



Eltion Kraja

Die Multiplikationstabelle als innovative Learning-Analytics-Applikation

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Softwareentwicklung-Wirtschaft

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner

Institut für Informationssysteme und Computer Medien

Graz, November 2016

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, _____

Date

Signature

Eidesstattliche Erklärung¹

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am _____

Datum

Unterschrift

¹Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008; Genehmigung des Senates am 1.12.2008

Danksagung

Ich möchte mich bei Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner für die Betreuung der Arbeit und seine wertvolle Unterstützung bedanken.

Ebenfalls bedanke ich mich bei allen, die mir bei der Verfassung dieser Arbeit zur Seite gestanden sind.

Der größte Dank gebührt meiner Familie.

Abstract

This thesis is concerned with the development of a web-based system, which helps children to learn the multiplication table. The system collaborates with other existing platforms (e.g. user-manager for the management of the users and mobile apps).

The children deal with questions concerning the multiplication table. The tasks are presented in the form of a game. The children can earn points during the gameplay and use them to activate or enable game characters. The users also have the possibility to see their game activity and repeat sections of the game.

The teachers and the administrators can access and evaluate the produced data from the pupils.

In order to have an overview over the classes and groups, the data is presented in a clustered form and it can be easily scaled to a more detailed level. For a better analysis, the information is highlighted with colors. Besides indicators and charts are used to give the user a quick overview.

There is a detailed discussion in this thesis about the methods used to interpret the data as well as about the fields of research dealing with data collection and interpretation. Furthermore, the used technologies and algorithms will be explained and illustrated.

The developed program (the multiplication table trainer) implements the concepts of the analyzed methods. The system offers the pupils as well as the teachers an innovative possibility to increase the learning progress. The collected data is used to create individual learning programs as well as

to give feedback to the children about their performance in the sense of learning analytics.

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung eines webbasierten Informationssystems, welches Kinder unterstützt die Multiplikationstabelle zu erlernen. Das System funktioniert in Zusammenarbeit mit anderen Plattformen (z.B. User-Manager für die User-Verwaltung und mobile Apps).

Den Kindern werden Rechenaufgaben aus der Multiplikationstabelle in Form eines Spiels gestellt. Während des Übens können sie Punkte sammeln und diese für die Freischaltung von Figuren verwenden. Darüber hinaus können die Kinder den Verlauf ihres Spiels einsehen und das bereits erworbene Wissen festigen.

Die Daten der Schülerinnen und Schüler können von Lehrenden und von Administratoren eingesehen werden.

Diese User-Rollen haben die Möglichkeit, die Auswertung der Daten einer Gruppe oder Einheit zu analysieren. Durch farbliche Markierungen, Kennzahlen und Diagramme wird eine klare Übersicht über die gesammelten Informationen in Sinne von Learning Analytics gewährleistet.

So können Lehrerinnen und Lehrer feststellen, welche Schwierigkeiten ihre Schülerinnen und Schüler haben oder welche Fragen schnell beantwortet wurden. Des Weiteren ist es möglich, im Programm Lernende mit Lernschwierigkeiten anhand von Mustern zu identifizieren.

Die vorliegende Arbeit diskutiert im Detail die Methoden der Daten-Interpretation sowie die Forschungsfelder, die sich mit der Sammlung und Auswertung von Daten beschäftigen. Des Weiteren werden die verwendeten Technologien und Algorithmen näher erläutert.

Das entwickelte System (der Eimaleins-Trainer) implementiert die Konzepte der analysierten Methoden. Das System bietet den Lernenden sowie Lehrerinnen und Lehrern eine innovative Möglichkeit den Lernfortschritt zu steigern. Darüber hinaus werden die gesammelten Daten und deren Interpretation dazu verwendet, die Lernunterstützung individuell zu gestalten und Schülerinnen und Schülern Feedback über ihre Leistung zu geben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	iv
Zusammenfassung	vi
Listingsverzeichnis	xii
Abkürzungsverzeichnis	xiv
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	4
2.1 Learning Analytics	7
2.1.1 Datenschutz und Zukunft der Learning Analytics . . .	12
2.2 Usability	14
2.2.1 Nielsen Usability Heuristiken (NUH)	14
2.2.2 Child Usability Heuristics (CUH)	17
2.2.3 E-Learning Usability Heuristics (EUH)	19
2.3 Gamification	21
3 Benchmarking	23
3.1 SmartKlass	23
3.2 SEAtS Software - The Student Success Platform	25
3.3 DuoDingo	26
3.4 Ribbon Hero	28
3.5 ClassDojo	30
3.6 GoalBook	32
3.7 Socrative - Mobile Interaktion Schülerin/Schüler - Lehrerin/- Lehrer)	33
3.8 Coursera	35
3.9 Brainscape	38

Inhaltsverzeichnis

3.10	Zusammenfassung	40
4	Technologien	41
4.1	Auswahl der Technologien	41
4.2	Entscheidungen	42
4.3	PHP	44
4.4	Zend Framework 2	45
4.5	MySQL	46
4.6	Doctrine	46
4.7	Der Client-Teil	48
4.7.1	AngularJs	48
4.7.2	npm, Bower und Grunt	50
4.7.3	Das Bootstrap-Theme und die Homer-Vorlage	52
5	Einmaleins-Trainer	54
5.1	Intallation und Konfiguration	54
5.2	Authentifizierung	55
5.2.1	Schritte für die Authentifizierung	55
5.3	Rollen	58
5.3.1	Schülerin und Schüler	58
5.3.2	Lehrerin und Lehrer	59
5.3.3	Administratorinnen und Administratoren	60
5.3.4	Supervisor oder Super-Admin	60
5.4	Allgemeine Konzepte und ihre Umsetzung mit den ausgewählten Technologien	60
5.4.1	Doctrine	60
5.4.2	Datenbank	61
5.4.3	Zend Framework 2 Struktur	62
5.4.4	Service-Manager	65
5.4.5	Client	67
5.5	Der Algorithmus	69
5.5.1	Eine Frage für eine Benutzerin bzw. einen Benutzer festlegen	75
5.5.2	Antwort speichern	75
5.6	Soap-Requests	77
5.6.1	answerService	77
5.6.2	gameStateService	78

Inhaltsverzeichnis

5.6.3	getLastUserService	78
5.6.4	pretestService	78
5.6.5	questionService	79
5.6.6	sessionService	79
5.6.7	getAllAnswersService	79
5.6.8	knownQuestionsService	80
5.6.9	Gamification im Einmaleins-Trainer	81
6	Evaluierung	83
6.1	Der Usabilitytest	84
6.2	Auswertung der Thinking Aloud-Tests	86
6.3	Wichtige Kennzahlen	88
7	Zusammenfassung und Ausblick	91
7.1	Zusammenfassung	91
7.2	Ausblick	92
	Literatur	95

Abbildungsverzeichnis

2.1	Learning Analytics Referenz-Model	8
2.2	Learning Analytics Cycle	10
2.3	Learning Analytics Life Cycle	11
3.1	SmartKlass-Dashboard	24
3.2	SEaTS-Dashboard	25
3.3	DuoDingo	26
3.4	Eine Version von Ribbon Hero	29
3.5	Charakterauswahl in ClasDojo	31
3.6	GoalBook-Dashboard	33
3.7	Socrative-Session	34
3.8	Coursera-Dashboard	36
3.9	Coursera-Kennzahlen	37
3.10	Brainspace	39
4.1	Systemarchitektur	44
4.2	MVC-Muster	53
4.3	Trend-Vergleich mit anderen Frameworks	53
5.1	Die Login Seite	56
5.2	Authentifizierung-Workflow	57
5.3	Spielansicht für Schülerinnen und Schüler	58
5.4	Ansicht bei einer richtigen Antwort	59
5.5	Datenbank-Struktur	62
5.6	Der Einmaleins-Trainer-Algorithmus	70
5.7	Visualisierung der Lernfähigkeit	72
5.8	Regeln aus dem Einmaleins-Algorithmus	73
5.9	Die Spielfiguren	82
6.1	Klassifizierte Fragen und Antworten	88

Abbildungsverzeichnis

6.2	Evaluierung aller Antworten dargestellt in Matrix-Form . . .	89
6.3	Schülerinnen- und Schülerübersicht	90

Listings

4.1	Modulinstallation mit npm	50
4.2	Beispielinstallationen mit bower	51
5.1	Doctrine Befehle	61
5.2	Zend-Routen im Einmaleins-Trainer	64
5.3	Implementation der getServiceConfig-Methode	66
5.4	Antwort Klassifizierung	73

Abkürzungsverzeichnis

LA	Learning Analytics
HTML	Hypertext Markup Language
PHP	Hypertext Preprocessor
NUH	Nielsen Usability Heuristics
CUH	Child Usability Heuristics
EUH	E-learning Usability Heuristics
LMS	Learning Management System
ZF2	Zend Framework 2
MVC	Modell-View-Controller
ORM	Object Relational Mapping
DOM	Document Object Model
npm	Node Package Manager
CLI	Command Language Interpreter
CSS	Cascading Style Sheets
JSON	JavaScript Object Notation

1 Einleitung

Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Unterstützung der Kinder beim Lernen der Multiplikationstabelle.

Das Lernen der Multiplikationstabelle gehört zum Grundwissen, das die Kinder in ihren Schulen vermittelt bekommen.

Unabhängig von der Form des Lernens, des Alters des Lernenden oder anderer Merkmale, kennzeichnen den Lernprozess folgende Eigenschaften [Ber11, Seite 14]:

- **Individualität:** Es gibt unterschiedliche Methoden und Strategien um sich Wissen anzueignen.
- **Aktivität:** Der Lernprozess ist eine geistige und/oder körperliche Tätigkeit.
- **Konstruktivität:** Zum Lernen werden Zeichen, Konventionen etc. verwendet.
- **Wissenskumulation:** Das angeeignete Wissen schließt sich an das bereits existierende an.
- **Selbstregulierung:** Der Prozess ist vom Lernenden abhängig (Tempo, Erfahrung).
- **Situationsabhängig:** Lernen kann von der Erfahrung, erlebte Situationen, Emotionen, Gefühle etc. beeinflusst werden.

Die traditionelle Art Informationen zu präsentieren und zu verarbeiten sowie die Lernmethoden haben sich in den letzten Jahren verändert. Grund

1 Einleitung

für diese Veränderungen ist nicht nur die pädagogische Weiterentwicklung, sondern auch der technologische Fortschritt und die Digitalisierung.

Immer mehr Menschen besitzen bereits in jungen Jahren viele mobile Geräte, Spielkonsolen, PC-s etc., die es ihnen möglich machen Informationen zu verarbeiten, in sozialen Netzwerken aktiv zu sein und mit einander zu kommunizieren.

Die Tatsache, dass auch kleine Kinder diese Technologien verwenden, macht es möglich, Lerninhalte in digitaler Form anzubieten und automatisierte Datenauswertung anhand verschiedener Algorithmen zu verwenden.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Analyse von vorhandenen modernen Lernmethoden sowie der Auswertung und Interpretation der Daten, die aus den Lernprozessen entstehen.

Nicht zuletzt ist ein wichtiger Teil der Analyse die Verwendung der produzierten Daten für die automatisierte oder auch manuelle Entwicklung von Strategien und Prognosen, um sowohl für die Lernenden individuelle Lerninhalte zu präsentieren bzw. Feedback zu geben, als auch den Lehrenden bessere Informationen über den Lernfortschritt ihrer Schülerinnen und Schüler anzubieten.

Um die Unterstützung für das Lernen der Multiplikationstabelle zu konkretisieren und um die Erkenntnisse aus der Analyse umzusetzen, wird die Web-Plattform „Einmaleins-Trainer“ entwickelt.

Das Forschungsfeld, das sich mit der Sammlung, Auswertung und Interpretation der Daten beschäftigt, heißt Learning Analytics (LA). Im Kapitel „Der gegenwärtige Stand der Technik“ (siehe Kap. 2) wird das Konzept von Learning Analytics näher beschrieben. Darüber hinaus werden auch andere Methoden und Forschungsfelder, etwa „Usability“ und „Gamification“, die wichtig für die Entwicklung des Einmaleins-Trainers sind, beschrieben.

1 Einleitung

Des Weiteren werden in dieser Arbeit die für den Einmaleins-Trainer verwendeten Technologien (siehe Kap. 4) definiert und beschrieben. Im Kapitel „Der Einmaleins-Trainer“ (siehe Kap. 5) wird das umgesetzte System erklärt.

Dieser Teil der Arbeit ist besonders wichtig, um die Funktionalität des Systems zu verstehen und um einen Startpunkt für die Weiterentwicklung anzubieten.

Kapitel 6 beschäftigt sich mit der Evaluierung des Programms. Der Kapitel „Zusammenfassung und Ausblick“ (siehe Kap. 7) beinhaltet eine Zusammenfassung und Hinweise für potentielle Weiterentwicklungsmöglichkeiten.

2 Stand der Technik

Übungen in digitaler Form bringen für die Benutzerinnen und die Benutzer viele Vorteile. Sie können so ihre Daten oder ihren Übungsstand komfortabel speichern und diesen für einen späteren Zeitpunkt oder einen anderen Ort bzw. ein anderes Gerät verfügbar machen.

Üblicherweise sind heutzutage Inhalte nicht auf ein einziges Thema (bzw. Lernziel) beschränkt, sondern werden durch passende multimediale Informationen von anderen Kanälen und Quellen ergänzt.

Die Lerninhalte und Übungen werden somit durch unterschiedliche Lernalternativen und userbezogene Inhalte begleitet, um dadurch die Lernplattform interessanter und motivierender für die Benutzerin bzw. Benutzer zu machen.

Diese Form des Lernens ist auch bekannt als E-Learning und kann folgendermaßen definiert werden:

„Unter E-Learning verstehen wir Lernangebote, bei denen digitale Medien (a) für die Präsentation und Distribution von Lerninhalten und / oder (b) zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen.“¹

„E-Learning: Verwendung neuer Multimediatechnologien und des Internet zur Verbesserung der Lernqualität durch den Zugriff auf Ressourcen und Dienstleistungen sowie für die Zusammenarbeit und den Austausch über weite Entfernungen hinweg.“²

¹<https://www.uni-frankfurt.de/44538493/elearning> [30.08.2016]

²<https://www.uni-frankfurt.de/44538493/elearning> [30.08.2016]

2 Stand der Technik

„Eine allgemeine Definition fasst unter E-Learning (electronic learning) die Unterstützung von Lernprozessen durch elektronische bzw. digitale Informations- und Kommunikationstechnologien.“³

Die Verwendung von E-Learning-Plattformen durch Userinnen und User erzeugt gleichzeitig viele digitale Daten. Der große Vorteil dieser Menge an Daten ist, dass sie unter Verwendung von bestimmten Algorithmen und Mustern zur Verbesserung des Lernfortschritts eingesetzt werden können. Gegenüber traditionellen Lernmethoden, wo es für Lehrerinnen und Lehrer eine Herausforderung darstellt, die vielen Daten von unterschiedlichen Schülerinnen und Schülern, Klassen und Jahrgängen zu verarbeiten, können digitale Daten automatisiert eingeteilt und ausgewertet werden.

Durch die Anwendung und Nutzung der Daten kann der Lernprozess auf verschiedene Arten unterstützt werden:

- Auswertung der Daten
- Identifizierung von Problemen und Mustern
- Bessere Nutzung von Ressourcen
- Feedback geben und bekommen
- Individuelle Lernpläne erstellen
- Stärken und Schwächen der Gruppe oder der Individuen rechtzeitig erkennen
- Lerninhalte verbessern und ergänzen
- Kommunikation

Die Tatsache, dass das digitale Lernen und die bewusste positive Verarbeitung der Daten so viele Aspekte der Ausbildung beeinflusst, macht diese Technik sehr attraktiv und gibt ihr Potential.

Das Forschungsgebiet, das sich mit der Sammlung und Verarbeitung von Daten sowie der Entwicklung von Strategien der Wissenspräsentation und ähnlichen Thematiken im Kontext von lehren und lernen beschäftigt, heißt Learning Analytics.

Die E-Plattform⁴ für Erwachsenenbildung in Europa beschäftigt sich mit

³<https://www.uni-frankfurt.de/44538493/elearning> [30.08.2016]

⁴<https://ec.europa.eu/epale/de/about> [30.08.2016]

2 Stand der Technik

dem Leitgedanken „Learning Analytics und die Zukunft des Lernens“ und beschreibt die Thematik so:

„Daten zu nutzen, um Entscheidungen in Bildung und Ausbildung zu beeinflussen, ist nichts Neues. Jedoch haben das Ausmaß und die Fülle an möglichen Auswirkungen auf das Lehren und Lernen in den letzten Jahren zugenommen. Wir sind jetzt auf dem Stand, dass wir Daten automatisch „ernten“ können, was in einer solch vielfältigen Form bislang nicht vorstellbar war. Die Analyse dieser Daten birgt das Potential, evidenzbasierte Einblicke in die Fähigkeiten der Lernenden und in Verhaltensmuster zu erlangen, was wiederum wichtige Erkenntnisse liefern kann, um Curricula und Lehre zu planen, die Ergebnisse für alle Lernenden zu verbessern und so zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung auf nationaler und europäischer Ebene beizutragen.“⁵

Der Umgang mit innovativen Lern-Plattformen inkludiert Menschen aus verschiedenen Altersklassen. Eine verständliche und strukturierte Darstellung der Inhalte und die unkomplizierte Interaktionen sind sehr wichtige Punkte für die Benutzerinnen und Benutzer, damit ein System seinen Zweck erfüllen kann.

Die Bedienbarkeit (Usability) sowie die Einführung von modernen Lernarrangements (Gamification) werden zusammen mit Learning Analytics der nächsten Unterkapitel sein.

⁵<https://ec.europa.eu/epale/de/blog/learning-analytics-can-shape-future-adult-learning>
[30.08.2016]

2.1 Learning Analytics

„Als Learning Analytics wird die Interpretation verschiedenster Daten bezeichnet, „die von Studierenden produziert oder für sie erhoben werden, um Lernfortschritte zu messen, zukünftige Leistungen vorauszuberechnen und potenzielle Problembereiche aufzudecken“⁶

Bei den meisten Lehrenden ergibt sich ein Problem mit dem Umgang von großen Mengen an Daten, die aus den digitalen Lernmaterialien oder Plattformen von ihren Schülerinnen und Schülern produziert werden. Auch die Komplexität der vorhandenen Analyse-Tools erhöhen die Herausforderungen bei der Auswertung der Informationen.

Die Entwicklung und elegante Integration von Learning-Analytics-Tools ist durch die oben genannte Problematik sehr wichtig. Die Darstellung der Fakten (als gruppierte oder geclusterte Daten aber auch detaillierte Informationen über ein einziges Daten-Objekt) ist ein sehr wichtiger Aspekt für die Benutzerinnen und die Benutzer [NES13, vgl. Seite 13].

Der Autor Ben Kei Daniel beschäftigt sich in seinem Buch „Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice“ [Dan16, Seite 197] mit dem Modell der Learning Analytics (Abb. 2.1):

- **Was:** Dieser Punkt umfasst die Daten, die das System sammelt, verwaltet und verwendet. Die Informationen variieren in Format, Zeit, Medium etc. und können von formellen und informellen Kanälen produziert werden. Die Administration dieser Daten sowie der Inhalt und die Umgebung, wo das Lernen präsentiert wird, sind ebenfalls wichtige Aspekte dieser Dimension.
- **Wer:** Wer sind die Zielpersonen? Die Learning-Analytics-Applikation kann für ein breites Zielpublikum erstellt werden. Mögliche Benutzergruppen sind: Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer, Tutorinnen und Tutoren, Ausbildungsinstitutionen, System-Designerinnen und System-Designer, Entwicklerinnen und Entwickler

⁶https://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/learning_analytics [30.08.2016]

2 Stand der Technik

etc. Diese Gruppen können verschiedene Erwartung und Analyseziele an das System stellen.

- **Warum:** Warum analysiert das System die gewonnenen Daten? Die Gründe und die Erwartungen sind stark abhängig von der Benutzergruppe. Ziele der Datenanalyse könnten sein: Beobachtung, Prognosen, Analyse, Intervention, Bewertung, Feedback, Adaptierung, Personalisierung und Reflexion.
- **Wie:** Wie wird vom System die Datenanalyse durchgeführt? Learning Analytics verwendet verschiedene Methoden, um Muster zu erkennen, die in den Daten verborgen sind. Mögliche Vorgehensweisen sind: Statistiken, Informationsvisualisierung, Data Mining etc..

