



Entwicklung eines Prototyps einer Lernumgebung für interaktive Funktionsanalyse-Übungen nach einem Gamification- Ansatz

Masterarbeit

zur Erlangung des Grades Master of Education (M. Ed.)
Lehramt für Informatik und Musik an der Universität Potsdam

vorgelegt am 5. Juli 2021

am Institut für Informatik und Computational Science

von

FLORIAN REUSS

Erstbegutachtung
Prof. Dr. Ulrike Lucke

Zweitbegutachtung
Dr. Raphael Zender

Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert.

Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden.

Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Online veröffentlicht auf dem

Publikationsserver der Universität Potsdam:

<https://doi.org/10.25932/publishup-51904>

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-519041>

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich im Laufe der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein Dank Axel Wiepke und Robert Wagner, die meine Masterarbeit mit großem Einsatz und Interesse betreut haben. Für die stets hilfreichen Anregungen, die hohe Ansprechbarkeit und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Ebenso bedanke ich mich bei Prof. Dr. Ulrike Lucke und Dr. Raphael Zender für ihr Interesse an meiner Arbeit und die Übernahme der Begutachtung.

Valentin Bergmann danke ich für seine Unterstützung bei der Übersetzung des MEEGA+-Fragebogens in die deutsche Sprache.

Ebenfalls möchte ich mich bei Annika Technau bedanken, die maßgeblich zum UI-Design der Anwendung beigetragen hat.

Außerdem möchte ich Nele Halama für das Korrekturlesen meiner Masterarbeit danken.

Ein besonderer Dank gilt allen Studienteilnehmenden, ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können. Mein Dank gilt ihrer Informationsbereitschaft und ihren aufschlussreichen und ausführlichen Verbesserungsvorschlägen.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
2 Gamification & Lernen	2
2.1 Begriffsbestimmungen	2
2.1.1 Game	2
2.1.2 Gamification	4
2.1.3 Gebrauchstauglichkeit (Usability)	6
2.1.4 Nutzungserlebnis (UX)	7
2.2 Motivationspsychologische Rahmenmodelle	9
2.2.1 Theorie des gamifizierten Lernens	10
2.2.2 Selbstbestimmungstheorie der Motivation (SDT)	10
2.2.3 Flow-Theorie	11
2.2.4 Operante Konditionierung	12
2.2.5 Die acht Core Drives der Gamification	13
2.3 Effektivität von Gamification	14
2.4 Einwände gegen Gamification	15
3 Gamification-Design-Methoden	16
3.1 Nutzer:innenorientierte Gestaltung (UCD)	16
3.2 Sequentielle Grobmodelle	16
3.3 Personalisierte Vorgehensmodelle	17
3.4 Octalysis	18
3.5 Methode zur Gamification von Lernprozessen	18
4 Analyse	20
4.1 Kontextanalyse	20
4.1.1 Funktionstheorie	20
4.1.2 Musiktheoretische Grundausbildung (MGA)	20
4.2 Nutzer:innenanalyse	21
5 Game-Design-Elemente	22
5.1 Informationelle Feedbackelemente	23
5.1.1 Fortschrittselemente	23
5.1.2 Sammelemente	24
5.2 Interaktionselemente	25
5.3 Exploration	26
5.4 Herausforderung	28
5.5 Fiktion & Immersion	28
6 Konzeption & Entwurf	29

6.1	Elementauswahl	29
6.2	Entwurfsskizzen	31
7	Erstellung des Prototyps	34
7.1	UI-Konzept	34
7.2	Prototyp	35
7.2.1	Dimensionierung	35
7.2.2	Ästhetische Ausarbeitung	36
7.2.3	Implementierung	37
8	Evaluierung	41
8.1	Fragestellungen & Hypothesen	41
8.2	Methode	41
8.2.1	Studiendesign	41
8.2.2	Ablauf	42
8.2.3	Teilnehmende	42
8.2.4	Materialien	43
8.2.5	Statistische Analyse	45
8.3	Ergebnisse	46
8.4	Diskussion	47
8.4.1	Theoretische Implikationen	47
8.4.2	Einschränkungen	49
8.4.3	Praktische Implikationen	50
9	Fazit	52
	Anhang	53
	Literaturverzeichnis	64

