSChart.toBase64Image();
        a.download = 'ILS.png';
        a.click();
    } catch (error) {
        console.error('Error generating or downloading PNG:', error);
    }
});

document.getElementById('downloadBFIChart').addEventListener('click', function() {
    try {
        var a = document.createElement('a');
        a.href = BFIChart.toBase64Image();
        a.download = 'BFI-10.png';
        a.click();
    } catch (error) {
        console.error('Error generating or downloading PNG:', error);
    }
});

document.getElementById('downloadLISTChart').addEventListener('click', function() {
    try {
        var a = document.createElement('a');
        a.href = LISTChart.toBase64Image();
        a.download = 'LIST-k.png';
        a.click();
    } catch (error) {
        console.error('Error generating or downloading PNG:', error);
    }
});

function loadILSChart(studentId, chartType) {
    if (ILSChart) {
        ILSChart.destroy();
    }
    if (studentId === 'x') return;

    fetch("../data/ILS-Posttest.csv")
        .then(response => response.text())
        .then(csvString => {
            const rows = csvString.split('\n');
            const headers = rows.shift().split(';');
            const filteredHeaders = headers.filter((_, index) => index % 2 !== 0);
            const ILSDataString = rows.map(row => row.split(';'));
            ILSData = []
            for (let i = 0; i < ILSDataString.length; i++){
                ILSData[i] = []
                let j = 1
                ILSData[i][0] = parseInt(ILSDataString[i][0], 10)
                for(let spalte = 1; spalte < ILSDataString[i].length; spalte = spalte + 2){
                    let zahl = parseInt(ILSDataString[i][spalte+1], 10)
                    switch (ILSDataString[i][spalte]) {
                        case "Active":
                        case "Sensory":
                        case "Sequential":
                        case "Visual":
                            ILSData[i][j] = -zahl
                            j++;
                            break;
                        case "Reflective":
                        case "Intuitive":
                        case "Global":
                        case "Verbal":
                            ILSData[i][j] = zahl
                            j++;
                            break;
                        default:
                            break;
                    }
                }
            }
            let ILSSumme = [0, 0, 0, 0]
            let ILSAnzahl = 0
            for (let i = 1; i < ILSData[1].length; i++){
                for (let reihe = 0; reihe < ILSData.length; reihe++){
                    ILSSumme[i-1] = ILSSumme[i-1] + ILSData[reihe][i];
                    if (i == 1){
                        ILSAnzahl++;
                    }
                }
            }
            const ILSDurchschnitt = ILSSumme;
            for (i=0; i<ILSDurchschnitt.length; i++){
                ILSDurchschnitt[i] = ILSDurchschnitt[i] / ILSAnzahl;
            }
            const ILSDataPlaceholder = [0, 0, 0, 0];
            const labelsleft = ["Active", "Sensory", "Sequential", "Visual"];
            const labelsright = ["Reflective", "Intuitive", "Global", "Verbal"];

            const ILSBoxplotData = []
            for (let i = 0; i < ILSData[0].length-1; i++){
                ILSBoxplotData[i] = []
                for(let j = 0; j < ILSData.length; j++){
                    ILSBoxplotData[i][j] = ILSData[j][i+1]
                }
            }
        })
}

```

```

let numbers = [];
let selectedRow = 0;
if (studentId === "x") {
  numbers = [0, 0, 0, 0];
} else {
  for (let i = 0; i < ILSData.length; i++) {
    if (ILSData[i][0] === studentId) {
      selectedRow = i;
    }
  }
  numbers = ILSData[selectedRow].slice(1);
}

let numbersBoxplot = numbers.map(num => [num]);

const borderColor = (studentId === "x") ? 'rgba(255, 99, 132, 0)' : 'rgba(255, 99, 132, 1)';
const label = (studentId === "x") ? 'ILS' : 'ILS Student ID ' + ILSData[selectedRow][0];
const hidden = (studentId === "x");