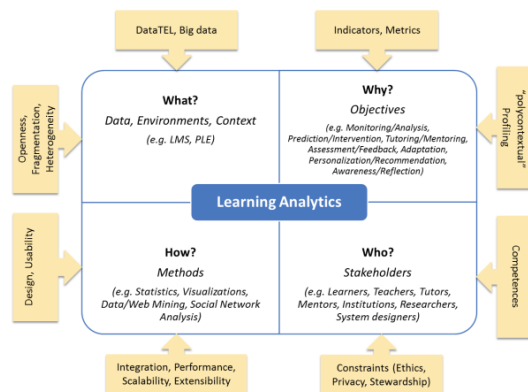


Abbildung 2.1: Learning Analytics Referenz-Model ⁷

⁷<https://eeced.campussource.de/archive/10/4035/dippArticle-1.png> [30.09.2016]

2 Stand der Technik

Die Analyse der gewonnenen Daten ist ein sehr wichtiger Punkt für die späteren Entscheidungen und Interventionen. Die Analyse besteht nach Campell und Obliger aus fünf Schritten ([NES13, vgl. Seite 26] und [CO07, vgl. Seite 7]):

- Sammeln
- Berichten
- Prognose
- Agieren (besonders wichtig die ausgewählte Vorgehensweise)
- Weiterentwickeln

Die Interpretation der Daten in Abhängigkeit vom Zeitraum hat große Bedeutung vor allem für die letzten drei Punkte. Die Informationen sollten sowohl in der Vergangenheit als auch für die Zukunft analysieren werden. Die Beobachtung der Daten wird von der Plattform EPALe⁸ auch als sehr wichtig eingestuft und wird so beschrieben:

„Die meisten aktuellen Analysen beziehen sich auf Daten, die Aufschluss auf Vergangenes geben. Andere Analysen verbinden die aktuelle Situation mit einer Zukunftsvoraussage, wobei sie Prognosen und Modellbildung nutzen, um Erfolgsindikatoren, Scheitern oder Lernabbrüche zu identifizieren. Ein bevorzugter Ansatz, der Learning Analytics und Learning Design verbindet, wird die Nutzung von Analysen sein, die Lehrende und Lernende dabei unterstützen, die gewünschten zukünftigen Ergebnisse zu erzielen.“⁹

Das Konzept des Learning Analytics Circle (siehe Abb. 2.2 und 2.3) basiert auf den oben genannten Schritten und besteht aus vier Komponenten:

- **Die Lernenden:** Sowohl die Zusammenarbeit mit den Kindern bzw. in den Lernprozessen als auch die Interaktionen untereinander zu vergleichen und zu verbessern¹⁰

⁸<https://ec.europa.eu/epale/de/about> [30.08.2016]

⁹https://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/learning_analytics [30.08.2016]

¹⁰<https://ec.europa.eu/epale/de/blog/learning-analytics-can-shape-future-adult-learning> [01.10.2016]

2 Stand der Technik

- **Generieren und Sammeln von Daten**
- **Die Analyse:** Hier können die Daten visuell bzw. grafisch dargestellt werden. Die Verknüpfungen zwischen den Daten, ihrer Beziehungen sowie zusammengefasste Kennzahlen etc. ermöglichen den Lehrenden einen Einblick über das Wissen und Verhalten der Userinnen bzw. User.
- **Interventionen:** Die Kenntnisse und Informationen, die im Schritt „Analyse“ gemacht worden sind, dienen den Lehrenden, dazu Interventionen zu machen, die den Lernfortschritt fördern bzw. den Wissensstand zu erhöhen.

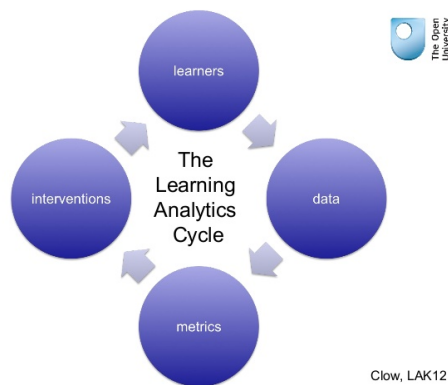


Abbildung 2.2: Learning Analytics Cycle¹¹

¹¹<http://image.slidesharecdn.com/dougclow-learninganalyticcycle-130131074459-phpapp02/95/the-learning-analytics-cycle-3-638.jpg> [30.09.2016]

2 Stand der Technik

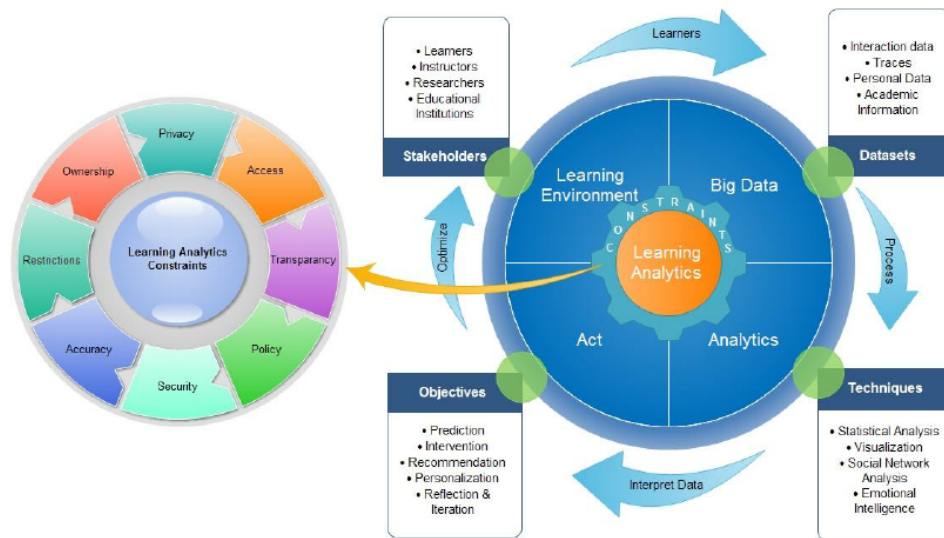


Abbildung 2.3: Learning Analytics Life Cycle¹²

¹²https://www.researchgate.net/publication/278940599_Learning_Analytics_Principles_and_Constraints [23.10.2016]

2.1.1 Datenschutz und Zukunft der Learning Analytics

„Jeder redet über Big Data und Learning Analytics, aber wenn der Datenschutz nicht rechtzeitig geklärt wird, ist das Projekt gestorben, bevor es überhaupt angelaufen ist.“¹³ Larry Johnson, CEO des New Media Consortiums¹⁴

Den Benutzerinnen und Benutzer sollte klar und transparent gezeigt werden, welche Daten gesammelt bzw. gespeichert werden. Sie sollten die Möglichkeit haben selbst zu entscheiden, an wen und für wie lange ihre Inhalte weitergeben werden.

„Die zukünftige Entwicklung von Learning Analytics sollte nicht nur Wissenschaftlern und kommerziellen Anbietern überlassen werden. Sie muss auch Lehrende und schließlich auch Lernende mit einbeziehen. Wie können wir ein Bewusstsein dafür schaffen, dass Learning Analytics wichtig sind, und wie können wir Treffpunkte ins Leben rufen, wo Lernende und Lehrende mitreden und die Form neuer Analysetools sowie die Entwicklung von Learning Analytics beeinflussen können?“¹⁵

Die Beschäftigung mit Themen wie Learning Analytics, E-Learning (z.B bei Massive Open Online Courses (MOOC)) und Big Data in der Ausbildung eröffnet viele neue Wege und Chancen zur Verbesserung traditioneller Prozesse. Durch die Einführung dieser neuen Lernmethoden ergeben sich auch neue Herausforderungen und Konsequenzen in verschiedenen Bereichen (Pädagogik, Wirtschaft, Privatsphäre, Technologien), in denen sie der Beiteilung alle Akteure, Transparenz und viel Kommunikation richtig eingesetzt werden können.

„Herausforderungen: Der Einsatz von Bildungsapps, Classroom-Management-Systemen und Online-Angeboten ist bislang weitgehend

¹³<https://ec.europa.eu/epale/de/blog/learning-analytics-can-shape-future-adult-learning> [30.08.2016]

¹⁴<http://www.nmc.org/> [30.08.2016]

¹⁵<https://ec.europa.eu/epale/de/blog/learning-analytics-can-shape-future-adult-learning> [30.08.2016]

2 Stand der Technik

unreguliert. Probleme drohen nicht nur in datenschutzrechtlicher Hinsicht. Die Analyse personenbezogener Bildungsdaten wirft auch ethische Fragen auf (z.B. bei einer bloßen Einordnung eines Schülers anhand seines prognostizierten Lernverhaltens). Schließlich sind Bildungsdaten von besonderem wirtschaftlichem Wert “

[Jül15, Seite 1]

2.2 Usability

„Der Begriff Usability tritt bei verschiedenen Gelegenheiten in verschiedenen Geschmacksrichtungen auf. Einig sind sich diese meist nur in dem Punkt, daß es sich um ein facettenreiches Konstrukt handelt. Oft wir daher auf folgende Definition der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO 9241) zurückgegriffen:

*Usability eines Produktes ist das Ausmaß, in dem es von einem bestimmten Benutzer verwendet werden kann, um bestimmte Ziele in einem bestimmten Kontext **effektiv, effizient und zufriedenstellend** zu erreichen.“¹⁶*

Die Gestaltung und Strukturierung des Programms ist von großer Bedeutung. Die Berücksichtigung der verschiedenen Altersgruppen sowie die verschiedenen Rollen und Berufe der Stakeholder sind wichtige Faktoren für die Wahl und Designentscheidungen des Layouts.

Das Programm sollte die Lernenden dabei unterstützen den Lerninhalt möglichst sinnvoll und effektiv sowie mit minimalen User-Interaktionen mit der Lern-Plattform aufzunehmen. Darüber hinaus sollte die Datenauswertung und Verwaltung für die Lehrerinnen und Lehrer einfach sein.

Um Richtlinien für das Layout zu finden, sowie den User-Bedürfnissen entgegen zu kommen werden folgende Sets von heuristischen Evaluierungen¹⁷ ausgewählt und analysiert:

2.2.1 Nielsen Usability Heuristiken (NUH)

NUH [AA10, Seite 3] konzentriert sich auf das allgemeine User-Interface-Design.

- **Feedback und Visualisierung:**
 - Das Programm gibt ständig Feedback über das, was passiert und hält die Userin bzw. den User informiert.

¹⁶http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_II/Psychologie/Doktoranden/absolventen/eichinger_armin/u-definition.html [30.08.2016]

¹⁷http://www.netflow-lindemann.de/heuristische_evaluation.html [30.08.2016]

2 Stand der Technik

- Das Kind bekommt Feedback, dass es motiviert weiterzumachen.
 - Die Userin bzw. der User kann immer den Status und die erreichten Punkte einsehen.
 - Das Kind versteht die Terminologie, die im Programm verwendet wird.
 - Die Userin bzw. der User weiß immer, wo er sich befindet und wie er im Programm navigieren kann.
- **Realität und Software:**
 - Das E-Learning-Tool bzw. das System verwendet Konzepte und Begriffe, die die Userin bzw. der User (das Kind) bereits kennt.
 - Die Darstellung der Inhalte ist logisch und intuitiv aufgebaut.
 - Die Funktionalität und Verwendung von Bildern und Grafiken sollte klar sein.
 - Das E-Learning-Programm hält sich an die Prinzipien des Grundmodells der Informationsverarbeitung.
 - **User-Kontrolle und Freiheit:**
 - Eine falsche Eingabe oder Steuerung kann rückgängig gemacht werden
 - Exit-Zeichen sind klar definiert und leicht zu finden. Der aktuelle Zustand kann unkompliziert verlassen werden.
 - Die Navigation im Programm kann schnell gefunden werden und ist einfach zu bedienen. Große Datenmengen können gefiltert werden.
 - Die Userin bzw. der User darf innerhalb der erlaubten Berechnungen

2 Stand der Technik

gungen Entscheidung über das Tool treffen.

- Die Userin bzw. der User kann Programm-Zustände speichern und diese später aktivieren.

- **Konsistenz und Standardkonformität:**

- Das Design und die Struktur der Plattform sind konsistent (z.B: in der Steuerung, in den Farben, in der Typographie etc.).
- Meldungen sind standardisiert und auch von anderer Software bekannt.

- **Fehler-Vermeidung im Programm:**

- Das Programm ist so gestaltet, um Fehler zu vermeiden und zu erkennen.
- Fehlerhafte Eingaben verursachen keinen Systemabsturz.
- Das Programm versucht der Userin bzw. dem User eine zweite Chance zu geben, wenn der Input nicht ganz richtig ist (z.B "Meinten Sie...").

- **Wiedererkennen statt sich erinnern:**

- Die Userin bzw. der User braucht sich nicht die Inhalte von anderen Ansichten oder während der Navigation im Programm zu merken. Die notwendigen Objekte und Optionen stehen immer zur Verfügung.
- Informationen sind einfach zu finden bzw. sichtbar.
- Symbole und Icons sind intuitiv und selbsterklärend.
- Die Navigation ist logisch und konsistent.

- **Effizienz, Flexibilität:**

2 Stand der Technik

- Das Tool ist designt um Interaktionen für erfahrene Kinder zu beschleunigen, aber auch Anfänger und Anfängerinnen zu unterstützen.
- Lernziele sollen möglichst auf verschiedene Arten dargestellt werden.
- **Minimalistisches Design und Ästhetik:**
 - Die Ansicht des Tools beinhaltet nur relevante Informationen und sachbezogene Inhalte.
- **Erkennung von Fehlern, Diagnose und Lösungsvorschläge:**
 - Die Fehler- und Systemmeldungen werden in einer natürlichen und verständlichen Form gemeldet. Die Userin bzw. der User soll anhand der Meldung das Problem verstehen und gleichzeitig einen Lösungsvorschlag bekommen.
- **Hilfe und Dokumentation:**
 - Hinweise, Tutorials, Tooltips oder Hilfemenüs sind für die Userin bzw. den User einfach zu finden. Diese können bei Bedarf aktiviert werden.
 - Die Hilfe konzentriert sich auf den eigentlichen Task.

2.2.2 Child Usability Heuristics (CUH)

CUH [AA10, Seite 4] konzentriert sich auf Kinder-Präferenzen und ihre Fähigkeiten.

- **Attraktives Design und Layout:**
 - Das Screen-Layout ist effizient und attraktiv.

2 Stand der Technik

- Die Farben, Schriftart und Schriftgröße sind für Kinder passend ausgewählt.
- Das Design ist einfach und lesbar.
- **Verwendung von passende Hardware:**
 - Die Geräte sind für das Alter passend.
 - Es werden nur die Tasten erkannt, die auch eine Funktionalität für das System besitzen.
- **Herausforderung:**
 - Wenn das System aktiv ist, sollte das Kind genügend Informationen haben, um das Programm zu verwenden.
 - Die Ziele des Systems sind klar definiert.
 - Das Programm ist einfach zu lernen, aber schwierig zu „meistern“. Die Applikation sollte das Kind herausfordern, aber nicht frustrieren. Der Schwierigkeitsgrad variiert mit dem Fortschritt des Kindes.
 - Die Userin bzw. der User sollte Freude daran haben, das Programm wieder zu verwenden.
 - Die Benutzerin bzw. der Benutzer wird durch Erfahrung (z.B. Level-Aufstieg, Schwierigkeitsgrad etc.) tiefer in das Programm eingeleitet.
 - Das Kind wird einfach und schnell in das Programm eingeführt. Die Schwierigkeitslevels können jedoch langsam verändert werden.
- **Die Vorstellungskraft der Kinder fördern:**

2 Stand der Technik

- Das Tool erlaubt dem Kind seiner Fantasie freien Lauf zu lassen.
- Das Tool ermutigt das Kind eigene und somit originelle Interpretationen der im Spiel vorhandenen Charaktere oder Inhalte zu entwickeln.
- Das Kind interessiert sich für die Charaktere weil:
 - Das Kind sich mit ihnen identifiziert.
 - Das Kind sich für sie interessiert.
 - Die Spielfiguren kindergerecht dargestellt sind.
- **Die Neugierde der Kinder unterstützen:**
 - Das Programm weckt die Neugierde der Kinder durch Überraschungen, Paradoxien und Humor, die das Interesse des Kindes anregen.

2.2.3 E-Learning Usability Heuristics (EUH)

EUH [AA10, Seite 5] beinhaltet folgende Punkte:

- **Lern-Umgebung**
 - Die Terminologie und das Vokabular sind passend für die Zielgruppe ausgewählt.
 - Abstrakte Prinzipien sowie Formeln, Regeln etc. sind durch einfache und konkrete Beispiele dargestellt.
 - Die Organisation der Inhalte und Lernobjekte ist darauf ausgelegt, schnell die Hauptziele des Systems erreichen zu können.
- **Bewertung**
 - Durch die Bewertungen der Tools kann die Leistung des Kindes erhöht werden.

2 Stand der Technik

- Das E-Learning-Programm bietet Feedback und Anweisung (z.B. in Form von Audio oder Video).
- Logs und Tracking-Berichte des User-Verhaltens unterstützen die Lehrenden, um bessere Lernstrategien und Prognosen zu erstellen.
- **Lernmotivation**
 - Das Tool fördert die Recherche durch die Userin bzw. den User bzw. Nachforschung zu einem Thema.
 - Durch E-Stories, Spiele, Simulationen, Animationen etc. wird versucht die Motivation und Aufmerksamkeit der Spielenden zu erhöhen bzw. zu gewinnen.
 - Das Programm ist unterhaltsam und interessant.
 - Das Programm bietet den Lernenden verschiedene Lernaktivitäten, um den Lernerfolg zu erhöhen.
 - Die Aktionen/Interaktionen werden durch sinnvolle Audio- und Videoeinspielungen, Text und/oder Animationen belohnt.
- **Interaktion**
 - Die Spiel-Aktivitäten und Herausforderungen motivieren das Kind.
 - Das Kind hat die Möglichkeit das Programm in seiner Freizeit (bzw. wann es möchte) zu verwenden.
- **Erreichbarkeit**
 - Das Programm kann von möglichst vielen Geräten und Plattformen erreicht und ausgeführt werden.

2.3 Gamification

In den letzten Jahren sind Kinder wichtige Benutzer von Computerprogrammen geworden. Software für Kinder kann in die folgenden Kategorien eingeteilt werden [SMRo6, Seite 2]:

- **Enabling Software:** spezielle Software für Kinder (z.B. extra Pakete für vorhandene Systeme).
- **Unterhaltungssoftware :** Spiele und Medien
- **Ausbildungssoftware:** Diese ist entweder mit einem Programm oder Curriculum verbunden oder dient zur Verbesserung von bestimmten Fähigkeiten, auch wenn zu diesem Zweck „Spiele“ verwendet werden.

Die Idee und Logik der Gamification wird in immer mehr Kontexten verwendet. Seien es CRM, ERP Systeme, Social Media, Lernsoftware oder einfache Applikationen. Die Idee spielerisch Probleme zu lösen, Userinnen und User mit Badges und Achievements zu motivieren ist ein weitverbreiteter Ansatz.

Gamification kann folgendermaßen definiert werden:

„Der Prozess von spielerisch Denken und der Spiel-Mechanismen motiviert Benutzer und Benutzerinnen ihre Probleme zu lösen.“

[ZC11, Seite 14 (Einführung)]:

Eine andere Definition wäre:

„Gamification ist ein Prozess der spielerischen Gestaltung von Aktivitäten in einem spielfremden Kontext durch die Verwendung von Spiel-Design-Elementen.“

[Sai16, Seite 15]

Gamification ist ein Konzept mit sehr viel Potential in der Ausbildung. Es ist ein innerer Wunsch der Menschen neue Inhalte zu lernen, zu entdecken und zu erfinden. Oft steht die Vorgehensweise, wie Bildung angeboten wird, den Menschen im Weg.

2 Stand der Technik

Wenn Kinder gefragt werden „Was ist arbeiten?“, ist die Antwort meistens „Schule und Hausaufgaben“. Bei der Frage „Was ist spielen?“, werden viele motiviert und mit viel Freude „Computerspiele“ antworten. Diese Motivation sollte verwendet werden, um das Lernen der Kinder zu fördern. Viele Ausbilderinnen und Ausbilder suchen nach Techniken und Mechanismen um Lerninhalte zu gamifizieren. Die Gamifizierungsprozesse sollten das Interesse der Kinder anregen, sie herausfordern und zu einem besseren Verständnis der Lerneinheit dienen.¹⁸

¹⁸<http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-gamification-examples-human-race/>
[30.08.2016]

3 Benchmarking

Im folgenden Kapitel werden verschiedene Lernprogramme beschrieben und analysiert. Das Ziel dieser Analyse ist die Entwicklung und Struktur sowie „Best Practices“ von etablierten Plattformen zu vergleichen.

Durch die Auflistung von Methoden und Merkmalen anderer ähnlicher Software, ist es möglich, die User-Anforderungen besser zu identifizieren. Der Fokus der Analyse liegt auf den unterschiedlichen Vorgehensweisen und Workflows, den verschiedenen Userinnen bzw. Usern, deren Berechtigungen, sowie auf den verschiedenen Online-Lernquellen und nicht zuletzt auf der bereits dargestellten Lernmethode „Gamification“.

3.1 SmartKlass

Die erste Software ist SmartKlass¹. SmartKlass ist eine Open-Source-Learning-Analytics-Lösung.

SmartKlass erlaubt die Erweiterung von bereits vorhandenen virtuellen Lernsystemen (etwa Moodle), Apps oder anderer Software. In diesem System werden verschiedene Lernquellen vereint. So können individuelle Online-Ressourcen der Studentinnen und Studenten auch für kollaborative Arbeiten verwendet werden.

Die Userinnen bzw. User vermögen durch dieses System große Datenmengen zu clustern und zu visualisieren (siehe Abb. 3.1).

Aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer bietet das Programm verschiedene Datenvisualisierungen. Sie können etwa detailliert die Entwicklung und Fortschritte des einzelnen Lernenden, aber auch der ganzen Gruppe beobachten. Des Weiteren können sie Evaluierungen eines Kurses

¹<http://klassdata.com/> [01.10.2016]

3 Benchmarking

einsehen, die Stärken und Schwächen der Lernenden bei den Übungen feststellen, diesen Benachrichtigungen senden bzw. Feedback geben.

Die Analyse des Userverhaltens im Programm sowie dessen Entwicklung ist sehr wichtig, um Prognosen und Strategien für zukünftige Interventionen entwickeln zu können.

Auch eine den Lehrenden übergeordnete Rolle kann gesamte Einheiten oder Gruppen analysieren und die Ergebnisse evaluieren. Das Plug-in wird bereits für große Learning-Management-Systeme wie Moodle² Blackboard, Sakai etc. verwendet. Die Kopplung zwischen Smartklass und LMS bzw. SmartData-Systemen ist technisch unkompliziert.

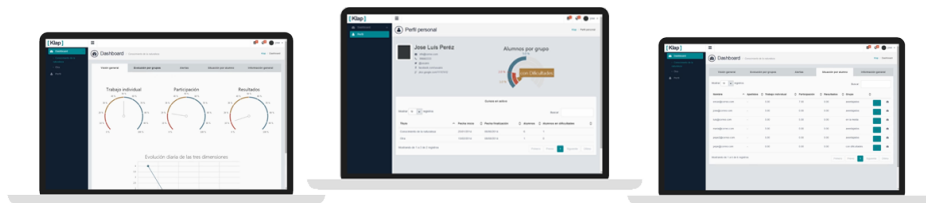


Abbildung 3.1: SmartKlass-Dashboard³

²<http://klassdata.com/smartklass-learning-analytics-for-moodle-3-0-is-now-available/>
[01.10.2016]

³<http://klassdata.com/wp-content/uploads/2014/10/klass-learning-analytics.png>
[23.10.2016]

3.2 SEAtS Software - The Student Success Platform

Die nächste Plattform ist SEAtS⁴⁵. SEAtS ist ein kostenpflichtiges, weitverbreitetes und vielseitiges Cloud-System. Die Software vereint verschiedene Interaktionen und Engagements verschiedener Kanäle der Studentinnen und Studenten in einem Interface. Auch hier ist es möglich, sowohl die Daten und das Verhalten von einer Userin bzw. einem User im Detail zu analysieren, als auch die Einzelergebnisse der Gruppe als Einheit einzusehen.

Die Plattform unterstützt Big Data Analytics⁶ und bietet der Userin bzw. dem User zudem die Möglichkeit, sowohl mit strukturierten, als auch mit unstrukturierten Daten zu arbeiten. Darüber hinaus ist es möglich die Daten zu kombinieren und diese mit User-Profilen und verschiedene Patterns zu vergleichen und zu analysieren um Trends, Highlights oder wichtige Kennzahlen zu erkennen (siehe Abb. 3.2).



Abbildung 3.2: SEAtS-Dashboard⁷

⁴<http://www.seatssoftware.com/> [01.10.2016]

⁵vgl. Absatz SEAtS aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

⁶<http://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/big-data-analytics> [01.10.2016]

⁷http://cdn2.hubspot.net/hubfs/607231/Datasheets/SEAtS_Mobile_PR.pdf?t=1462532612756 [23.10.2016]

3.3 DuoDingo

Duolingo⁸⁹ ist ein beliebtes Fremdsprachenprogramm. Das Besondere an diesem Programm ist, dass eine fremdsprachige Website als Basis bzw. „Übersetzungsziel“ für Fremdsprachenunterricht dient. Die Userinnen und User lernen die Fremdsprache, indem sie die Website übersetzen.

Anfängerinnen und Anfänger beginnen mit den Basisschritten und einfachen Sätzen, während die Fortgeschrittenen sich mit komplexeren Aufgaben beschäftigen. Mit zunehmender Übersetzungsfähigkeit, steigert das Programm automatisch den Schwierigkeitsgrad und das Sprachniveau (siehe Abb. 3.3).

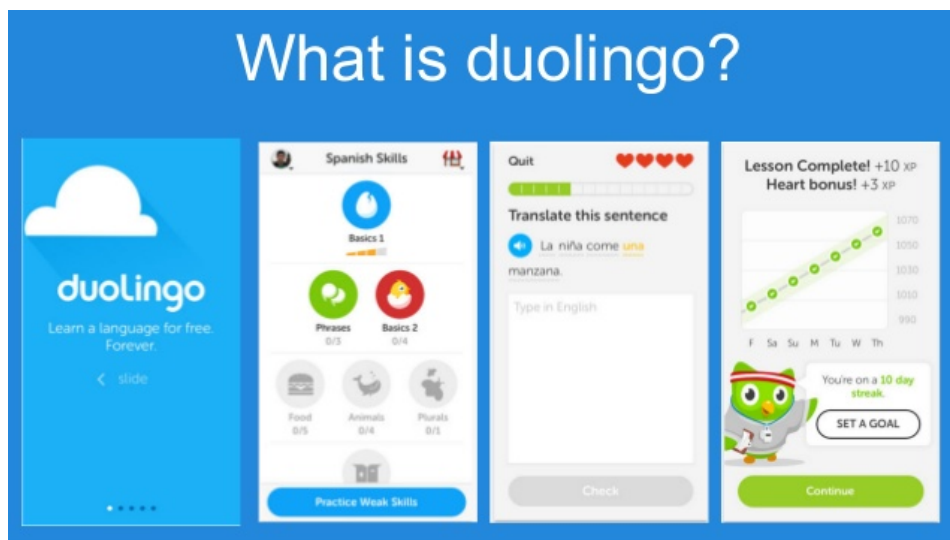


Abbildung 3.3: DuoDingo¹⁰

Duolingo ermöglicht den Benutzerinnen und Benutzer das Lernen von neuen Wörtern und hilft ihnen, die neuen Begriffe zu verinnerlichen. Dar-

⁸<https://de.duolingo.com/> [01.10.2016]

⁹vgl. Absatz DuoDingo aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

¹⁰<http://www.windowmode.com/wp-content/uploads/2016/03/Duolingo-Download-Free.jpg> [23.10.2016]

3 Benchmarking

über hinaus können Userinnen und User auch die Qualität der Arbeit von anderen bewerten und einander Feedback geben. Die besten Übersetzungen werden vom Programm bekanntgegeben.

Während die Userinnen und User die Inhalte übersetzen und ihre Fähigkeit verbessern, können sie Punkte gewinnen. Die verstrichene Zeit und falsche Antworten beeinflussen das Gesamtergebnis ebenso.

Um individuelle Lernpläne zu erstellen, wird das Verhalten der Userinnen und User (benötigte Zeit, falsche und richtige Antworten, Anzahl der Tests etc.) vom Algorithmus analysiert, um somit Aufgaben für eine Person zielorientiert auszuwählen.

Für die Anwendung kann die Userin bzw. der User zwischen dem Web-Interface und den mobilen Apps wählen.

3.4 Ribbon Hero

Das Spiel¹¹¹² wird als Add-On für die Microsoft-Office-Versionen 2007 und 2010 angeboten. Die Userinnen und User können damit besser die neuen Funktionalitäten von Office lernen. Das Spiel kann von allen Programmen von Office aus gestartet werden. Auch hier gibt es für die Userin bzw. den User Aufgaben, die bei erfolgreicher Erfüllung mit Punkten belohnt werden. Die Tasks sind in folgende Kategorien aufgeteilt: „Text verarbeiten“, „Design und Layout“, „Präsentation“ und „Allgemeine Aufgaben“.

Zu Beginn des Spiels sind die Aufgaben so ausgewählt, dass sie die Userin bzw. den User in die Basis-Features des Programms einführen. Die Tasks sind am Anfang kurz und die Punkte können einfach gewonnen werden. Nach Beendigung einer Aufgabe erhält die Userin bzw. der User unverzüglich Feedback vom Programm. Durch die relativ einfachen Aufgaben und die schnelle Interaktion bekommt die Userin bzw. der User das Gefühl, den Anforderungen des Spiels gerecht zu werden und den späteren Herausforderungen gewachsen zu sein.

Ribbon Hero hat die Option, die Spielinhalte so zu regulieren, dass sie individuell, abhängig vom Fortschritt des Users, gestaltet und angepasst werden können. Der Fortschritt der Userin bzw. des Users wird nicht nur im Spiel beobachtet, sondern auch in den nicht spielerischen Verwendungen von Office. Diese Strategie erweist sich als besonders effektiv, um die Stärken und Schwächen der Userin bzw. des Users zu erkennen.

Interaktion und das Teilen der Spielergebnisse wird durch soziale Netzwerke gewährleistet. Die Userinnen und User können ihre Fortschritte beispielsweise auf Facebook posten und diese mit anderen Spielenden vergleichen. Inzwischen gibt es mehrere Versionen (siehe Abb. 3.4) von Ribbon Hero, wodurch Spannung und immer neues Interesse gewährleistet wird.

¹¹<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=26531> [01.10.2016]

¹²vgl. Absatz Ribbon Hero aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

3 Benchmarking



Abbildung 3.4: Eine Version von Ribbon Hero¹³

¹³<https://pptalchemist.files.wordpress.com/2011/05/image46.png> [23.10.2016]

3.5 ClassDojo

ClassDojo¹⁴¹⁵ kann auch als Klassen-Management-Tool bezeichnet werden. Die Lehrerinnen und Lehrer sind durch die Verwendung dieser Plattform in der Lage, den Unterricht positiv zu beeinflussen. Das Geheimnis liegt in der Möglichkeit der schnellen Belohnung und des unmittelbaren Feedbacks.

Der Login in das System passiert mittels der Auswahl eines Avatars bzw. eines Charakters (siehe Abb. 3.5). Der User-Management-Aufwand gestaltet sich für die Lehrenden gering und den Schülerinnen und Schülern ist es möglich rasch in das Programm einzusteigen.

Die Lehrenden können ihre Schülerinnen und Schüler direkt mit Punkten belohnen bzw. Feedback geben, indem sie den ausgewählten Charakter anklicken oder steuern. Das sofortige Feedback und die direkte Interaktion mit der Lehrerin oder dem Lehrer ist eine sehr gute Strategie, um die Aufmerksamkeit und die Motivation beizubehalten.

Die Userinnen und User haben die Möglichkeit ihre Daten und Erfolge direkt zu visualisieren. Diese ständige Kommunikation zwischen den Beteiligten fördert die Konzentration und Aufmerksamkeit.

Sowohl Eltern als auch Administratoren haben die Möglichkeit, in die Lernfortschritte Einsicht zu nehmen.

¹⁴<https://www.classdojo.com/> [01.10.2016]

¹⁵vgl. Absatz ClassDojo aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

3 Benchmarking

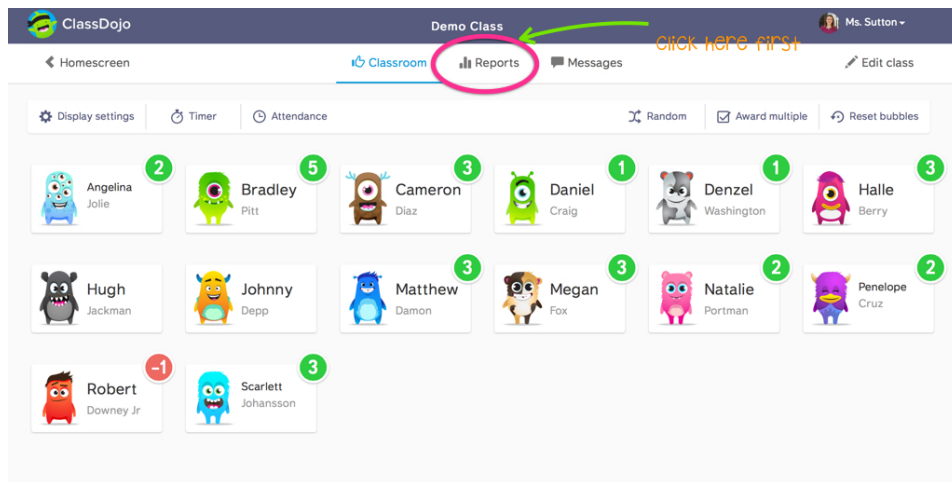


Abbildung 3.5: Charakerauswahl in ClasDojo¹⁶

¹⁶<https://4.bp.blogspot.com/-DUir37NGDik/Var9Uha1t0I/AAAAAAAAFRU/ez1a1JYPGKo/s1600/Class%2BDojo%2Btutorial.001.jpg> [23.10.2016]

3.6 GoalBook

Goalbook¹⁷¹⁸ ist eine Online-Plattform, die kollaborative Arbeit und Fortschritte bei verschiedenen Stakeholders ermöglichen kann. Die Zielgruppen sind Schülerinnen und Schüler bzw. Studierende sowie Eltern, Lehrerinnen und Lehrer.

Mit GoalBook ist es einer Lehrerin bzw. einem Lehrer möglich das Profil einer Schülerin oder eines Schülers zu öffnen und ihre bzw. seine gesetzten Ziele sowie erzielte Ergebnisse einzusehen. Sie können unter anderem auch „on the fly“ den Fortschritt einer Userin bzw. eines Users verfolgen (siehe Abb. 3.6). Wenn ein Ziel erreicht ist, kann die Lehrerin bzw. der Lehrer das Profil der Userin bzw. des Users updaten und die Ergebnisse mit dem Rest des Teams teilen. Gleichzeitig ist es möglich, der Userin bzw. dem User Feedback und/oder Lob mitzuteilen.

Die Hauptstrategie dieses Tools ist die Teambildung der Teams mit einem gemeinsamen Ziel, User-Interaktion und ständiger Benachrichtigung bei Statusänderungen, Problemen oder Fortschritten und somit eine Zeitersparnis für alle Beteiligten.

Das Tool beschränkt sich nicht auf eine bestimmte Aufgabe. Diese Online-Plattform kann für verschiedene Teams und Unterrichtsfächer verwendet werden.

¹⁷<https://goalbookapp.com> [01.10.2016]

¹⁸vgl. Absatz GoalBook aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

3 Benchmarking

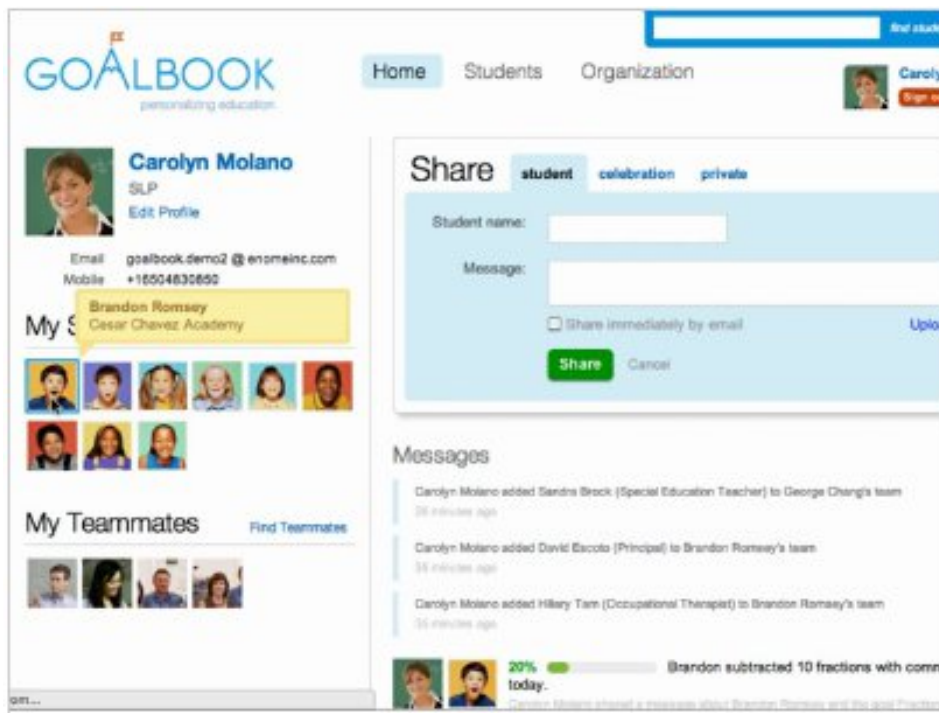


Abbildung 3.6: GoalBook-Dashboard¹⁹

3.7 Socrative - Mobile Interaktion (Schülerin/Schüler - Lehrerin/Lehrer)

Das Tool^{20,21} bietet ein spielerisches Lernsystem für Schülerinnen und Schüler. Die Software kann vom PC, Laptop oder von mobilen Geräten aus verwendet werden.

¹⁹<http://vni.s3.amazonaws.com/120806163540177.jpg> [23.10.2016]

²⁰<http://www.socrative.com/> [01.10.2016]

²¹vgl. Absatz Socrative aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

3 Benchmarking

Lehrerinnen und Lehrer sind in der Lage „Räume“ oder „Sessions“ zu erstellen. Die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit diese „Räume“ beizutreten (siehe Abb. 3.7).

In den „Räumen“ befinden sich verschiedene Lernaufgaben bzw. Quizzes. Am Ende der „Spiel-Session“ kann die Lehrerin bzw. der Lehrer die Ergebnisse der Userin bzw. des User einsehen. Die Interaktion und Verwendung während des Unterrichts macht die Stunde besonders interaktiv und lustig für die Lernenden.



The screenshot shows a Socrative session interface. At the top, it displays the Socrative logo, the room name 'ROOM: SOC14', and the session title 'State Facts - Fri Jun 27 2014'. There are buttons for 'GET REPORT' and 'EXIT'. Below this is a 'Dashboard' section with a 'No Activity' indicator. The main part of the dashboard is a table showing student progress and quiz results for 8 questions.

Name	Progress	1	2	3	4	5	6	7	8
Dempsey, Clint	88%	C	Texas	False	A	D, A	C	True	Soccer...
Harkness, Jack	75%	C	Idaho	True	C	D, A	C	True	The co...
Mott, Wilfred	63%	C	Idaho	True	A	D, A	B	False	Tigers
Noble, Donna	88%	C	ID	False	A	D, A	B	True	The he...
Oswald, Clara	75%	C	Idaho	True	A	D, A	B	True	While t...
Rosicky, Tomas	63%	B	Idaho	True	A	C, A	C	True	Czech ...
Tyler, Rose	63%	C	Idaho	True	A	D, A	B	False	Flower...
Williams, Rory	63%	C	Wyomi...	True	C	D, A	C	True	Solitary
Wunderbar, Jen...	100%	C	id	False	A	D, A	C	True	Wond...
Class Total		89%	78%	33%	78%	89%	56%	78%	

Abbildung 3.7: Socrative-Session²²

²²<http://data.learnpad.co/activities/29228/screenshots/socrativeteacher4.png>
[23.10.2016]

3.8 Coursera

Coursera²³²⁴ ist eine Plattform, die Universitäten die Möglichkeit gibt, viele ihrer Kurse gratis online anzubieten (siehe Abb. 3.8). Das Angebot der Kurse gestaltet sich etwa mittels Videos bzw. mittels Online-Assignments, welche in bestimmten Zeitintervallen erledigt werden müssen.

Evaluierungen und Benotungen passieren automatisch und den Userinnen und Usern vermittelt. Auch Badges, neue Levels und Belohnungen werden angeboten.

Die Interaktion zwischen den Userinnen bzw. Usern ist für diese Plattform besonders wichtig, einerseits um die Studierenden für die Mitwirkung an der Plattform zu motivieren und andererseits, um die Kommunikation und Wiederholung der Inhalte zu gewährleisten und somit bereit Gelerntes zu fixieren.

Mittlerweile ist Coursera eine sehr beliebte Plattform (siehe auch Kennzahlen aus Abb. 3.9). Berühmte Universitäten und deren wissenschaftliche Partner bieten gemeinsam 1819 Kurse an.

²³<https://www.coursera.org/> [01.10.2016]

²⁴vgl. Absatz Coursera aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

3 Benchmarking



Abbildung 3.8: Coursera-Dashboard²⁵

²⁵http://66.media.tumblr.com/f77e78f1af1ad6513059416da77bf60f/tumblr_inline_n28e6qnXw61rg0l34.png [23.10.2016]

3 Benchmarking



Education for Everyone: Coursera by the Numbers

In just two years Coursera has grown from a revolutionary idea to thriving community of more than 100 partner institutions, 5 million+ students from 190 countries, and 500+ courses across a diverse range of disciplines.