let ctx = ILSChartCanvas.getContext('2d');
if (chartType === 'barplot') {
  ILSChart = new Chart(ctx, {
    type: 'bar',
    data: {
      labels: filteredHeaders,
      datasets: [{
        label: label,
        data: numbers,
        backgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
        borderColor: 'rgba(255, 99, 132, 1)',
        borderWidth: 1,
        hidden: hidden
      },
      {
        label: 'ILS Student Average',
        data: ILSDurchschnitt,
        backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
        borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
        borderWidth: 1
      }
    ]
  },
  options: {
    indexAxis: 'y',
    animation: {
      onComplete: function () {
        ILSChart.toBase64Image();
      },
    },
    scales: {
      x: {
        beginAtZero: true,
        min: -11,
        max: 11,
        stepSize: 1,
        grid: {
          display: true,
          drawOnChartArea: true,
          drawTicks: true,
          color: ctx => (ctx.tick && (Math.abs(ctx.tick.value) % 2 !== 0 || ctx.tick.value === 0)) ? 'rgba(0, 0, 0, 0.1)' : 'trans-
parent'
        },
        ticks: {
          stepSize: 1,
          min: -11,
          max: 11,
          callback: function(value, index, values) {
            return value % 2 !== 0 || value === 0 ? value : '';
          }
        }
      },
      y: {
        position: "left",
        beginAtZero: true,
        labels: labelsleft
      },
      y1: {
        position: 'right',
        beginAtZero: true,
        labels: labelsright
      }
    },
    plugins: {
      tooltip: {
        callbacks: {
          title: function(tooltipItems) {
            if (tooltipItems[0].raw > 0){
              if (tooltipItems[0].label === "Active"){
                return "Reflective";
              }
              else if (tooltipItems[0].label === "Sensory"){
                return "Intuitive"
              }
              else if (tooltipItems[0].label === "Sequential"){
                return "Global"
              }
              else if (tooltipItems[0].label === "Visual"){
                return "Verbal"
              }
            }
            else{
              return tooltipItems[0].label;
            }
          },
          label: function(tooltipItem) {
            let datasetLabel = tooltipItem.dataset.label || '';
            let value;
            if (datasetLabel === "ILS Student Average"){
              value = parseFloat(tooltipItem.raw.toPrecision(3));
            }
            else{
              value = tooltipItem.raw;
            }
            return `${datasetLabel}:   ${value}`;
          },
          footer: function(tooltipItems){
            if (tooltipItems[0].raw > 0){
              if (tooltipItems[0].label === "Active"){
                return "Reflective: Individual or small group interaction or people they trust, thinking about the material.";
              }
            }
          }
        }
      }
    }
  });
}

```