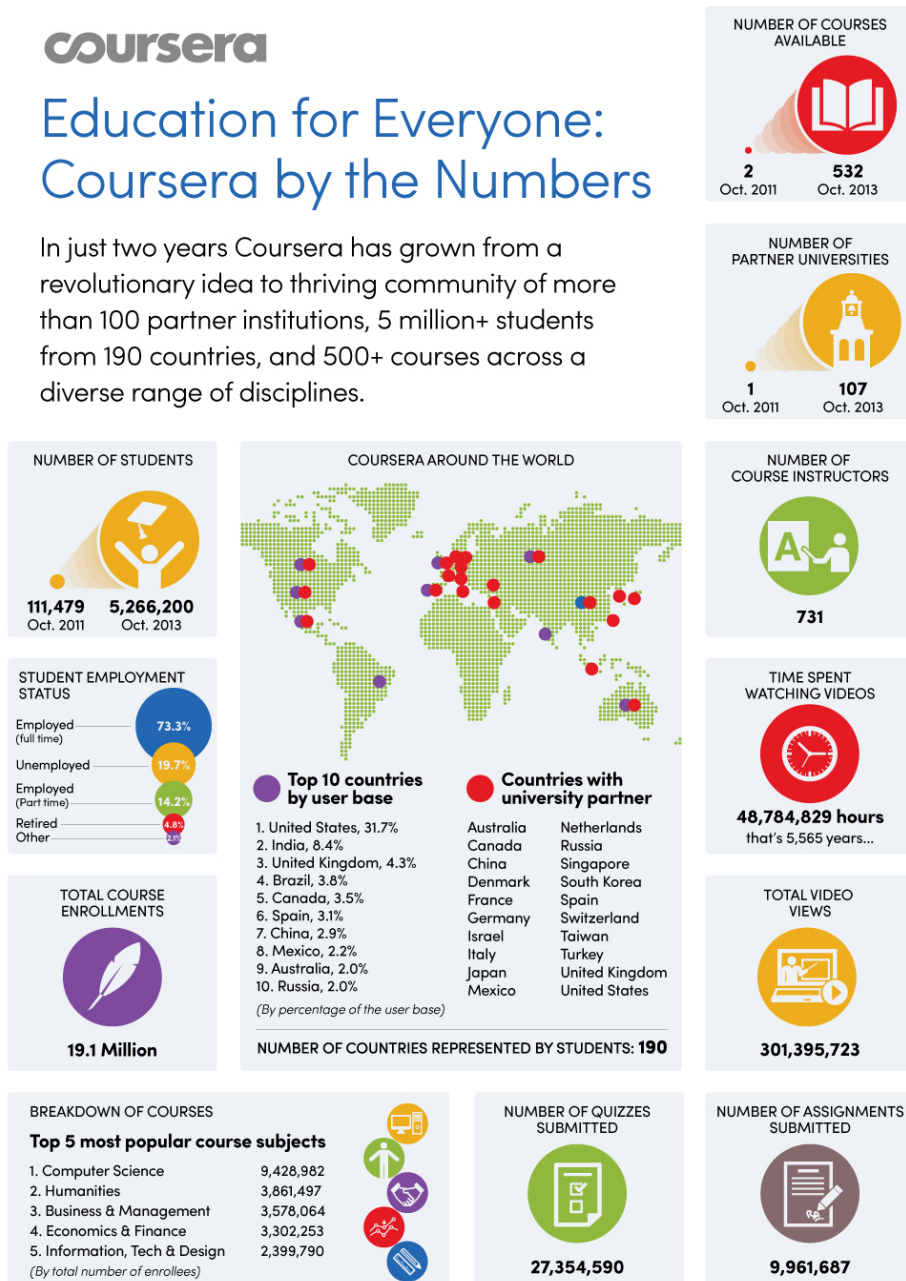


Abbildung 3.9: Coursera-Kennzahlen²⁶

3.9 Brainscape

Brainscape²⁷²⁸ ist eine mobile und webbasierte Lernplattform, die Studentinnen und Studenten bei Lernaufgaben unterstützt.

Das Programm verwendet adaptive Algorithmen, um Lernkarteien zu erstellen. Die Reihenfolge und die Häufigkeit der Präsentation der Lernkarteien wird individuell mittels Algorithmus angepasst.

Die Methode heißt auf Englisch „Confidence Based Retention“²⁹. Während eine Frage beantwortet wird, fragt Brainscape die Userin bzw. den User zusätzlich nach der Sicherheit in Bezug auf die richtige Antwort.

Anhand dieser Information legt der Algorithmus fest, wie viele Wiederholungen nötig sind, um einen spezifischen Inhalt langfristig zu fixieren (z.B. siehe Abb. 3.10). Die Karteien sind farblich markiert, um für die Userinnen und User das Wiederholungsniveau bzw. die Lernfähigkeit darzustellen. Im Aufbau des Programms sind zwei Komponenten wichtig: einerseits darf die Userin bzw. der User die Karteien selbst erstellen und andererseits können die Karteien mit anderen Userinnen und Usern geteilt oder sogar verkauft werden.

Die besten Beispiele für Gamification sind die Kombinationen von Spaß und Technologien. Die Einzigartigkeit des Tool besteht darin, dass es verschiedene Kanäle und Geräte (zb. auch Nintendo-Consolen) mit einander verbindet.

²⁶http://digitalcowboys.com/wp-content/uploads/2013/10/Coursera_2013.jpg
[23.10.2016]

²⁷<https://www.brainscape.com/> [01.10.2016]

²⁸vgl. Absatz Brainspace aus <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/> [01.10.2016]

²⁹https://en.wikipedia.org/wiki/Confidence-based_learning [10.10.2016]

3 Benchmarking



Abbildung 3.10: Brainspace³⁰

³⁰<https://www.brainscape.com/> [23.10.2016]

3.10 Zusammenfassung

Folgende Software-Merkmale sind aus den oberen Unterkapiteln hervorzuheben:

- Die Userinnen und User arbeiten gerne unabhängig vom Gerät und Ort. Sie wollen mobil sein, den gespeicherten Zustand ihrer Aktivität immer zur Verfügung haben.
- Herausforderungen, Belohnungen, Lob und Feedback werden gerne angenommen und geben der Userin bzw. dem User ein Gefühl der Interaktion und der persönlichen Anpassung seitens der Software.
- Kommunikation zwischen den Userinnenn und Usern ist sehr wichtig. Sie möchten ihre Inhalte freigeben und mit anderen darüber reden/schreiben.
- Das Konzept der Gamification wird gerne angenommen und die Userinnen und User fühlen sich dadurch motiviert.
- Die Auswertung der Daten ist sehr wichtig, um auf die individuellen Stärken und Schwächen der Userinnen und User einzugehen.

Hinzu kommen die Aspekte, die bereits in den Unterkapiteln „Usability“ und „Gamification“ beschrieben wurden. Sie alle flossen direkt in die Programmierarbeit ein, um das Potenzial eines modernen Lernprogramms zu demonstrieren.

4 Technologien

In diesem Kapitel werden ausgewählte Technologien, die für die Erstellung des Systems verwendet worden sind, näher beschrieben und erläutert. Darüber hinaus werden anhand textueller Beschreibungen, Skizzen und Bilder allgemeine Entwicklungskonzepte und Design-Patterns dargestellt bzw. erklärt.

Die technische Umsetzung, Auswahl der Technologien, Beschreibung der Module sowie Erläuterung der Struktur bietet einen Überblick über den empirischen Teil der Arbeit und dient gleichzeitig als technische Dokumentation für zukünftige Entwicklerinnen und Entwickler als Literatur zur weiteren Implementierung und Verbesserung.

4.1 Auswahl der Technologien

In der folgenden Liste sind die wichtigsten Anforderungen aufgezählt, die bei den Entscheidungen und der Auswahl der Technologien ausschlaggebend waren.

- **Open-Source:** Im Sinne der Weiterentwicklung sowie der Weiterbildung werden Open-Source-Technologien ausgewählt.
- **Modulare Struktur:** Das System sollte eine möglichst modulare Struktur haben.
- **Der Ist-Zustand des Projekts:** Der Ist-Zustand (vorhandene Apps und User-Manager), ist bei der Technologiewahl zu berücksichtigen, damit bestimmte Features weiterhin verfügbar bleiben und so gewisse

4 Technologien

Funktionalitäten leichter importiert werden können.

- **Kommunikation:** Die Schnittstellen für die Kommunikation mit den vorhandenen Systemen bleiben unverändert.
- **Wiederverwendbarkeit und Weiterentwicklung:** Es besteht die Möglichkeit, das Programm zu erweitern (siehe Kap. 7). Darum wurden hier Programme ausgewählt, die gut etabliert sind und unterstützt werden.
- **Plattform Unabhängigkeit:** Für die Zielgruppe (Kinder in der Volksschule) soll es keine Einschränkung auf bestimmte Geräte oder Betriebssysteme geben.
- **Sicherheit und Daten-Konsistenz:** Die Kommunikation zwischen den System-Teilen soll sicher sein und die vom System gewonnenen Inhalte sollen konsistent gespeichert werden.
- **Zielgruppe berücksichtigen:** Die Haupt-Benutzergruppe sind Kinder, die die Multiplikationstabelle durch Spielen lernen. Die Gestaltung des Programms soll die Zielgruppe berücksichtigen und entsprechend ausgewählt werden.
- **Versionierung:** Die Arbeit wird in verschiedene Phasen aufgeteilt und in getrennten Milestones implementiert. Um alle Etappen der Programmierung zu speichern und um eine stabile und konsistente Datenverarbeitung zu ermöglichen, wird ein Versionsverwaltungsprogramm verwendet.

4.2 Entscheidungen

Um die beschriebenen Anforderungen bei der Auswahl der Technologien zu erfüllen, wurde eine Web-Applikation entwickelt.

4 Technologien

Die Aufteilung sowie die Strukturierung des Systems beginnt mit der Trennung zwischen Server-Teil und Client-Teil. Der Client-Teil ermöglicht anhand eines User-Interface die Bedienung des Systems durch Benutzerinnen und Benutzer sowie die Kommunikation mit dem Server. Die Userinnen bzw. die User haben die Möglichkeit, die Applikation vom Browser zu öffnen und zu bedienen.

Für den Client-Teil werden HTML⁵¹ und JavaScript² verwendet. Basierend auf AngularJs³ verschiedenen Bibliotheken wird das Layout benutzerfreundlich gestaltet. Auf Responsive Web Design⁴ wird ebenfalls geachtet.

Der Server-Teil ist zuständig für die Lieferung von Programmdateien sowie die Speicherung der Inhalte. Für diesen Teil wird die Programmiersprache PHP sowie das daraufbasierende Framework ZF2 verwendet.

Um die Daten, die zum Server kommen, konsistent zu speichern, wird eine Datenbank verwendet. Die ausgewählte Technologie ist in diesem Fall MySQL⁵. Abbildung 4.1 zeigt den Aufbau des Systems und die Kombination der ausgewählten Technologien.

¹<https://de.wikipedia.org/wiki/HTML5> [25.08.2016]

²<https://de.wikipedia.org/wiki/JavaScript> [25.08.2016]

³<https://angularjs.org/> [25.08.2016]

⁴<http://www.responsive-webdesign.mobi/was-ist-responsive-webdesign/> [25.08.2016]

⁵<http://www.mysql.com/>, [30.08.2016]

4 Technologien

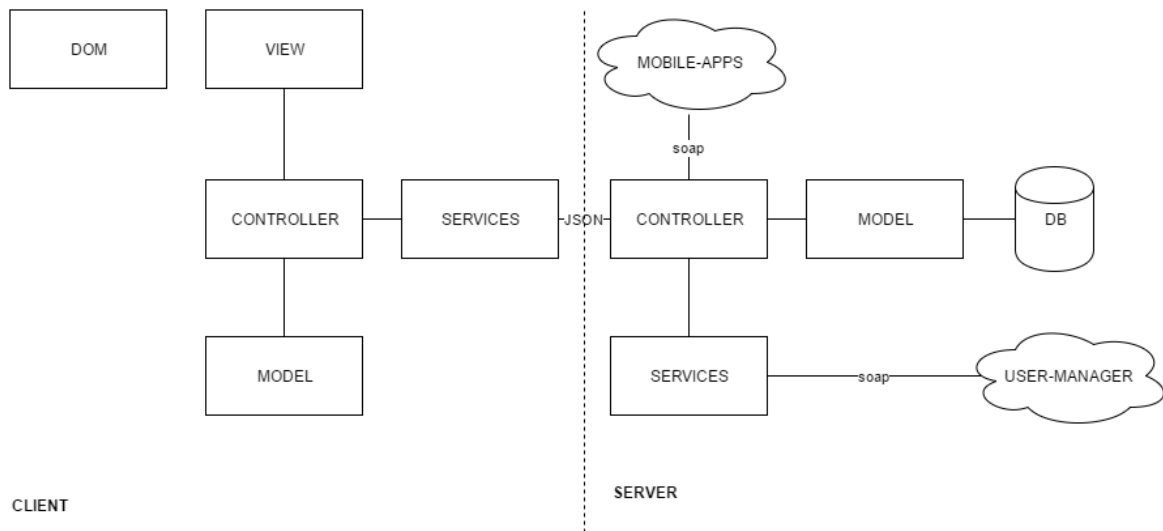


Abbildung 4.1: Systemarchitektur

4.3 PHP

Um den Server-Teil zu implementieren wurde PHP⁶ ausgewählt. PHP eignet sich bestens für die zuvor beschriebenen Anforderungen und ist dafür gedacht, dynamische Webseiten zu erstellen. Auch im Sinne der Weiterentwicklung ist PHP eine gute Wahl. Es gibt eine große PHP Community und die Sprache ist sehr ausführlich dokumentiert. Eine Einarbeitung in die Programmiersprache ist dank der vielen Beispiele, die von der Community angeboten werden, relativ schnell erreicht.

Seit neuer Versionen von PHP und der ständigen Weiterentwicklung ist es möglich, in dieser Sprache objektorientiert zu programmieren sowie viele der bekanntesten Design-Patterns zu verwenden.

⁶<http://php.net/manual/de/intro-whatcando.php>, [30.08.2016]

4.4 Zend Framework 2

Das Zend Framework⁷ ist eine Sammlung von Paketen für die professionelle Entwicklung. Das Framework⁸ ist in der Programmiersprache PHP geschrieben und implementiert.

Das System wird ständig weiterentwickelt und von einer großen Community mit Beispielen, Lernmaterialien und neuen Ideen unterstützt. Das Projekt und seine Erweiterungen, befindet sich auf Github⁹ und können mit dem Composer¹⁰ installiert werden. Die Standardstruktur von ZF2 bietet bereits einen modularen Aufbau und ermöglicht es den Entwicklerinnen und Entwicklern das Projekt in dieser Form aufzubauen.

Einer der wichtigsten Design-Patterns von Zend Framework 2 ist das MVC-Muster¹¹ (siehe Abb. 4.2) . Basierend auf dem ZF2 wird der Einmaleins-Trainer für den kompletten Server-Teil implementiert. Die modulare Struktur und die Verwendung der Design-Patterns, schaffen eine gute Basis für einen geordneten Server-Teil und ermöglicht einfache eventuelle Verbesserungen sowie gezielte Erweiterungen. Auch eine Umstellung auf die zukünftige Version 3 des Frameworks kann problemlos erfolgen.

Das klare Design und die einheitliche Struktur des Frameworks ermöglichen die Vermeidung von verschiedenen Problemen, die sonst bei der Programmierung in PHP entstehen können.

Eine eventuelle falsche Verwendung von globalen Variablen und bestimmten Funktionen (z.B. String-Vergleiche mit strcmp, htmlspecialchars) können zu Sicherheitsrisiken führen. Aus diesem Grund ist die klare Trennung der Scopes und die genaue Definition der Funktionen ein großer Vorteil.

⁷<https://framework.zend.com/> [05.09.2016]

⁸<https://framework.zend.com/learn> [05.09.2016]

⁹<https://github.com/> [05.09.2016]

¹⁰<https://getcomposer.org/> [05.09.2016]

¹¹https://de.wikipedia.org/wiki/Model_View_Controller [05.09.2016]

4.5 MySQL

Die vom Einmaleins-Trainer erzeugten Daten werden in einer Datenbank gespeichert. Für ihre Verwaltung wird MySQL¹² verwendet. Alternativen wie MongoDB¹³ oder NoSQL¹⁴ eignen sich auch gut (für die Lösung). Die Entscheidung für MySQL wurde getroffen, wegen der Verbreitung und guten Zusammenarbeit mit Zend Framework 2. Des Weiteren waren bei der Auswahl auch die alte Datenbank sowie die vorhandene Datenstruktur des User-Managers entscheidend.

4.6 Doctrine

Die Kommunikation zwischen Server und Datenbank basiert auf objektrelationalen Modellen¹⁵ (kurz ORM). Das Framework¹⁶ ist kompatibel mit ZF2 und MySQL. Gegenüber den standardmäßigen ZF2-Tablegateway-s ergibt sich folgender Vergleich¹⁷:

- **Flexibilität:** Eventuelle Veränderungen und Anpassungen sind mit Doctrine sehr einfach zu realisieren.
- **Unabhängigkeit:** Weniger Abhängigkeit von der Datenbank, mehr klassen- und objektbezogene Definitionen. So entsteht eine „Virtualisierung“ der Datenbank, die nur mehr anhand von Entitäten verwaltet wird.
- **Assoziation:** Durch die Definitionen von Objekt-Beziehungen (z.B. „many2many“, „one2many“ etc.) ist es möglich, die Entitäten zu

¹²<https://www.mysql.de/> [28.08.2016]

¹³<https://www.mongodb.com/de> [28.08.2016]

¹⁴<https://de.wikipedia.org/wiki/NoSQL> [28.08.2016]

¹⁵<http://www.doctrine-project.org/> [28.08.2016]

¹⁶<https://github.com/doctrine/DoctrineORMModule> [30.08.2016]

¹⁷<http://ocramius.github.io/presentations/doctrine-orm-and-zend-framework-2/> [30.08.2016]

4 Technologien

verknüpfen.

- **Modular:** Klare Struktur und genaue Definitionen.
- **ORM:** Die Verwendung von Doctrine bringt alle Vorteile einer objektrelationalen Abbildung.

4.7 Der Client-Teil

4.7.1 AngularJs

AngularJS¹⁸ ist ein clientseitiges, weitverbreitetes (vgl. Abb. 4.3) Javascript Web-Framework. AngularJS arbeitet nach dem Muster Model-View-Controller. Gerendert wird nur eine einzige HTML-Seite und anhand verschiedener Views werden die benötigten Komponenten geladen. Das Framework ermöglicht die Weiterverwendung von Templates, die Erstellung von lesbaren Code und eine unkomplizierte Übersicht über den Client-Teil. Traditionelle DOM-Manipulationen sind bei der Verwendung von AngularJS nicht mehr notwendig, da das Data-Binding die erstellten Modelle mit den DOM-Elementen verbindet und diese nötigenfalls aktualisiert.

Zudem zusätzlich bietet AngularJS Event-Driven-Actions. Ein solches Feature ist sehr wichtig, um die Modularität und Struktur des Projektes zu gewährleisten.

Steyer und Softic beschreiben AngularJS in ihrem „Buch Moderne Webanwendungen und Single Page Applications mit JavaScript“ [SS15] wie folgt:

„AngularJS unterstützt bei der Entwicklung moderner Single Page Applications durch Realisieren des Musters MVC, welches die Bestandteile der Anwendung klar trennt und somit die Wartbarkeit und Testbarkeit erhöht. Letzteres wird auch durch die konsequente Nutzung von Dependency Injection erreicht. Mit seinem Modul und Ereignis-Konzept sowie durch die Bereitstellung von Möglichkeiten zur deklarativen Datenbindung sowie zur Aufbereitung von Ausgaben mit Filtern erleichtert es die tägliche Arbeit von Entwicklern“

[SS15, Seite 75]

Die Features und Vorteile von AngularJS

- Erweiterbarkeit
- Data-Binding (uni- und bidirektional)
- Flexibilität und Kompatibilität zu anderen Libraries sowie einfachen Javascript Funktionen

¹⁸<https://angularjs.de/> [28.08.2016]

4 Technologien

- Deep Linking
- Validatoren
- Serverkommunikation
- Design-Pattern
- Lokalisation
- Erstellung von wiederverwendbaren Elementen in Form einer Direktive
- Unit-Tests
- Open-Source
- Community
- Weiterentwicklung (aktuell Version 2)
- Kompatibilität mit anderen mit Cordova¹⁹ und Ionic²⁰ für die Erstellung von hybriden Apps
- Performance
- Dependency Injection
- Kompatibilität mit allen modernen Browsern

Um die Features und Vorteile von AngularJs zu nutzen, wird eine Single-Page-Applikation erstellt. Das MVC-Muster wird verwendet um die Komponenten zu trennen und um die Lesbarkeit und Wartbarkeit zu erhöhen.

¹⁹<https://cordova.apache.org/> [30.08.2016]

²⁰<http://ionicframework.com/> [30.08.2016]

²¹<https://angularjs.de/buecher/angularjs-buch/framework-trend> [30.08.2016]

4.7.2 npm, Bower und Grunt

npm

Um Tools und Pakete zu installieren und zu verwalten, wird der Paketmanager npm²² verwendet.

„Der Node Package Manager (npm) ist ein Paketmanager für die JavaScript-Laufzeitumgebung node.js. Unter dem Namen npm Registry bzw. npm Open Source wird ein Repository mit betrieben und über 240.000 Pakete (Stand 6. März 2016) unter einer freien Lizenz bereitgestellt. Für private Pakete (also nicht Open Source) wird eine kommerzielle Version angeboten.“

Von Wikipedia²³

Standardbefehl um ein Modul zu installieren (siehe Listing 4.1).

Listing 4.1: Modulinstallation mit npm

```
$ npm install %Modulname
```

Bower

Es werden verschiedene Libraries und externe Pakete verwendet. Die Wartung, Aktualisierung sowie Kompatibilitätsprüfung zwischen den Abhängigkeiten kann bei großen Projekten schwierig sein. Das Tool Bower²⁴ prüft und verwaltet diese Versionen von Paketen.

Konkret werden alle Paketnamen, Quellen und Versionen im File bower.json aufgelistet. Die Eleganz des Tools besteht darin, dass es sehr einfach zu bedienen ist und trotzdem eine sehr komplexe Aufgabe übernimmt. Ein Überblick über seine Basis-Funktionalität sowie die wichtigsten Befehle kann über der offiziellen Seite²⁵ bezogen werden (siehe Listing 4.2).

²²https://de.wikipedia.org/wiki/Node_Package_Manager [24.08.2016]

²³https://de.wikipedia.org/wiki/Node_Package_Manager [24.08.2016]

²⁴<https://bower.io/> [24.08.2016]

²⁵<https://bower.io/#install-bower> [24.08.2016]

4 Technologien

Listing 4.2: Beispielinstallationen mit bower

```
# Packages installieren
# Das Endpoint der Packages:
# GitHub, einges Git-Repository und eine Url
$ bower install <package>
#
# Dependencies installieren:
$ bower install
#
# Package registrieren:
$ bower install jquery
#
# GitHub Beispiel:
$ bower install desandro/masonry
#
# Endpoint Beispiel
$ bower install git://github.com/user/package.git
#
# URL Beispiel
$ bower install http://example.com/script.js
#
# Bibliothek oder Paket im Projekt eintragen
$ bower install desandro/masonry --save
```

Grunt

Mit Grunt²⁶ ist es möglich, automatisierte Aufgaben für das Projekt zu erstellen. Mit den Grunt-Tasks und den dazugehörigen Befehlen ist es möglich, Aufgaben wie, „Code minifizieren“, „compilieren“ per Knopfdruck auszuführen. Des weiteren ist es möglich, verschiedene Files in Bündeln zu verpacken bzw. zu mergen um die Performance des Systems zu steigern. Das Tool ist bereits mit vielen Plug-ins (unter anderem coffeeScript²⁷,

²⁶<http://gruntjs.com/> [24.08.2016]

²⁷<http://coffeescript.org/> [24.08.2016]

4 Technologien

less²⁸, Sass²⁹, JSHint³⁰ etc.s) kompatibel und eignet sich somit gut für die Entwicklung des Prototyps. Grunt wird über das Command Line Interface (kurz CLI³¹) gesteuert. Die Tasks können im Grunt.js File gefunden und bearbeitet werden.

4.7.3 Das Bootstrap-Theme und die Homer-Vorlage

Bootstrap³² ist ein weiteres Framework, das bei der Entwicklung des Prototyps verwendet wird. Bootstrap basiert auf HTML, CSS³³ und JavaScript. Das Framework ist Open-Source und für die Entwicklung von Webseiten und Webprojekten mit Responsive-Design³⁴ geeignet. Das Tool bringt grundlegende User-Interface-Elemente, Typographien, Basis-Effekte und Animationen mit.

Unter der Verwendung der Basis-Funktionalität von Bootstrap wurden viele Vorlagen und Themes entwickelt. Für den Einmaleins-Trainer wird das Theme Homer³⁵ verwendet. Das Homer-Projekt ist kompatibel mit allen oben erwähnten Technologien und bietet viele Möglichkeiten zur Weiterentwicklung.

²⁸<http://lesscss.org/> [24.08.2016]

²⁹<http://sass-lang.com/> [24.08.2016]

³⁰<http://jshint.com/> [24.08.2016]

³¹<http://searchwindowserver.techtarget.com/definition/command-line-interface-CLI> [24.08.2016]

³²<http://getbootstrap.com> [24.08.2016]

³³<http://www.w3schools.com/css/> [24.08.2016]

³⁴http://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp [24.08.2016]

³⁵http://webapplayers.com/homer_admin-v1.9.1/ [24.08.2016]

4 Technologien

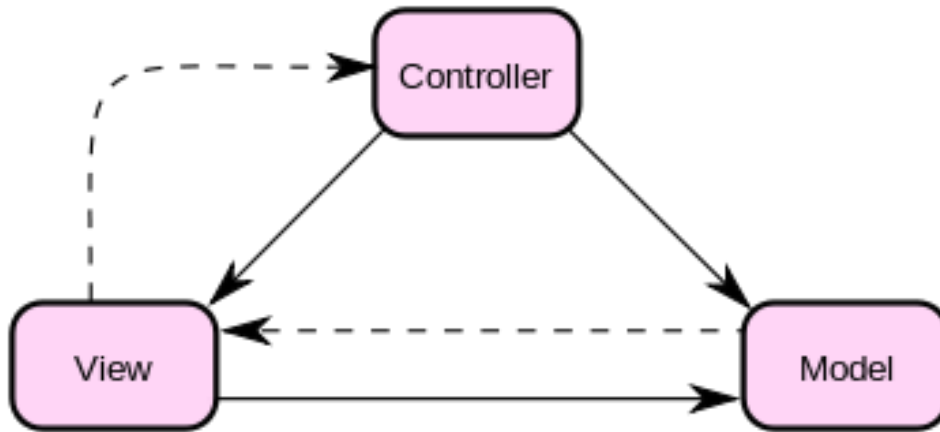


Abbildung 4.2: MVC-Muster

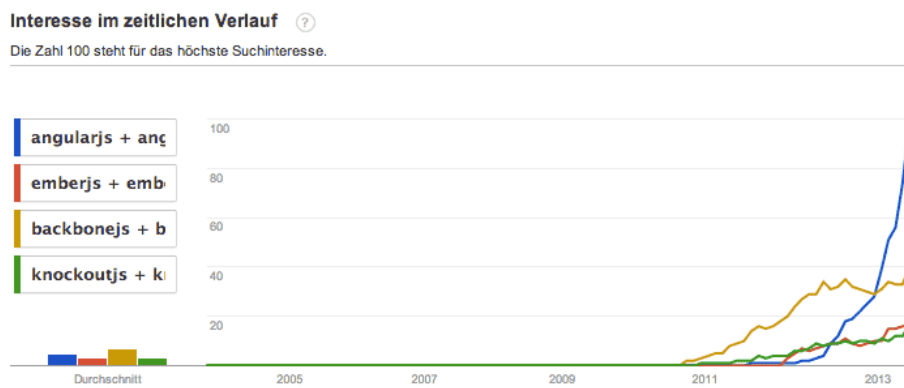


Abbildung 4.3: Trend-Vergleich mit anderen Frameworks²¹

5 Einmaleins-Trainer

In diesem Kapitel werden allgemeine Design-Konzepte des Systems dargestellt. Workflows und Algorithmen werden von Skizzen und Bildern begleitet, um eine kompakte Übersicht sowie visuelle Darstellung der Funktionalität des Systems zu ermöglichen. Der Trainer funktioniert Hand in Hand mit dem User-Manager. Die Daten, die vom User-Manager kommen, werden in der Datenbank von Einmaleins-Trainer synchronisiert.

5.1 Intallation und Konfiguration

Die wesentlichen Punkte für die Installation des Prototyps sind folgende (Links und Quellen befinden sich im README-File des Projekts):

- Projekt vom Git-Repository klonen.
- Composer herunterladen und ausführen, um alle Server-Teil-Abhängigkeiten zu installieren.
- Datenbank-Verbindung erstellen (im Zend passiert das in der Datei `local.php` im `config`-Verzeichnis).
- Doctrine-Befehle ausführen, um die Datenbank zu aktualisieren.

5.2 Authentifizierung

Die besondere Behandlung der User-Verwaltung ist wichtig, weil der Einmaleins-Trainer mit verschiedenen Benutzer-Typen interagiert.

Diese Arten von Benutzern sind:

- Web-Benutzerinnen und Web-Benutzer . Folgende Rollen sind möglich:
 - Schülerin bzw. Schüler
 - Lehrerin bzw. Lehrer
 - Administrator
 - Supervisor (oder auch Super-Admin)
- Mobile-Applications-User (Android¹ und iOS²)

Alle Einmaleins-Userinnen und Einmaleins-User sind bereits in der User-Manager-Datenbank eingetragen (um den Einmaleins-Trainer verwenden zu können, ist eine Registrierung im User-Manager notwendig). Die für den Einmaleins-Trainer notwendigen Informationen werden mit der System-Datenbank synchronisiert.

5.2.1 Schritte für die Authentifizierung

- Jedes Mal, wenn der Benutzer bzw. die Benutzerin den Login-Request (Abb. 5.1) ausführt, prüft der zuständige Controller, ob die Userin bzw. der User bereits eingeloggt ist. Für diesen Fall werden die in der Session gespeicherten Daten gegen den Web-Service vom User-Manager geprüft.
Diese Überprüfung deckt den Fall, dass die Benutzerin oder der Benutzer in der User-Manager-Plattform seine Daten in der Zwischenzeit (seit dem letzten Einmaleins-Trainer-Login) geändert hat. Ist das der Fall, so wird sie bzw. er in die Login-Ansicht weitergeleitet, um sich mit den neuen Daten anzumelden.
Sofern sich die Daten von der Benutzerin bzw. vom Benutzer nicht geändert haben, werden Cookies und Session Timestamps aktualisiert

¹<https://www.android.com/> [30.08.2016]

²<http://www.apple.com/ios/ios-10/> [30.08.2016]

5 Einmaleins-Trainer

und die Userin bzw. der User wird eingeloggt.

- Für die „Lehrer“-Rolle werden die Klassendaten und ihre Verknüpfungen (Lehrer-Schule-Klasse) bei der Authentifizierung aktualisiert. Die Synchronisation der Daten einer Lehrerin bzw. eines Lehrers passiert mithilfe des User-Managers.

Anhand der User-Id werden die Schulen, die Klassen und die dazugehörigen Schüler der Lehrerin bzw. der Lehrer mittels User-Manager-Web-Service gelesen und mit dem Einmaleins-Trainer synchronisiert. Dabei werden nicht nur die Informationen aktuell gehalten, sondern es wird auch herausgefunden, welche Daten aktiv bzw. nicht mehr aktiv sind (beispielsweise Schüler, die nicht mehr zu einer Klasse gehören, Klassen, die einem Lehrer nicht mehr zugeordnet sind etc.). Gelöschte bzw. nicht mehr zugeordnete Einträge werden entsprechend markiert und in der Statistik-Ansicht angezeigt.

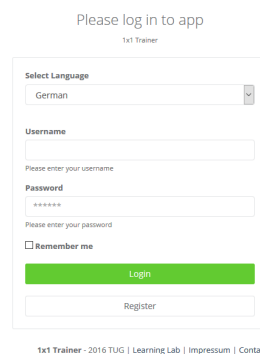


Abbildung 5.1: Die Login Seite

Eine genaue Darstellung der Schritte wird in dem Diagramm Authentifizierung-Workflow (siehe Abb. 5.2) dargestellt.

5 Einmaleins-Trainer

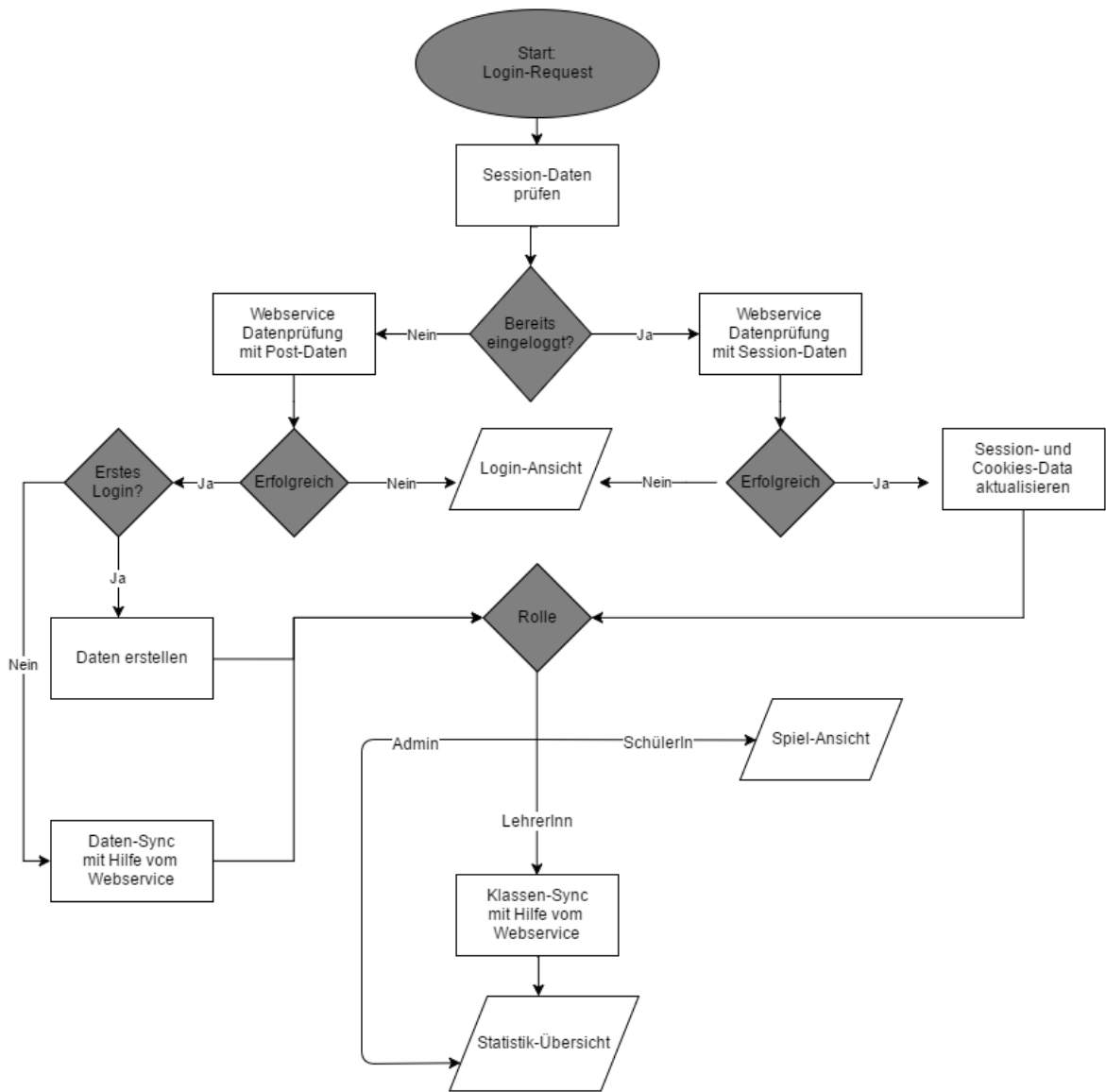


Abbildung 5.2: Authentifizierung-Workflow

5.3 Rollen

5.3.1 Schülerin und Schüler

Die erste und einfachste Rolle im System ist die Rolle einer Schülerin bzw. eines Schülers. Diese Benutzerinnen und Benutzer sind auch die Hauptzielgruppe des Programms.

Die Hauptansicht für diese Rolle ist das Spiel (siehe Abb. 5.3) selbst. Dort kann die Benutzerin bzw. der Benutzer den Trainer verwenden und die vom Algorithmus ausgewählten Fragen beantworten. Für eine richtige Antwort (siehe Abb. 5.4) bekommt die Benutzerin bzw. der Benutzer Punkte. Das Punktesystem wurde bewusst eingeführt, um mehr Spielmotivation zu erzielen.

Die gewonnen Punkte können verwendet werden, um Figuren oder Charaktere freizuschalten.

Alle Fragen der Userin bzw. des Users können unter dem Punkt „Aktivität“ eingesehen werden.

Die erzeugten Daten werden in der Statistik-Tabelle erfasst und sind für die anderen Rollen (Administratorinnen und Administratoren, Lehrerin oder Lehrer) verfügbar. Die Schülerin bzw. der Schüler selbst können, nur ihren eigenen Fortschritt einsehen.

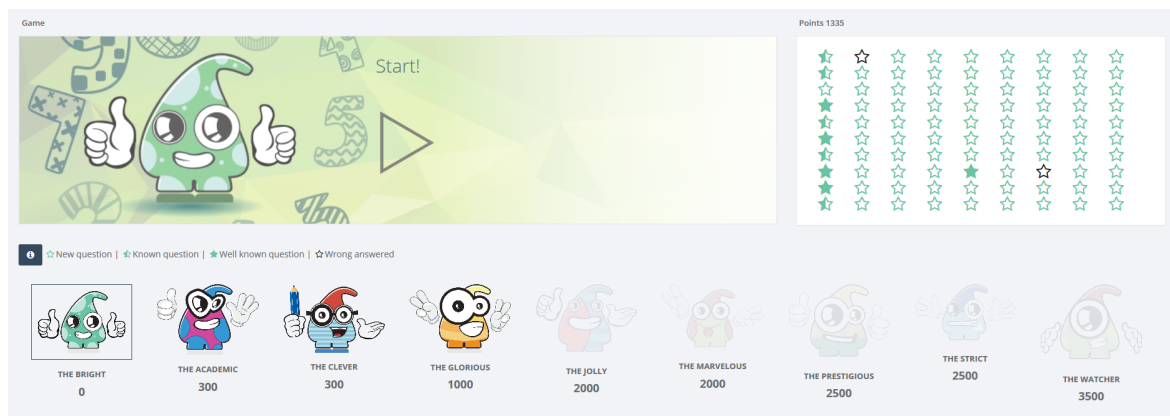


Abbildung 5.3: Spielansicht für Schülerinnen und Schüler

5 Einmaleins-Trainer

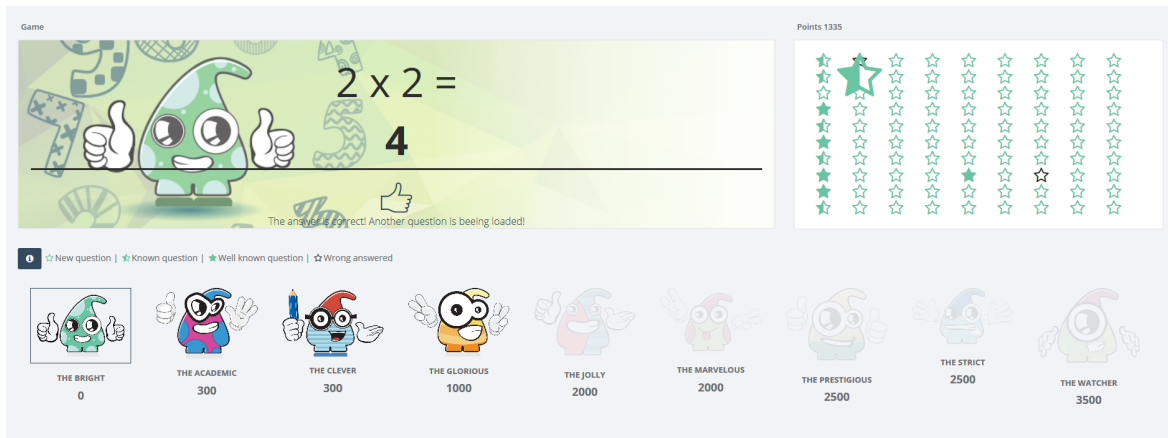


Abbildung 5.4: Ansicht bei einer richtige Antwort

5.3.2 Lehrerin und Lehrer

Eine Lehrerin bzw. ein Lehrer hat die Möglichkeit, die Daten aller zugeordneten Klassen sowie Schülerinnen und Schüler einsehen. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, gesammelte Informationen bzw. Kennzahlen über die Daten zu bekommen. Für die bessere Übersicht sowie um verschiedene Interpretationen zu unterstützen, werden die Daten in unterschiedlichen Diagrammen und Tabellen dargestellt.

Um die Schülerinnen und Schüler besser unterstützen zu können, haben die Lehrenden die Möglichkeit, aus den gruppierten Daten spezielle Detailinformationen auszulesen (Beispielweise für den Use-Case: Mit welchen Fragen hat Schüler „X“ Schwierigkeiten).

Um eine echte User-Experience aus der Sicht einer Schülerin bzw. eines Schülers zu erleben, können auch die Lehrenden den Trainer verwenden. Ihre Daten werden auch gespeichert, jedoch für die Gesamtstatistik ignoriert.

5.3.3 Administratorinnen und Administratoren

Administratorinnen und Administratoren hat eine Übersicht über alle Personen, die den Trainer verwenden. Eine Benutzerin bzw. ein Benutzer mit dieser Rolle kann spezifische Einstellungen für den Algorithmus vornehmen, Punkte für die Figuren festlegen und andere System-Optionen beeinflussen.

5.3.4 Supervisor oder Super-Admin

Diese Rolle ermöglicht eine Übersicht über die Lehrenden und die Admins. Der Supervisor kann eine andere Person auswählen und diese im System vertreten.

Mit anderen Worten: Ein Supervisor kann die Identität einer Userin bzw. eines Users übernehmen.

Diese Rolle ist besonders wichtig, um eventuelle Fragen bzw. Probleme der Lehrerinnen und Lehrer zu beantworten bzw. nachzuvollziehen.

5.4 Allgemeine Konzepte und ihre Umsetzung mit den ausgewählten Technologien

5.4.1 Doctrine

Die Objekt-Modelle, die in dem Einmaleins-Trainer verwendet werden, sind mit den Annotations von PHP und Doctrine³ ergänzt, um die Objekte untereinander zu verknüpfen sowie ihre Eigenschaften zu definieren.