```

        else if (tooltipItems[0].label == "Sensory"){
            return "Intuitive: Theories and underlying details, theorems, meanings, definitions. Innovative and creative
personality."
        }
        else if (tooltipItems[0].label == "Sequential"){
            return "Global: Random large steps, without connections to finish learning. Able to solve problems but fail to
explain them."
        }
        else if (tooltipItems[0].label == "Visual"){
            return "Verbal: Remembering written and spoken words. Textual information, speaking out."
        }
        }
        else {
            if (tooltipItems[0].label == "Active"){
                return "Active: Interacting in a group, interacting with learning material, actively trying new things, trying
something out.";
            }
            else if (tooltipItems[0].label == "Sensory"){
                return "Sensory: Practicing concrete materials and real-world application. Practical and details-oriented.
Learners tend to be more patient with details."
            }
            else if (tooltipItems[0].label == "Sequential"){
                return "Sequential: Linear, logical, small steps to finish learning."
            }
            else if (tooltipItems[0].label == "Visual"){
                return "Visual: Remembering learning elements they see. Pictures, flowcharts, videos, charts, graphs."
            }
        }
    }
    },
    backgroundColor: 'rgba(0,0,0,0.7)',
    titleFont: {
        size: 16,
        weight: 'bold'
    },
    bodyFont: {
        size: 14
    },
    footerFont: {
        size: 12
    },
    xPadding: 10,
    yPadding: 10,
    borderColor: 'rgba(0,0,0,1)',
    borderWidth: 1
}
}
}
));
} else {
    ILSchart = new Chart(ctx, {
        type: 'boxplot',
        data: {
            labels: ['Active', 'Sensory', 'Sequential', 'Visual'],
            datasets: [{
                label: label,
                backgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
                borderColor: borderColor,
                borderWidth: 1,
                meanRadius: 0,
                padding: 10,
                itemRadius: 0,
                data: numbersBoxplot,
                hidden: hidden
            },
            {
                label: 'ILS Student Average',
                backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
                borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
                borderWidth: 1,
                outlierColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
                outlierBackgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
                meanBorderColor: 'rgba(0, 0, 0, 1)',
                meanBackgroundColor: 'rgba(0, 0, 0, 1)',
                padding: 10,
                itemRadius: 0,
                data: ILSBoxplotData
            }
        ]
    },
    options: {
        animation: {
            onComplete: function () {
                ILSchart.toBase64Image();
            },
        },
        responsive: true,
        legend: {
            position: 'top',
        },
        indexAxis: 'y',
        scales: {
            x: {
                beginAtZero: true,
                min: -11,
                max: 11,
                stepSize: 1,
                grid: {
                    display: true,
                    drawOnChartArea: true,
                    drawTicks: true,
                    color: ctx => (ctx.tick && (Math.abs(ctx.tick.value) % 2 !== 0 || ctx.tick.value === 0)) ? 'rgba(0, 0, 0, 0.1)' : 'trans-
parent'
                },
                ticks: {
                    stepSize: 1,
                    min: -11,
                    max: 11,
                    callback: function(value, index, values) {
                        return value % 2 !== 0 || value === 0 ? value : '';
                    }
                }
            },
            y: {
                position: "left",
                beginAtZero: true,
                labels: labelsleft
            },
            y1: {
                position: 'right',
                beginAtZero: true,
                labels: labelsright
            }
        }
    }
}
}
}

```

XXI

```

    BFChart = new Chart(ctx, {
      type: 'radar',
      data: {
        labels: [
          'Extraversion',
          'Agreeableness',
          'Conscientiousness',
          'Neuroticism',
          'Openness'
        ],
        datasets: [{
          label: label,
          data: numbers,
          fill: true,
          backgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
          borderColor: 'rgb(255, 99, 132)',
          pointBackgroundColor: 'rgb(255, 99, 132)',
          pointBorderColor: 'rgba(255, 99, 132, 1)',
          pointHoverBackgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.5)',
          pointHoverBorderColor: 'rgb(255, 99, 132)',
          pointRadius: 10,
          hidden: hidden
        }],
        {
          label: 'BFI-10 Student Average',
          data: BFIDurchschnitt,
          backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
          borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
          borderWidth: 1
        }
      ]
    },
    options: {
      animation: {
        onComplete: function () {
          BFChart.toBase64Image();
        }
      },
      parsing: {
        key: 'value'
      },
      scales: {
        r: {
          min: 0,
          max: 5,
          beginAtZero: true,
          ticks: {
            stepSize: 1
          }
        }
      },
      plugins: {
        tooltip: {
          enabled: false,
          position: 'nearest',
          external: externalTooltipHandler
        }
      }
    }
  });
} else {
  BFChart = new Chart(ctx, {
    type: 'boxplot',
    data: {
      labels: [
        'Extraversion',
        'Agreeableness',
        'Conscientiousness',
        'Neuroticism',
        'Openness'
      ],
      datasets: [{
        label: label,
        backgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
        borderColor: 'borderColor',
        borderWidth: 1,
        meanRadius: 0,
        padding: 10,
        itemRadius: 0,
        data: numbersBoxplot,
        hidden: hidden
      }],
      {
        label: 'BFI-10 Student Average',
        backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
        borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
        borderWidth: 1,
        outlierColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
        outlierBackgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
        meanBorderRadius: 'rgba(0, 0, 0, 1)',
        meanBackgroundColor: 'rgba(0, 0, 0, 1)',
        padding: 10,
        itemRadius: 0,
        data: BFIBoxplotData
      }
    ]
  },
  options: {
    animation: {
      onComplete: function () {
        BFChart.toBase64Image();
      }
    },
    parsing: {
      key: 'value'
    },
    indexAxis: 'y',
    scales: {
      r: {
        min: 0,
        max: 5,
        beginAtZero: true,
        ticks: {
          stepSize: 1
        }
      }
    },
    plugins: {
      tooltip: {
        callbacks: {
          title: function(tooltipItems) {
            return tooltipItems[0].label;
          },
          label: function(tooltipItems) {

```

XXIII

ANHANG