Die wichtigsten Entitäten sind:

³<http://docs.doctrine-project.org/projects/doctrine-common/en/latest/reference/annotations.html> [30.09.2016]

5 Einmaleins-Trainer

- **Character:** Beinhaltet alle Eigenschaften, die zu einer Spielfigur gehören (zb. Name, erforderliche Punkte, Farben etc.).
- **OxoClass:** Das Model einer Klasse.
- **School:** Das Model einer Schule.
- **User:** Dieses Model ist zuständig für die Web-User des Systems.
- **OxoUser:** Beinhaltet Informationen über alle Benutzerinnen und Benutzer(Web, Android, IOS), die das Spiel gespielt haben.
- **ResultType:** Das Model für die möglichen User-Antwort-Typen.
- **Settings:** Beinhaltet alle globalen Einstellungen der Applikation.
- **Answer:** Ein Objekt dieses Typs enthält die Eigenschaften einer User-Antwort. Folgende Informationen werden unter anderem gespeichert:
 - Die User-Antwort
 - Die Zugehörigkeit der Frage (Spiel oder Vortest)
 - Die Reaktionszeit.
 - Der Ergebnistyp der Antwort
 - Die Session
 - Die Frage
 - Das User-Objekt

5.4.2 Datenbank

Die Datenbankstruktur wird vollständig von Doctrine aufgebaut. Die Abb. 5.5 zeigt den Aufbau der Datenbank. Die Befehle, um die Datenbank zu erstellen, sind (siehe Listing 5.1):

Listing 5.1: Doctrine Befehle

```
// Aenderungen anschauen
./vendor/bin/doctrine-module orm:schema-tool:update --dump-sql
// Datenbank synchronisieren
./vendor/bin/doctrine-module orm:schema-tool:update --force
```

5 Einmaleins-Trainer

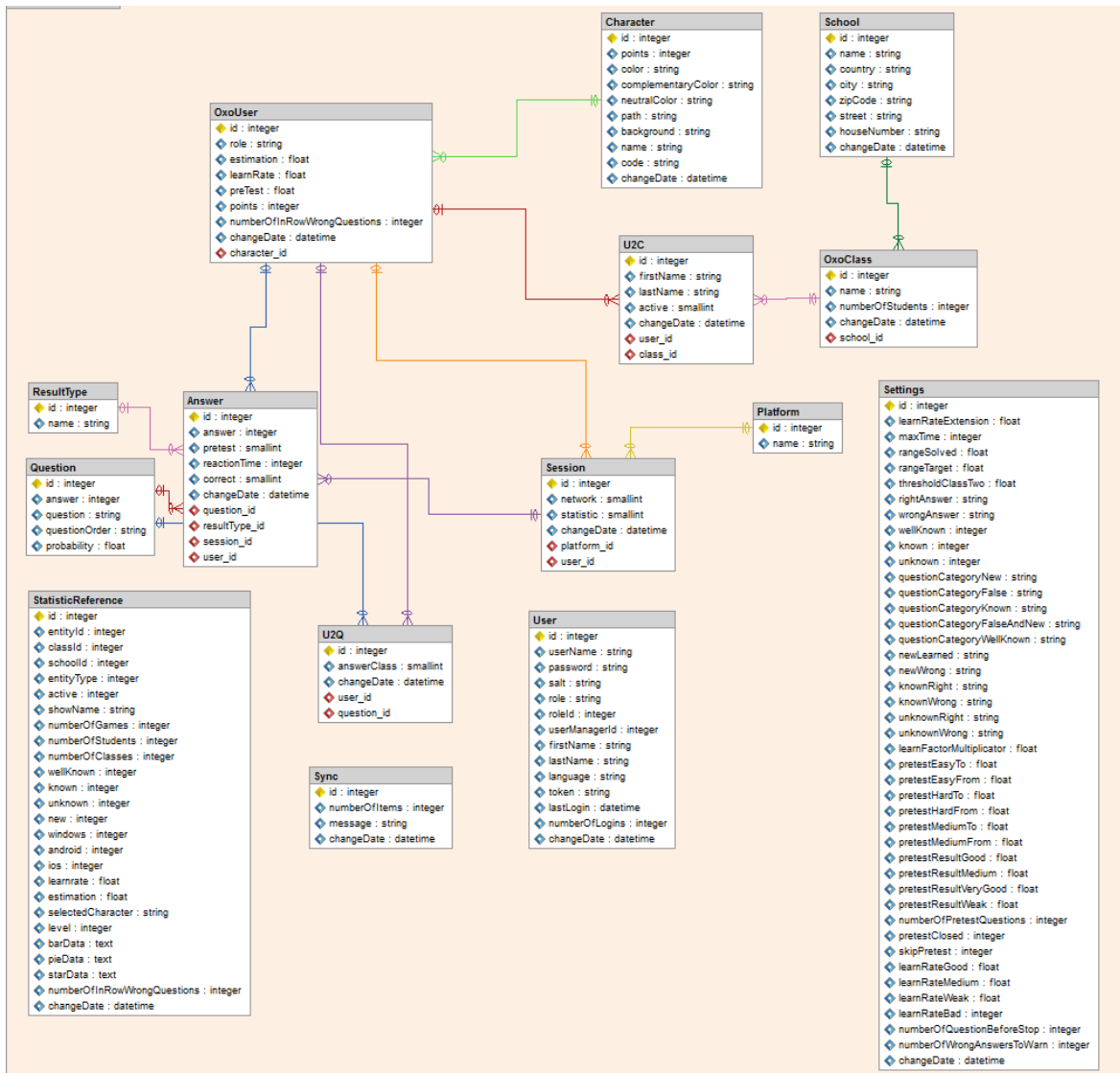


Abbildung 5.5: Datenbank-Struktur

5.4.3 Zend Framework 2 Struktur

Die grundsätzliche Struktur eines Zend-Projekts ist folgendermaßen aufgebaut [BBE13, Seite 5]:

5 Einmaleins-Trainer

- **config:** Hier werden Konfigurationsdateien erstellt. Z.B werden in der `module.config.php`-Datei die Routen, Applikationseinstellungen sowie andere wichtige Definitionen aufgelistet.
- **data:** Verzeichnis für nicht konsistente Daten. Für den Einmaleins-Trainer wird der Folder für Doctrine verwendet.
- **module:** Für die Module des Systems.
- **public:** Hier befinden sich das `index.php` File sowie weitere Client-Files (AngularJs-Files).
- **vendor:** Alle composer Daten sowie Zend-Plug-ins.

Die Logik im Projekt verwendet folgende Konzepte von ZF2 [Kar13, Seite 53]:

- **Controller:** Teil eines Moduls, führt eine Aktion aus und gibt somit dem Programm die Daten (die üblicherweise von der Benutzerin bzw. vom Benutzer kommen).
- **Service:** Bietet die Möglichkeit, flexibel auf die Modelle zuzugreifen und diese zu ändern.
- **Events:**
 - **bootstrap:** Signalisiert den Anfang einer MVC-Phase der Applikation.
 - **route:** Mapping der User-Requests in der Controller-Aktion.
 - **dispatch:** Der Controller verarbeitet die Applikationslogik.
 - **render:** Daten, die dargestellt werden, sind gerendert.
 - **finish:** MVC-Phase abgeschlossen.
- **Views:** Die View-Models sind Container für die View-Variablen. Wenn der Controller die Logik ausführt, wird das View-Model erstellt und dann gerendert. Im Einmaleins-Trainer werden die Views nicht verwendet. Die Controller wandeln die Modelle in JSON-Objekte um

5 Einmaleins-Trainer

und geben diese als Antwort auf ein Request zurück.

- **Modell:** Beinhaltet die Daten und gegebenenfalls die Logik und Regeln des Programms.
- **Router:** Der Zend-Router entscheidet über den Logik-Flow. So wird beispielsweise entschieden, welches Modul und darüber hinaus welcher Controller welche Aktion ausführt. Im ZF2 gibt es verschiedene Typen von Routen, der Einmaleins-Trainer verwendet den „segment“-Typ und die Option „literal“.

Das Beispiel (siehe Listing 5.2) unterhalb zeigt die Routen-Definition für den Fragen-Controller:

Listing 5.2: Zend-Routen im Einmaleins-Trainer

```
'question' => array(  
    'type'      => 'segment',  
    'options'  => array(  
        'route'      => '/question[:action]',  
        'constraints' => array(  
            'action' => '[a-z]*',  
        ),  
        'defaults' => array(  
            'controller' => 'OX0\Controller\Question',  
            'action'      => 'index',  
        ),  
    ),  
)  
)
```

5.4.4 Service-Manager

Der Service-Manager ermöglicht die Erstellung und Instanziierung von Objekten und Services. Mithilfe des Service-Locators können Elemente erstellt werden und unter bestimmten Voraussetzungen kann auf sie zugegriffen werden. Es können verschiedene Typen von Klassen instanziiert werden. Für die Konfiguration des Service-Managers sind folgende Elemente relevant ⁴:

- **abstract_factories**: Beinhaltet eine Liste mit Namen von Klassen von abstrakten Factories.
- **aliases**: Ein assoziatives Array mit dem Namen der Klasse und des Targets bzw. des Aliases.
- **factories**: Ein Array von Factories entweder von Klassen, die das FactoryInterface oder die invocable Klasse implementieren.
- **invokables**: Eine Liste von Klassen, die direkt instantiiert werden kann, ohne Konstruktor-Argumente.
- **services**: Liste aller Services.
- **shared**: Shared Liste von Services, wo festgelegt wird welche davon geteilt werden dürfen. Standardmäßig nimmt der ServiceManager an, dass alles Services geteilt sind.

Ein Modul kann ebenfalls als ein ServiceProvider verwendet werden. Dafür muss die Modul-Klasse entweder die ServiceProviderInterface implementieren oder die Methode getServiceConfig()⁵ (siehe Listing 5.3).

⁴<https://framework.zend.com/manual/2.2/en/modules/zend.service-manager.quick-start.html> [31.08.2016]

⁵<https://framework.zend.com/manual/2.2/en/modules/zend.service-manager.quick-start.html>. [31.08.2016]

5 Einmaleins-Trainer

Listing 5.3: Implementation der getServiceConfig-Methode

```
public function getServiceConfig()
{
    return array(
        'abstract_factories' => array(),
        'aliases' => array(),
        'factories' => array(),
        'invokables' => array(),
        'services' => array(),
        'shared' => array(),
    );
}
```


5.4.5 Client

Alle Files befinden sich im Folder „public“ der Applikation. Die Dateien, die von den Tools verwaltet werden, sind in den Verzeichnissen „bower_componets“ und „node_modules“. Im Folder „app“ befinden sich die Files, die direkt das Verhalten der Applikation sowie die Views implementieren. Die Struktur innerhalb des Verzeichnis sieht so aus:

- Folder **assets**: Beinhaltet die Lokalisation-Files.
- Folder **fonts**: Schriftarten-Container.
- Folder **images**: Bild-Container.
- Folder **scripts**: Javascript-Module
- Folder **views**: Die Views, die notwendig sind, um die Kommunikation zwischen Userinnen und User, Applikation und Server zu ermöglichen.

Die relevanten Verzeichnisse sind **scripts** und **views**. In **scripts** befinden sich die Controller und die Services. Die Controller ermöglichen die Steuerung der Ansichten und die Aufzeichnung der Interaktionen. Die Services behandeln die Kommunikation mit dem Server, die temporäre Speicherung der Daten sowie die Bereitstellung von globalen Laufzeit-Variablen (Variablen eines Services sind gültig, bis die Seite neu geladen wird, danach werden sie neu initialisiert).

Weitere Konzepte und Konstrukte vom Client-Teil:

- **Promises, Rejection und Resolve**: Für die asynchrone Ausführung der Web-Server-Requests
- **Templating**: Views Wiederverwendung.

5 Einmaleins-Trainer

- **Lokalisierung**
- **States, Events und Deeplinking**

5.5 Der Algorithmus

Der Algorithmus ist zuständig für die Auswahl der Fragen sowie für die Klassifizierung der gegebenen Antworten. Die Einstellungen des Algorithmus können von der Administratorinnen und den Administratoren angepasst bzw. reguliert werden.

Die Struktur des Einmaleins-Trainers inkludiert den Algorithmus als Plugin. Ein solcher Aufbau gewährleistet die Unabhängigkeit des Algorithmus vom System. Darüber hinaus kann eine neue Logik oder eine Schnittstelle den aktuellen Algorithmus ersetzen.

Die Logik des existierenden Algorithmus (siehe Abb. 5.6) basiert auf die Arbeit von Georg Kothmeier [Kot11].

5 Einmaleins-Trainer

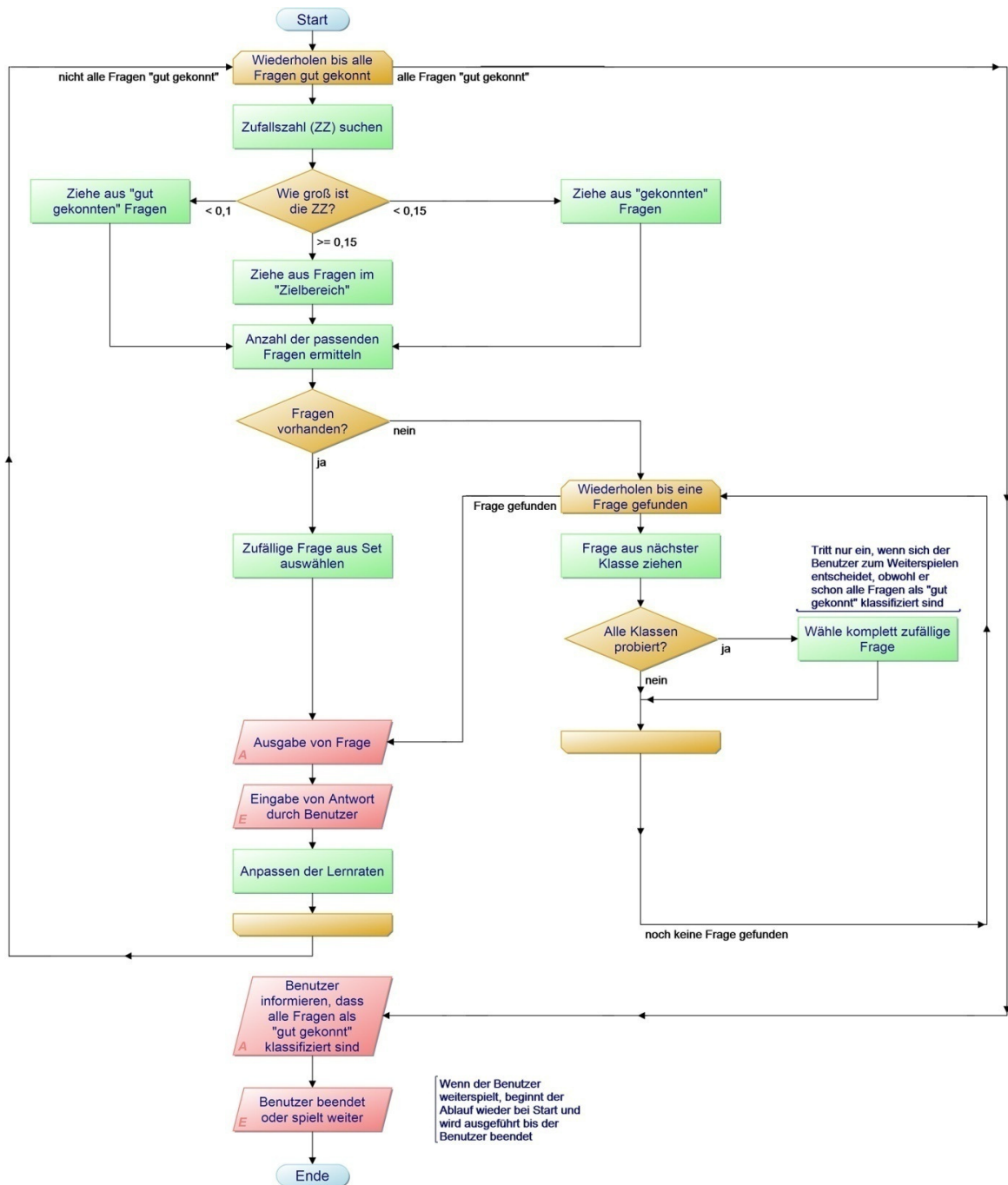


Abbildung 5.6: Der Einmaleins-Trainer-Algorithmus [Kot11, vgl. Seite 18]

5 Einmaleins-Trainer

Die wichtigsten Konzepte vom Algorithmus sind:

- **Die Fragen:** Alle Fragen werden mit einer Schwierigkeit zwischen 0 und 1 versehen und nach diesem Wert sortiert. Die leichten Fragen (eine Frage, die mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig beantwortet wird) bekommt eine hohe Probabilität (max. 1), die schwierigeren erhalten niedrige Werte (min. 0).
- **Die Lernfähigkeit:** Nach der Beantwortung der ersten 2 Fragen erhält die Userin bzw. der User den ersten Wert für die Lernfähigkeit. Dieser Wert wird in weitere Folge des Spiels angepasst und aktualisiert. Die Lernfähigkeit ist eine wichtige Komponente des Algorithmus. Dadurch wird die maximale Schwierigkeit der Fragen, die einer Userin bzw. einem User präsentiert werden, festgelegt. Die Abbildung 5.7 illustriert diese Aufteilung [Kot11, Seite 9].
- **Der Vortest** ist ein Vorgang, der für die Benutzerin bzw. den Benutzer nicht sichtbar ist. Dieser dient, dazu die Lernfähigkeit von neuen Userinnen bzw. Usern einzuschätzen.

Im ersten Schritt wird eine Frage von mittlerer Schwierigkeit [0,54 – 0,47] ausgewählt. Wird diese Frage richtig beantwortet, kommt die nächste Frage aus dem schweren Bereich [0,20 – 0,13], anderenfalls folgt erneuert eine leichte Frage (mit Wahrscheinlichkeit [0,78 – 0,69]).

Im zweiten Schritt wird die Lernfähigkeit festgelegt. Wenn eine schwierige Frage aus Schritt 1 richtig beantwortet wird, bekommt die Userin bzw. der User die Lernfähigkeit 0,75, für eine falsche Antwort erhält er die Lernfähigkeit 0,50.

Für den Fall, dass die zweite Frage aus dem Bereich „leicht“ kommt, wird die Lernfähigkeit mit 0,25 für eine richtige Antwort oder mit 0 für eine falsche Antwort festgelegt [Kot11, vgl. Seite 12].

Nach dem Vortest kann die Lernfähigkeit folgende Werte haben: 0,00, 0,25, 0,50 oder 0,75.

5 Einmaleins-Trainer

Nach jeder beantworteten Frage wird die Lernfähigkeit der Benutzerin bzw. des Benutzers angepasst und in der Datenbank aktualisiert. Die Anpassungen der Lernfähigkeit passiert unter Berücksichtigung der Regeln aus der Abb. 5.8

- **Antwortklassifizierung:** Es werden 3 Klassen verwendet:
 - Als „falsche Antworten“ werden falsch oder nicht beantwortete (z.B. wenn die Zeit abläuft) Fragen klassifiziert. Der Programm-Code dafür ist 0.
 - Mit dem Programm-Code 1 werden „richtige Antworten“ markiert.
 - Richtig beantwortete Fragen können von der Funktion „calculateClassification“ (siehe Listing 5.4) als „gut gekonnt“ signiert werden.

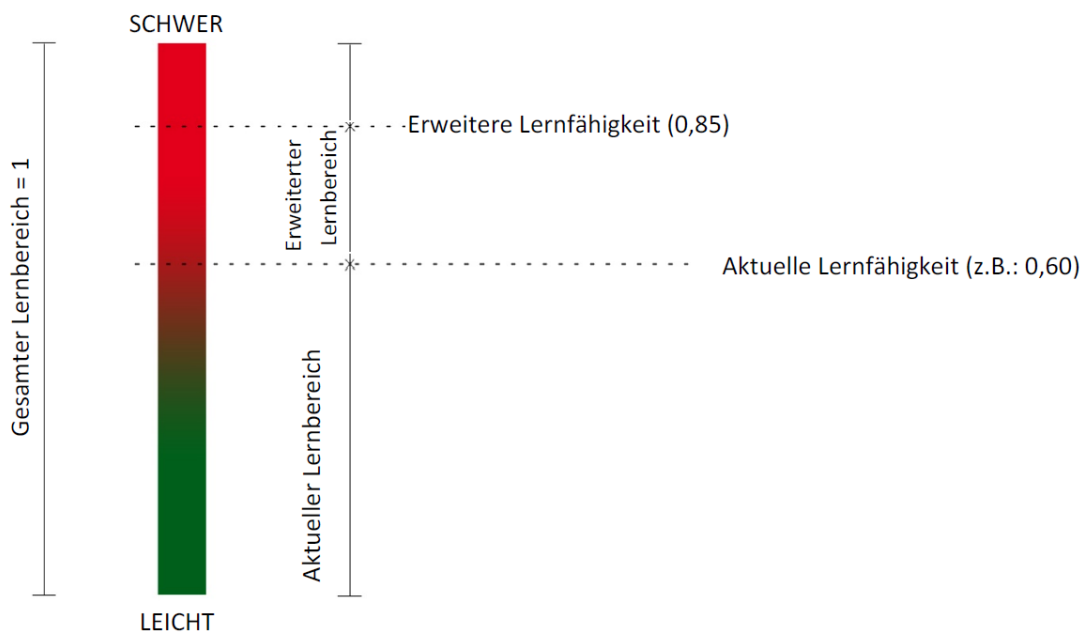


Abbildung 5.7: Visualisierung der Lernfähigkeit

5 Einmaleins-Trainer

$$\text{preLernfähigkeit} = \frac{\sum(\text{gekonnten Fragen, gut gekonnte Fragen})}{\text{Anzahl aller verschiedenen Fragen}}$$

Abschätzung = Im Vortest ermittelt (von 0 bis 0,75)

Anz = Anzahl aller Antworten

Grenze = *Abschätzung* * *Anzahl verschiedener Fragen*

$$\text{Lernfähigkeit} = \begin{cases} \text{preLernfähigkeit,} & \text{wenn Anz} > \text{Grenze} \\ \text{Lernfähigkeit anpassen,} & \text{sonst} \end{cases}$$

Lernfähigkeit anpassen:

$$\text{Gewicht} = \frac{\text{Anzahl der richtigen Antworten}}{\text{Anzahl aller Antworten}}$$

Lernfähigkeit

$$= \text{preLernfähigkeit} * (1 - \text{Gewicht}) + \text{Abschätzung} * \text{Gewicht}$$

Abbildung 5.8: Regeln aus dem Einmaleins-Algorithmus [Kot11, vgl. Seite 12]

Listing 5.4: Antwort Klassifizierung

```
public function calculateClassification($difficulty, $userAnswer)
{
    if ($userAnswer === $this->settings->getWrongAnswer()) {
        return $this->settings->getUnknown();
    }
    $diffLearnRate = 1 - $this->user->getLearnRate();
    $difference = $difficulty - $diffLearnRate;
    if ($difference > $this->settings->getThresholdClassTwo()) {
        return $this->settings->getWellKnown();
    } else {
        return $this->settings->getKnown();
    }
}
```

5 Einmaleins-Trainer

Der Algorithmus kommuniziert mit dem Rest des Programms anhand von fünf wichtigen Methoden.