```

        'Managing external Resources'
    ],
    datasets: [{
        label: label,
        data: [ {value:numbers_main[0], additional:{organizing: numbers_additional[0], elaborating: numbers_additional[1], critical_review:
numbers_additional[2], revision: numbers_additional[3]}}],
        {value:numbers_main[1], additional:{plans_and_targets: numbers_additional[4],inspection: numbers_additional[5], regulating:
numbers_additional[6]}}],
        {value:numbers_main[2], additional:{attention: numbers_additional[7], effort: numbers_additional[8], time: numbers_addi-
tional[9]}}],
        {value:numbers_main[3], additional:{learning_with_fellow_students: numbers_additional[10], literature_review: numbers_addi-
tional[11], learning_environment: numbers_additional[12]}}],
        fill: true,
        backgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
        borderColor: 'rgb(255, 99, 132)',
        pointBackgroundColor: 'rgb(255, 99, 132)',
        pointBorderColor: '#fff',
        pointHoverBackgroundColor: '#fff',
        pointHoverBorderColor: 'rgb(255, 99, 132)',
        pointRadius: 10,
        hidden: hidden
    }],
    {
        label: 'LIST-K Student Average',
        data: [ {value:LISTDurchschnitt[0], additional:{organizing: LISTDurchschnitt[4], elaborating: LISTDurchschnitt[5], critical_review:
LISTDurchschnitt[6], revision: LISTDurchschnitt[7]}}],
        {value:LISTDurchschnitt[1], additional:{plans_and_targets: LISTDurchschnitt[8],inspection: LISTDurchschnitt[9], regulating:
LISTDurchschnitt[10]}}],
        {value:LISTDurchschnitt[2], additional:{attention: LISTDurchschnitt[11], effort: LISTDurchschnitt[12], time: LISTDurch-
schnitt[13]}}],
        {value:LISTDurchschnitt[3], additional:{learning_with_fellow_students: LISTDurchschnitt[14], literature_review:
LISTDurchschnitt[15], learning_environment: LISTDurchschnitt[16]}}],
        backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
        borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
        borderWidth: 1
    }
    ]
},
options: {
    animation: {
        onComplete: function () {
            LISTchart.toBase64Image();
        },
    },
    parsing: {
        key: 'value'
    },
    scales: {
        r: {
            min: 0,
            max: 5,
            beginAtZero: true,
            ticks: {
                stepSize: 1
            }
        }
    },
    plugins: {
        tooltip: {
            enabled: false,
            position: 'nearest',
            external: externalTooltipHandler
        }
    }
},
));
} else {
    LISTchart = new Chart(ctx, {
        type: 'boxplot',
        data: {
            labels: [
                'Cognitive',
                'Meta-Cognitive',
                'Managing internal Resources',
                'Managing external Resources'
            ],
            datasets: [{
                label: label,
                backgroundColor: 'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
                borderColor: borderColor,
                borderWidth: 1,
                meanRadius: 0,
                padding: 10,
                itemRadius: 0,
                data: numbersBoxplot,
                hidden: hidden
            }],
            {
                label: 'LIST-K Student Average',
                backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
                borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
                borderWidth: 1,
                outlierColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
                outlierBackgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
                meanBorderColor: 'rgba(0, 0, 0, 1)',
                meanBackgroundColor: 'rgba(0, 0, 0, 1)',
                padding: 10,
                itemRadius: 0,
                data: LISTBoxplotData
            }
        ]
    },
    options: {
        animation: {
            onComplete: function () {
                LISTchart.toBase64Image();
            },
        },
        parsing: {
            key: 'value'
        },
        indexAxis: 'y',
        scales: {
            r: {
                min: 0,
                max: 5,
                beginAtZero: true,
                ticks: {
                    stepSize: 1
                }
            }
        },
        plugins: {
            tooltip: {

```

XXV