- **setAlgorithmVariables:** initialisiert die wichtigsten Algorithmus-Variablen für eine Benutzerin bzw. einen Benutzer:
 - Die Algorithmus-Einstellungen.
 - Den letzten Eintrag aus der Mapping-Tabelle User-Question.
 - Die Fragen, die die Userin bzw. der User bisher geantwortet hat.
 - Die Antworten, die für die Userin bzw. den User gespeichert worden sind.
 - Das User-Objekt.
 - Die Liste mit allen verfügbaren Fragen.
- **getNextQuestion:** liefert die nächste Frage für die Benutzerin bzw. den Benutzer.
- **transformAnswer:** Berechnet die eingegebenen Daten der Userin bzw. des Users und speichert sie, wie im Algorithmus definiert.
- **transformUserValues:** Nach einer Antwort werden die User-Daten aktualisiert und klassifiziert.
- **getUserStatistic:** Liefert die Daten, die der Algorithmus für eine Benutzerin bzw. einen Benutzer berechnet und gruppiert.

5.5.1 Eine Frage für eine Benutzerin bzw. einen Benutzer festlegen

In diesem Unterkapitel wird im Detail beschrieben, wie der Algorithmus für die aktuelle Version des Einmaleins-Trainers eine Frage für die Userin bzw. den User festlegt, nachdem er den Vortest abgeschossen hat.

- Aus folgender Verteilung: 20% „Gekonnte Fragen“, 5% „Gut gekonnte Fragen“ und 75% Rest (sogenannter Zielbereich) wird eine Zufallszahl generiert. Diese Zahl legt den Bereich der Frage fest.
- Aus den Bereichen „Gekonnte Fragen“ und „Gut gekonnte Fragen“ wird eine zufällige Frage ausgewählt und der Userin bzw. dem User präsentiert. Für die Zone „Zielbereich“ wird der Ansatz von Kothmeier implementiert [Kot11, vgl. Seite 15]:

„Um eine Frage aus dem Zielbereich zu testen wird eine Zufallszahl zwischen 1 und Anzahl der verschiedenen Fragen gewählt. Da die Lernfähigkeit nur mit Anzahl an richtigen Fragen steigt und der Benutzer aber trotzdem herausgefordert werden soll wird die Lernfähigkeit mit 1,25 multipliziert. Somit ist es möglich, dass der Benutzer Fragen vorgelegt bekommt, welche bis zu 25% über seiner aktuellen Lernfähigkeit liegen.“

5.5.2 Antwort speichern

- Zuerst wird die Korrektheit der Antwort festgelegt. Dabei wird die Server-Antwort mit der User-Antwort verglichen.
- Der nächste Schritt ist die Antwort-Klassifizierung. Zwei Variablen sind wichtig für die Berechnung der Klasse: die aktuelle und die zuletzt gespeicherte Klasse der Antwort. Die aktuelle Klasse wird von der Funktion „calculateClassification“ geliefert, die zuletzt gespeicherte von der Datenbank (ist diese

5 Einmaleins-Trainer

nicht vorhanden, ist sie gleich 0).

Die neue Klassifizierung wird von der Funktion „updateClassification“ anhand der 2 oben beschriebenen Parameter, berechnet.

- Für die gegebene Antwort wird ein Typ festgelegt. Basierend auf den zuletzt gespeicherten Daten liefert die Funktion „getNewResultType“ den Code des Typs zurück.
Dabei wird berücksichtigt, ob die beantwortete Frage bereits gekannt bzw. schon einmal falsch beantwortet war.
- In der Tabelle „u2q“ werden das User-Objekt und die Frage mit der neuen Antwortklasse aus Schritt 2 verknüpft.
- Als nächstes wird der Vortest-Wert berechnet. Dabei wird zwischen 1 (erste Vortest-Frage), 2 (zweite Vortest-Frage) und 3 (Vortest abgeschlossen) unterschieden. Die Funktion „getNewPretestValue“ berechnet diese Daten.
- Abschließend werden die gefundenen Werte in der Tabelle oxo_answers gespeichert.

Das User-Objekt
Der Ergebnis-Typ (Schritt 3)
Vortest-Wert (Schritt 5)
User-Antwort
Korrektheit (die User-Antwort, aus Schritt 1)
Session und Reaktionszeit

- Nach der Speicherung der Frage wird die Lernfähigkeit durch die Funktion „getNewUserValuesAfterAnswer“ aktualisiert.

5.6 Soap-Requests

Das Programm beinhaltet die Fragestellungslogik sowie alle einzelnen und geklusterten Information über die Lernenden, die Klassen und die Schulen. In der früheren Version waren diese Informationen im User-Manager-System gespeichert. Die aktuelle Implementierung des Programms sieht vor, Informationen wie zb. User-Daten mit dem User-Manager zu synchronisieren, während die spezifischen User-Fortschritte und User-Verhalten im Einmaleins-Trainer gespeichert werden. Android-Apps und iOS-Apps können auf diese Informationen weiterhin über die Soap-Schnittstelle zugreifen.

SOAP (ursprünglich für Simple Object Access Protocol) ist ein Netzwerkprotokoll, mit dessen Hilfe Daten zwischen Systemen ausgetauscht und Remote Procedure Calls durchgeführt werden können. SOAP ist ein industrieller Standard des World Wide Web Consortiums (W3C).⁶

Die verfügbaren Methoden sind:

5.6.1 answerService

Input-Daten:

- Die Antwort der Userin bzw. des Users.
- Die Id der Frage.
- Die Reaktionszeit.
- Die Session-Id.

Output-Daten:

- True oder False, je nachdem, ob die Antwort gespeichert wurde oder nicht.

⁶<https://de.wikipedia.org/wiki/SOAP> [30.08.2016]

5.6.2 gameStateService

Input-Daten:

- Die User-Id.

Output-Daten sind User-Informationen über die bisher beantworteten Fragen:

- Die Klasse der Antwort.
- Die Id der Frage.
- Die Beschreibung der Frage.
- Die Antwort der Frage.

5.6.3 getLastUserService

Input-Daten:

- Die User-Id.

Output-Daten:

- liefert einen Timestamp von der letzten User-Aktion.

5.6.4 pretestService

Input-Daten:

- Die User-Id.

Output-Daten sind die User-Informationen über die bisher beantworteten Fragen:

- True oder False, je nachdem, ob der Vortest gemacht worden ist oder nicht.

5.6.5 questionService

Input-Daten:

- Die User-Id.

Output-Daten: die nächste Frage, die für die Userin bzw. den User durch den Algorithmus bestimmt ist:

- Die Id der Frage.
- Die Beschreibung der Frage.
- Die Antwort der Frage.

5.6.6 sessionService

Input-Daten:

- Die User-Id.
- Die Plattform-Id.

Output-Daten:

- Eine neue Session-Id.

Folgende Calls werden noch zur Verfügung gestellt, auch wenn diese nicht unbedingt notwendig sind.

5.6.7 getAllAnswersService

Input-Daten:

- Die User-Id.
- Das Datum, ab wann die Antworten geliefert werden sollen

Output-Daten:

5 Einmaleins-Trainer

- Eine Liste mit Antwort-Objekten
 - Id der Frage
 - Id der Session
 - Antwort-Typ
 - Antwort der Userin bzw. des Users
 - Reaktionszeit

5.6.8 knownQuestionsService

Input-Daten:

- Die User-Id.
- Der Typ: 0 für falsch beantwortete Fragen , 1 für gekonnte Fragen, 2 für gut gekonnte und 3 für noch nicht beantwortete Fragen

Output-Daten:

- Eine Liste mit Frage-Objekten
 - Die Server-Antwort
 - Label
 - Wahrscheinlichkeit der Frage

5.6.9 Gamification im Einmaleins-Trainer

Um die Motivation der Benutzerinnen und der Benutzer zu erhöhen und das Programm kinderaffin zu gestalten wurden die Konzepte aus den Unterkapiteln „Usability“ und „Gamification“ verwendet.

Konkret werden für den Einmaleins-Trainer Spielfiguren verwendet, die das Kind während des Spiels begleiten. Die Charaktere dienen als Leitmotiv für das Spiel. Ihre Auswahl bestimmt die Farben und Bilder des Spiels.

Im Einmaleins-Trainer werden die Fragen mit Punkten bewertet. So kann die Benutzerin bzw. der Benutzer bei jeder richtigen Antwort Punkte sammeln und diese für die Freischaltung der Figuren verwenden. Die Administratoren des Systems können die Punkte für die Charaktere festlegen.

Die Benutzerin bzw. der Benutzer beginnt das Spiel mit dem Charakter „The Bright“.

Die Charaktere und die Vorlagen⁷ sind bewusst ausgewählt um die Spielfreude zu erhöhen bzw. eine spielerische Umgebung zu generieren. Die Figuren sollten die Fantasie der Kinder fördern.

Die Figuren und die Namen⁸ sind genderneutral ausgewählt:

- **The Bright**
- **The Clever**
- **The Marvelous**
- **The Glorious**
- **The Prestigious**
- **The Academic**
- **The Watcher**
- **The Jolly**
- **The Strict**

⁷<http://freedesignfile.com/9833-vector-of-funny-cartoon-monsters-04/>,
[30.08.2016]

⁸<http://fantasynamengenerators.com/school-names.php/> [30.08.2016]

5 Einmaleins-Trainer

- **The Precious**

Die Abb. 5.9 zeigt einige der verfügbaren Spielfiguren für den Einmaleins-Trainer.

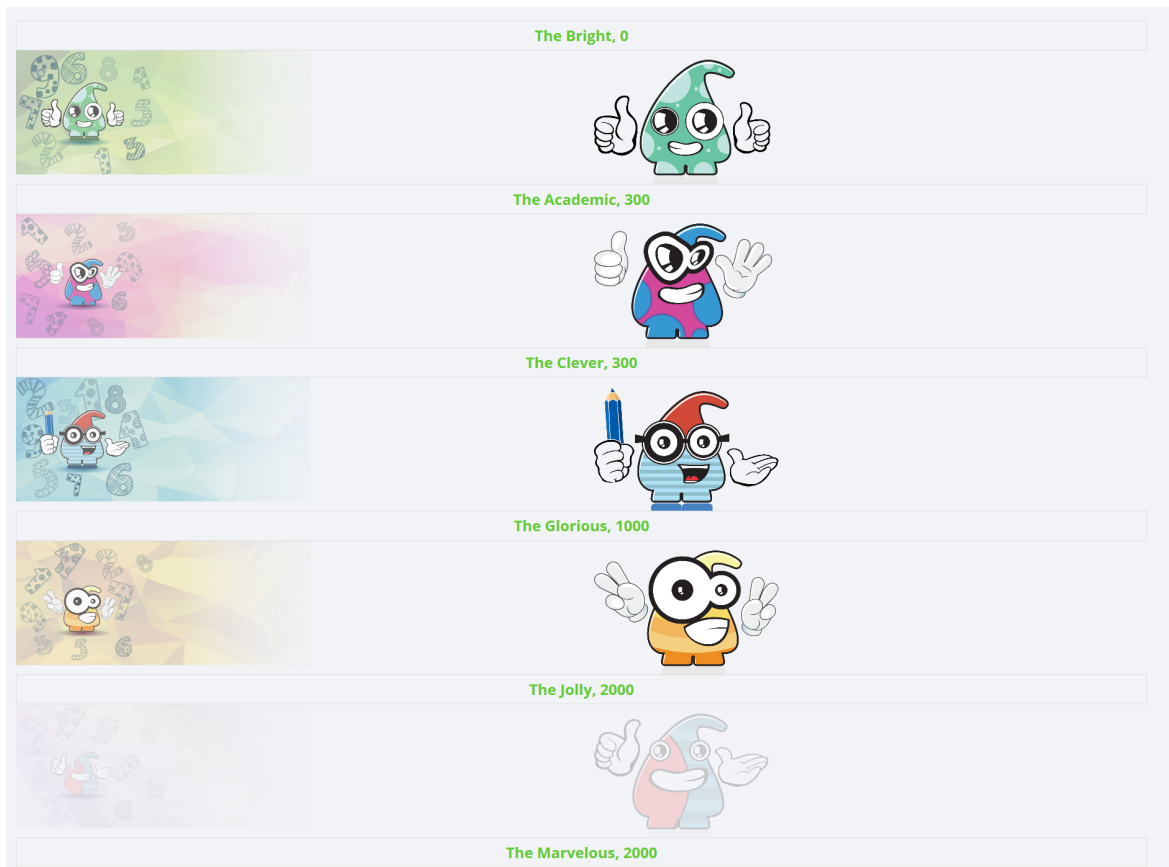


Abbildung 5.9: Die Spielfiguren

6 Evaluierung

Das Programm wurde in zwei Phasen produktiv entwickelt und umgesetzt. Phase 1 beinhaltete eine etwas vereinfachte Version des Systems und diente dazu, User-Feedback zu sammeln sowie die Basisfeatures zu präsentieren. Das User-Feedback von Phase 1 bezog sich hauptsächlich auf die Performance des Programms sowie auf die Darstellung der Inhalte. Wichtige Punkte dieses Feedbacks waren:

- Die Möglichkeit, die Schülerinnen und Schüler nach einem Muster zu sortieren (z.B. alle Schüler, die mehr als 2 Fragen hintereinander falsch beantwortet haben).
- Große Datenmenge schnell visualisieren zu können, da für Lehrerinnen und Lehrer mit vielen Schülerinnen und Schüler die Ladezeiten zu lang waren.

In der zweiten Phase wurden einige Funktionalitäten ergänzt und die User-Feedbacks berücksichtigt. Vor dem Online-Gang von Phase 2 wurden auch einige kurze vereinfachte „Thinking aloud Tests“¹ gemacht, um die Benutzbarkeit des Programms zu überprüfen.

¹<https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>
[30.08.2016]

6.1 Der Usabilitytest

Den Testpersonen wurden einfache Aufgaben in Sessions von max. 10 Minuten vorgelegt. Während der Ausführung einer Aufgabe wurden positive und negative Anmerkungen der Userin bzw. des Users notiert. Darüber hinaus war es möglich zu erkennen, welche Teile des User-Interfaces re-designed werden mussten.

Die vorgestellten Aufgaben simulierten die Tasks einer Schülerin bzw. eines Schülers sowie die einer Lehrerin bzw. eines Lehrers. Die Fragen bzw. Aufgaben hatten folgende Natur:

Rolle: Schülerin bzw. Schüler (ein bereits existierendes Konto wurde zur Verfügung gestellt):

- Melden Sie sich an und starten Sie das Spiel.
- Beantworten Sie einige Fragen.
- Pausieren Sie das Spiel.
- Wie viele Punkte wurden erzielt?
- Wie viele richtige Antworten gibt es?
- Ändern Sie die Spielfigur.
- Stoppen Sie das Spiel.
- Finden Sie heraus, welche Fragen Sie in den vorherigen Spielen beantwortet haben.
- Melden Sie sich ab.
- Wie war es?

6 Evaluierung

Rolle Lehrerin bzw. Lehrer (ein bereits existierendes Konto wurde zur Verfügung gestellt):

- Melden Sie sich an.
- Wie viele Spiele wurden von den Schülerinnen und Schüler insgesamt gespielt?
- Mit welcher Frage haben die Schülerinnen und Schüler am meisten Schwierigkeiten?
- Wie viele Klassen werden verwaltet?
- Wie viele Schülerinnen und Schüler werden verwaltet?
- Welche Schülerinnen und Schüler haben mindestens 2 Fragen hintereinander falsch beantwortet?
- Finden Sie die Statistik-Übersicht für eine bestimmte Klasse.
- Finden Sie die Statistik-Übersicht für eine Schülerin bzw. einen Schüler.
- Melden Sie sich ab.
- Wie war es?

6.2 Auswertung der Thinking Aloud-Tests

Bei der Simulation der Rolle einer Schülerin bzw. eines Schüler waren die Testuserinnen bzw. die Testuser vom User-Interface positiv beeindruckt. Die Kombination der Lernaufgaben mit den Spielfiguren kam gut an und regte die Neugierde der Userinnen und User an. Die Testpersonen konnten alle Aufgaben erfüllen. Bei einigen davon wurde festgestellt, dass für die Userin bzw. den User mehrere Wiederholungen bis zur erfolgreichen Lösung der Aufgabe notwendig waren. Folgende Schwierigkeiten wurden festgestellt:

- Der Userin bzw. dem User war nicht sofort klar, wie die Beurteilung der Fragen bzw. Vergabe der Sterne funktioniert. Es waren 1-3 Wiederholungen notwendig, bis die Animationen (und ihre Bedeutung) richtig interpretiert wurden. Die kleine Legende wurde auf kleineren Monitoren nicht sofort erkannt.
- Das Symbol für die Spiel-Aktivität war nicht sehr intuitiv. Erst nach dem Klicken auf das Symbol wurde klar, was der Navigationspunkt bedeutete. Die anderen Symbolen waren für die Userin bzw. den User selbsterklärend.

Für die Rolle der Lehrerin bzw. des Lehrers wurden folgende Anmerkungen notiert:

- Die unterschiedliche Darstellung der Statistik kommt gut an.
- Anhand der Matrix kann die Userin bzw. der User schnell erkennen, welche Fragen Schwierigkeiten bereiten.
- Das Menü links ist für die Userin bzw. den User nicht sofort sichtbar. Bei den Fragen „Wie viele Klassen werden verwaltet?“ und „Wie viele Schülerinnen und Schüler werden verwaltet?“ suchten diese die Antwort in der Statistik-Übersicht und nicht in den anderen Menü-Punkten.

Maßnahmen nach der Evaluierung

6 Evaluierung

- Für die Ansicht der Schülerinnen und Schüler wurden die Informationen bzw. die Legende prominenter Dargestellt. Auch die Animationen wurden größer gemacht, um die Aufmerksamkeit der Userin bzw. des Users darauf zu lenken.
- Das Symbol für die Spielaktivität wurde passender ausgewählt.
- Für die Lehrerinnen und Lehrer wurden Verknüpfungen der Menü-Punkten auch in der Statistik-Ansicht angeboten. Des weiteren wurde die Verlinkungen im Programm besser gestylt, damit diese nicht übersehen werden.

6.3 Wichtige Kennzahlen

Der Einmaleins-Trainer wird von Schülerinnen und Schüler verwendet. Die wichtigsten Kennzahlen aus der von der Userinnen bzw. den Usern produzierten Daten sind²:

- **Schulen:** 18
- **Klassen:** 83
- **Userinnen und User, die den Vortest abgeschlossen haben:** 7.164
- **Anzahl der gespeicherten Antworten:** 1.033.237

Die Fragen und Antworten werden klassifiziert in „falsch beantwortete“, „gekonnte“, „gut gekonnte“ (siehe Abb. 6.1).

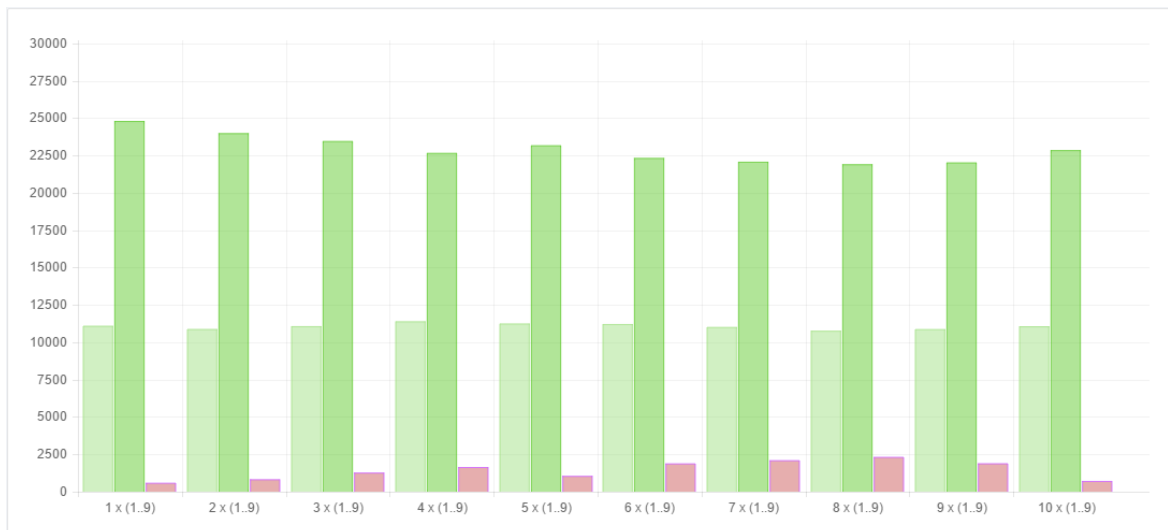


Abbildung 6.1: Klassifizierte Fragen und Antworten. Die gekonnten Fragen wurden hellgrün markiert, dunkelgrün, die gut gekonnten und rot die falsch beantworteten Fragen

Die Administratorinnen und Administratoren, Lehrerinnen und Lehrer können durch die Matrix in Abb. 6.2 auf einen Blick erkennen, welche Fragen Schwierigkeiten für die Gruppe darstellen und welche einfach sind. Darüber

²Stand: 09.10.2016

6 Evaluierung

hinaus haben sie die Möglichkeit die Anzahl der Userinnen und User, die eine Frage beantwortet haben, sowie die durchschnittlich benötigte Zeit für die Frage einzusehen. Eine Übersicht der Schülerinnen und Schüler einer Klasse ist wie in der Abb. 6.3 auch möglich.

1x1	1x2	1x3	1x4	1x5	1x6	1x7	1x8	1x9
0,9527 10.140 / 10.643 Users: 4.513 Durch. Zeit: 5	0,9628 10.129 / 10.509 Users: 4.200 Durch. Zeit: 5	0,9750 11.023 / 11.276 Users: 4.517 Durch. Zeit: 5	0,9747 10.384 / 10.053 Users: 4.208 Durch. Zeit: 5	0,9794 10.974 / 11.205 Users: 4.810 Durch. Zeit: 4	0,9706 10.340 / 10.355 Users: 4.895 Durch. Zeit: 5	0,9821 9.839 / 10.120 Users: 3.440 Durch. Zeit: 5	0,9780 10.686 / 10.930 Users: 3.908 Durch. Zeit: 5	0,9887 9.116 / 9.295 Users: 3.278 Durch. Zeit: 4
2x1	2x2	2x3	2x4	2x5	2x6	2x7	2x8	2x9
0,9560 9.797 / 10.248 Users: 4.161 Durch. Zeit: 5	0,9606 10.087 / 10.501 Users: 4.229 Durch. Zeit: 6	0,9594 11.015 / 11.481 Users: 4.748 Durch. Zeit: 6	0,9605 10.446 / 10.876 Users: 4.217 Durch. Zeit: 6	0,9553 11.563 / 12.041 Users: 4.298 Durch. Zeit: 6	0,9525 10.411 / 10.919 Users: 3.454 Durch. Zeit: 6	0,9596 10.027 / 10.449 Users: 3.414 Durch. Zeit: 7	0,9495 10.965 / 11.548 Users: 3.899 Durch. Zeit: 7	0,9574 8.611 / 8.994 Users: 2.377 Durch. Zeit: 6
3x1	3x2	3x3	3x4	3x5	3x6	3x7	3x8	3x9
0,9669 9.688 / 10.020 Users: 4.136 Durch. Zeit: 5	0,9515 9.926 / 10.432 Users: 4.224 Durch. Zeit: 5	0,9429 10.840 / 11.496 Users: 4.108 Durch. Zeit: 6	0,9117 10.512 / 11.530 Users: 4.195 Durch. Zeit: 11	0,9527 11.793 / 12.379 Users: 4.545 Durch. Zeit: 9	0,9112 10.345 / 11.353 Users: 3.611 Durch. Zeit: 9	0,9252 10.836 / 11.711 Users: 3.628 Durch. Zeit: 9	0,9252 10.821 / 12.392 Users: 3.864 Durch. Zeit: 11	0,8881 8.821 / 9.932 Users: 2.325 Durch. Zeit: 10
4x1	4x2	4x3	4x4	4x5	4x6	4x7	4x8	4x9
0,9760 8.823 / 10.082 Users: 4.185 Durch. Zeit: 5	0,9615 10.025 / 10.426 Users: 4.229 Durch. Zeit: 7	0,9245 10.826 / 11.710 Users: 4.100 Durch. Zeit: 9	0,8770 10.849 / 12.371 Users: 4.190 Durch. Zeit: 9	0,9469 11.776 / 12.437 Users: 4.546 Durch. Zeit: 9	0,8719 10.829 / 12.420 Users: 3.783 Durch. Zeit: 11	0,8572 11.246 / 13.119 Users: 3.679 Durch. Zeit: 13	0,8672 11.041 / 13.670 Users: 3.890 Durch. Zeit: 13	0,8720 8.795 / 10.074 Users: 2.283 Durch. Zeit: 12
5x1	5x2	5x3	5x4	5x5	5x6	5x7	5x8	5x9
0,9750 8.830 / 10.076 Users: 4.186 Durch. Zeit: 4	0,9572 10.013 / 10.461 Users: 4.226 Durch. Zeit: 6	0,9549 11.073 / 11.596 Users: 4.108 Durch. Zeit: 7	0,9411 10.960 / 11.652 Users: 4.154 Durch. Zeit: 13	0,9305 12.046 / 12.803 Users: 4.538 Durch. Zeit: 7	0,9317 10.343 / 11.101 Users: 3.555 Durch. Zeit: 8	0,9162 10.727 / 11.719 Users: 3.853 Durch. Zeit: 9	0,9242 10.922 / 11.829 Users: 4.025 Durch. Zeit: 8	0,9160 8.543 / 9.326 Users: 2.282 Durch. Zeit: 8
6x1	6x2	6x3	6x4	6x5	6x6	6x7	6x8	6x9
0,9753 9.944 / 10.217 Users: 4.223 Durch. Zeit: 5	0,9501 10.106 / 10.637 Users: 4.211 Durch. Zeit: 6	0,8882 10.774 / 12.130 Users: 4.102 Durch. Zeit: 10	0,8347 10.740 / 12.874 Users: 4.184 Durch. Zeit: 19	0,9155 12.301 / 13.437 Users: 4.741 Durch. Zeit: 9	0,9024 10.052 / 11.139 Users: 3.507 Durch. Zeit: 8	0,8683 11.349 / 13.704 Users: 3.863 Durch. Zeit: 13	0,7158 10.776 / 15.054 Users: 3.809 Durch. Zeit: 15	0,8425 8.051 / 10.256 Users: 2.261 Durch. Zeit: 11
7x1	7x2	7x3	7x4	7x5	7x6	7x7	7x8	7x9
0,9707 9.976 / 10.277 Users: 4.262 Durch. Zeit: 5	0,9481 10.007 / 10.555 Users: 4.165 Durch. Zeit: 7	0,9022 10.954 / 12.142 Users: 4.254 Durch. Zeit: 10	0,8786 10.684 / 13.048 Users: 4.110 Durch. Zeit: 13	0,8938 11.875 / 13.286 Users: 4.549 Durch. Zeit: 10	0,7974 10.440 / 13.092 Users: 4.466 Durch. Zeit: 13	0,8220 11.023 / 13.379 Users: 3.784 Durch. Zeit: 10	0,7273 8.878 / 14.926 Users: 3.096 Durch. Zeit: 27	0,8321 8.878 / 10.419 Users: 2.238 Durch. Zeit: 11
8x1	8x2	8x3	8x4	8x5	8x6	8x7	8x8	8x9
0,9761 10.067 / 10.314 Users: 4.206 Durch. Zeit: 6	0,9387 10.103 / 10.763 Users: 4.223 Durch. Zeit: 7	0,8642 10.743 / 12.431 Users: 4.045 Durch. Zeit: 11	0,7900 11.015 / 14.121 Users: 4.240 Durch. Zeit: 13	0,9182 11.891 / 12.951 Users: 4.476 Durch. Zeit: 10	0,7577 10.503 / 13.862 Users: 3.419 Durch. Zeit: 14	0,7682 10.926 / 14.222 Users: 3.713 Durch. Zeit: 14	0,7792 10.620 / 13.629 Users: 3.726 Durch. Zeit: 12	0,8329 8.641 / 10.131 Users: 2.221 Durch. Zeit: 11
9x1	9x2	9x3	9x4	9x5	9x6	9x7	9x8	9x9
0,9727 9.931 / 10.230 Users: 4.239 Durch. Zeit: 6	0,9457 10.444 / 11.044 Users: 4.415 Durch. Zeit: 7	0,8629 10.658 / 12.337 Users: 4.037 Durch. Zeit: 11	0,8096 10.715 / 13.253 Users: 4.115 Durch. Zeit: 13	0,8977 10.977 / 12.228 Users: 4.010 Durch. Zeit: 9	0,8223 10.204 / 12.318 Users: 3.410 Durch. Zeit: 12	0,8348 9.775 / 11.709 Users: 2.968 Durch. Zeit: 12	0,8251 10.293 / 12.475 Users: 3.000 Durch. Zeit: 12	0,8289 8.342 / 8.981 Users: 2.227 Durch. Zeit: 7
10x1	10x2	10x3	10x4	10x5	10x6	10x7	10x8	10x9
0,9510 10.355 / 10.878 Users: 4.475 Durch. Zeit: 6	0,9605 10.259 / 10.681 Users: 4.191 Durch. Zeit: 6	0,9653 10.825 / 11.224 Users: 4.039 Durch. Zeit: 3	0,9653 11.121 / 11.521 Users: 4.161 Durch. Zeit: 6	0,9614 10.709 / 11.137 Users: 3.895 Durch. Zeit: 21	0,9723 9.940 / 10.228 Users: 3.603 Durch. Zeit: 5	0,9698 9.223 / 9.510 Users: 2.819 Durch. Zeit: 5	0,9718 10.343 / 10.643 Users: 3.017 Durch. Zeit: 5	0,9643 8.492 / 8.806 Users: 2.290 Durch. Zeit: 7

Abbildung 6.2: Evaluierung aller Antworten dargestellt in Matrix-Form

6 Evaluierung

Alle Schüler					Alle Schüler																														
Übersicht Letzte Synchronisation: 23.10.2016 23:59																																			
<p>▶ julia doler ★ 90 ☆ 0 ★ 0 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	90	0	0	0	<p>▶ stefan kreiter ★ 28 ☆ 35 ★ 0 ☆ 17</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>35</td> <td>0</td> <td>17</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	38	35	0	17	<p>▶ Roland Fratila ★ 17 ☆ 23 ★ 3 ☆ 47</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>23</td> <td>3</td> <td>47</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	17	23	3	47	<p>▶ Markus Feyerl ★ 53 ☆ 37 ★ 0 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>37</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	53	37	0	0
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
90	0	0	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
38	35	0	17																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
17	23	3	47																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
53	37	0	0																																
<p>▶ Daniel Moser ★ 90 ☆ 0 ★ 0 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	90	0	0	0	<p>▶ Sofia Kribitz ★ 43 ☆ 40 ★ 1 ☆ 6</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	43	40	1	6	<p>▶ Fabian Huber ★ 64 ☆ 26 ★ 0 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 2. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 2 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>26</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	64	26	0	0	<p>▶ alex boran ★ 27 ☆ 42 ★ 4 ☆ 17</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>42</td> <td>4</td> <td>17</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	27	42	4	17
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
90	0	0	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
43	40	1	6																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
64	26	0	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
27	42	4	17																																
<p>▶ Ann Giegbefumwen ★ 51 ☆ 36 ★ 3 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>36</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	51	36	3	0	<p>▶ yusuf pervaz ★ 41 ☆ 46 ★ 3 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>46</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	41	46	3	0	<p>▶ Tobias Moser ★ 47 ☆ 41 ★ 2 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>41</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	47	41	2	0	<p>▶ Nadine Birkmeyer ★ 7 ☆ 4 ★ 7 ☆ 72</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>72</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	7	4	7	72
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
51	36	3	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
41	46	3	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
47	41	2	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
7	4	7	72																																
<p>▶ jena leitner ★ 25 ☆ 29 ★ 5 ☆ 31</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>29</td> <td>5</td> <td>31</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	25	29	5	31	<p>▶ Timo Haslebner ★ 64 ☆ 22 ★ 4 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>22</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	64	22	4	0	<p>▶ Benjamin Haidinger ★ 90 ☆ 0 ★ 0 ☆ 0</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 2. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 2 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	90	0	0	0	<p>▶ Thomas Steinberger ★ 0 ☆ 0 ★ 0 ☆ 90</p> <p>Gesamtzahl der Spiele: 1. Folgende Betriebssysteme wurden erkannt:</p> <p>☑ 1 ⚪ 0 ⚪ 0</p> <table border="1"> <tr> <td>GUT GKT.:</td> <td>GEKONNTE:</td> <td>FALSCH:</td> <td>NEUE:</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>90</td> </tr> </table>	GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:	0	0	0	90
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
25	29	5	31																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
64	22	4	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
90	0	0	0																																
GUT GKT.:	GEKONNTE:	FALSCH:	NEUE:																																
0	0	0	90																																

Abbildung 6.3: Schülerinnen- und Schülerübersicht

7 Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein modernes, webbaserendes Informationssystem für das Lernen der Multiplikationstabelle zu implementieren. Das Programm wurde unter Berücksichtigung der durchgeführten Analysen und der gewonnen Erkenntnisse im Kapitel 2 und 3 entwickelt.

Bezüglich der verwendeten Technologien (beschrieben im Kapitel 4), ergab sich, dass die Frameworks und die Strukturierung des Programms richtig ausgewählt wurden. So war es möglich, Änderungswünsche, Verbesserungen und Erweiterungen schnell zu entwickeln.

Was die Usability und Gamification betrifft, konnte man anhand der Evaluierungstests und des Feedbacks erkennen, dass sich die Userinnen und User im Programm zurecht gefunden haben und dass die Idee mit den Spielcharakteren als interessant und passend für das Alter empfunden wurde.

Die Konzepte von Learning Analytics wurden sowohl in Bezug auf die Schülerinnen- und Schüleransichten als auch in Bezug auf die Views von Lehrerinnen und Lehrer umgesetzt. Lehrerinnen und Lehrer haben die Möglichkeit anhand der produzierten Daten Schwächen und Stärken einer Gruppe oder einer einzelnen Schülerin bzw. eines Schülers zu erkennen und diese in den Lerneinheiten zu berücksichtigen. Die Lerninhalte werden

für die Schülerinnen und Schüler individuell sortiert und dargestellt. Diese Vorgehensweise gekoppelt mit der gezielten Wiederholung der Fragen in der App, machen es möglich die Lernenden zu unterstützen und ihren Lernfortschritt kontinuierlich zu steigern. Um die Effizienz des Lernalgorithmus genauer zu analysieren, ist es notwendig verschiedene Algorithmen zu vergleichen. Die Struktur des Programms ermöglicht diesen Vergleich (siehe auch Unterkapitel 7.2).

Insgesamt wurde festgestellt, dass moderne Technologien in Kombination mit den Konzepten von Learning Analytics - gestützt auf Evaluierung und Implementierung der gewonnen Erkenntnisse - einerseits, sowie die gezielten und individuellen Lernstrategien andererseits, den Lernfortschritt positiv beeinflussen.

7.2 Ausblick

Das Programm kann unter verschiedenen Aspekten erweitert werden.

- **Algorithmus:** Der Kern des Programms ist der Algorithmus. Er stellt den Benutzerinnen und den Benutzern die Fragen zur Verfügung und klassifiziert ihre Antworten. Die Struktur des Programm ist so aufgebaut, dass die Algorithmus-Logik unkompliziert verändert werden kann. So ist es möglich einen externen Algorithmus einzubauen bzw. diesen ins System zu inkludieren. Dadurch können Vergleiche zwischen den Algorithmen gemacht werden sowie User-Reaktionen analysiert werden.
- **Gamification:** Dieser Aspekt des Systems befindet sich auf einem Basisniveau und hat Potenzial für Verbesserungen. Darüber hinaus können weitere Animationen eingefügt werden und die Darstellung der Fragen kann verschiedene Spielformen annehmen.
- **Inhalte teilen:** Um mehr Interaktion zwischen den Benutzerinnen und den Benutzern zu erzielen, kann ein Sharing-Mechanismus eingefügt werden. Benutzerinnen und die Benutzern sollten die

Möglichkeit haben, ihre Erfolge direkt ins System oder durch ihre sozialen Netzwerke freizugeben.

- **Technologieerweiterungen**

- **Aktualisierungen:** Die verwendeten Plug-ins können unkompliziert mittels bereits existierender Tools (etwa Bower, Composer) aktualisiert werden.
- **Steigerung der Performance:** Durch Verwendung von verschiedenen Caching- und besseren Suchmechanismen kann die Performance noch gesteigert werden. So wäre beispielsweise die Verwendung von Sphinx¹ von großen Vorteil, um bestimmte Daten schneller zu filtern.
Das Plug-in wäre kompatibel mit allen verwendeten Technologien.
- **Datenbank:** Die Menge an Daten und ihre Struktur wird immer größer. Auch die Notwendigkeit, mit anderen Systemen Inhalte zu teilen und zu kommunizieren, kann früher oder später eingearbeitet werden. In diesem Sinne könnten alternative Datenbank-Technologien wie NoSql² oder MongoDB³ in Frage kommen.
- **Mobile-Apps:** Es besteht die Möglichkeit hybride mobile Applikationen zu erstellen. Der Client-Teil ist so strukturiert, dass die Verwendung von Plattform wie Ionic⁴ oder Cordova⁵ unterstützt werden.
- **NodeJs:** Diese Technologie könnte verwendet werden, um Push-Benachrichtigungen zu ermöglichen. Somit könnten

¹<http://sphinxsearch.com/> [30.08.2016]

²<http://nosql-database.org/> [30.08.2016]

³<https://www.mongodb.com/de> [30.08.2016]

⁴<http://ionicframework.com/> [30.08.2016]

⁵<https://cordova.apache.org/> [30.08.2016]

7 Zusammenfassung und Ausblick

Notifications und Events getriggert werden, um die Benutzerin bzw. den Benutzer beispielsweise das Erreichen eines neuen Levels oder die Aktivitäten seiner Freunde zu melden.

Literatur

- [AA10] Asmaa Alsumait und Asma Al-Osaimi. »Usability Heuristics Evaluation for Child e-Learning Applications«. In: (2010). URL: <http://www.jsoftware.us/vol15/jsw0506-14.pdf>.
- [BBE13] J. Burkl, A. Baumgart und R. Eggert. *Zend Framework 2: Für Einsteiger und Umsteiger*. shortcuts. entwickler.Press, 2013. ISBN: 9783868024418. URL: <https://books.google.at/books?id=nLp-DAAAQBAJ>.
- [Ber11] M. Berg. *Wie lernen Kinder das Lernen?* Bod Third Party Titles, 2011. ISBN: 9783640964925. URL: <https://books.google.at/books?id=wmbGMH3fA7YC>.
- [CO07] John P. Campbell und Diana G. Oblinger. »Academic Analytics«. In: EDUCAUSE, 2007. URL: <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/PUB6101.pdf>.
- [Dan16] B.K. Daniel. *Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice*. Springer International Publishing, 2016. ISBN: 9783319065205. URL: <https://books.google.at/books?id=hpHqDAAAQBAJ>.
- [Jül15] Tim Jülicher. »Big Data in der Bildung – Learning Analytics, Educational Data Mining und Co.« In: 4 (Nov. 2015). URL: <http://www.abida.de/sites/default/files/Education.pdf>.
- [Kar13] S. Karadzhov. *Learn ZF2: Learning By Example*. Slavey Karadzhov, 2013. ISBN: 9781628407150. URL: <https://books.google.at/books?id=TYoXAgAAQBAJ>.
- [Kot11] Georg Kothmeier. »Implementation eines Lernfortschrittsalgorithmus für einen Einmaleins Trainer«. In: 43 (Nov. 2011). URL: <https://de.scribd.com/document/92799291/It-s-Just-About-Learning-the-Multiplication-Table>.

Literatur

- [NES13] B. Neuhold, M. Ebner und S. Schön. *Learning Analytics - Mathematik Lernen neu gedacht*. Books on Demand, 2013. ISBN: 9783732282951. URL: <https://books.google.at/books?id=iV1BAQAAQBAJ>.
- [Sai16] M. Sailer. *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung: Empirische Studien im Kontext manueller Arbeitsprozesse*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016. ISBN: 9783658143091. URL: <https://books.google.at/books?id=uJkqDAAAQBAJ>.
- [SMRo6] Gavin Sim, Stuart MacFarlane und Janet Read. »All Work and No Play: Measuring Fun, Usability, and Learning in Software for Children«. In: *Computers and Education* 46.3 (Apr. 2006). ISSN: 0360-1315. URL: <https://www.learntechlib.org/p/67402>.
- [SS15] M. Steyer und V. Softic. *Angular JS: Moderne Webanwendungen und Single Page Applications mit JavaScript*. O'Reilly Verlag, 2015. ISBN: 9783955619510. URL: <https://books.google.at/books?id=0wXmBwAAQBAJ>.
- [ZC11] G. Zichermann und C. Cunningham. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Series. O'Reilly Media, 2011. ISBN: 9781449397678. URL: <https://books.google.at/books?id=Hw9X1miVMMwC>.