Abkürzungsverzeichnis

ILO	Intendiertes Lernergebnis
JS	JavaScript
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token
MEEGA+	Model for the Evaluation of Educational Games
MGA	Musiktheoretische Grundausbildung
SDT	Selbstbestimmungstheorie der Motivation
UCD	Nutzer:innenorientierte Gestaltung
UI	Benutzungsschnittstelle
UX	Nutzungserlebnis

Abbildungsverzeichnis

1	Theorie des gamifizierten Lernens	10
2	Flow-Theorie	12
3	Die acht Core Drives der Gamification	14
4	UCD-Ansatz	16
5	Gamification-Design-Methoden: Sequentielle Grobmodelle	17
6	Methode zur Gamification von Lernprozessen	19
7	MDA-Rahmenmodell	22
8	Octalysis-Diagramm für HarmoLyze	30
9	HarmoLyze — Gamifizierte Version	43
10	HarmoLyze — Version ohne Game-Design-Elemente	44

Tabellenverzeichnis

1	Serious Game Design vs. Gamification — Gegenüberstellung der Ansätze	5
2	Klassendiagramm: Funktionszeichen	40

1 Einleitung

Als wiederkehrende Bestandteile der musiktheoretischen Grundausbildung (MGA) an Hochschulen gelten die traditionelle Harmonielehre und die Funktionsanalyse nach Riemann (1906). Ein wichtiges Ziel des Unterrichts im Fach MGA an der Universität Potsdam ist es, die Studierenden zu motivieren, sich mit Lerninhalten zu beschäftigen. Durch die oft heterogenen Vorkenntnisse in der Studieneingangsphase kann es aber besonders in diesem Gebiet zu mangelnder Motivation durch Über- oder Unterforderung kommen. Durch Einsatz von Elementen, die aus dem Unterhaltungskontext geläufig sind, kann eine Steigerung der Motivation erreicht werden (Kapp, 2012). Die Nutzung solcher Elemente wird auch als *Gamification* bezeichnet (Al-Azawi et al., 2016). Diese Maßnahme ist besonders vielversprechend, weil ein Großteil der Zielgruppe (Studierende in der Studieneingangsphase) bereits mit Elementen aus Videospiele vertraut ist¹.

Als Trainingsmethoden werden in der Universität Potsdam meist Notenbilder bereitgestellt, die um spezifische Terminologien (Funktionszeichen) ergänzt werden müssen. Im herkömmlichen MGA-Unterricht bleibt häufig wenig Zeit für direkte Instruktionen. Durch eine Automatisierung des Übungsprozesses mit einer Lernsoftware könnte die Unterrichtszeit effizienter genutzt werden. Da eine Software dieser Art in der Lehre eingesetzt und von einer breiten Masse an Studierenden genutzt werden soll, bietet sich eine Browser-basierte Lösung an, da sie auf den meisten modernen Endgeräten funktioniert. Durch das wiederkehrende Lehrangebot im Wintersemester kann so eine beschriebene Software häufig eingesetzt werden und Motivation und Trainingsmöglichkeiten für die Studierenden im Bereich der traditionellen Harmonielehre bieten.

Diese Arbeit hat das Ziel, Lerngelegenheiten in der MGA durch einen interaktiven Prototyp einer Lernumgebung für Funktionsanalyse-Übungen zu unterstützen und die Motivation bei den Lernenden zur Beschäftigung mit dem Thema Funktionsanalyse zu steigern.

Ausgehend von diesen Zielsetzungen ergibt sich folgende Struktur der vorliegenden Arbeit: Kapitel 2 gibt zunächst eine detaillierte Einführung in das Thema Gamification und beschäftigt sich insbesondere mit ihren motivationalen Potenzialen und möglichen Schwächen. In Kapitel 3 wird ein Vorgehensmodell zur zielgerichteten Gamification von Lernprozessen hergeleitet. Dieses Vorgehensmodell wird in den Kapitel 4, 6 und 7 auf den konkreten Anwendungsfall übertragen, um einen interaktiven Prototyp einer gamifizierten Lernanwendung für den Einsatz in der MGA an der Universität Potsdam zu entwickeln. Kapitel 5 stellt dabei unterschiedliche Game-Design-Elemente vor, die als Grundlage von Gamification den Ausgangspunkt für Gamification-Design-Prozesse darstellen können. Kapitel 8 beschreibt die Evaluierung des entstandenen Prototyps im Rahmen einer experimentellen Studie. Ziel dieser Studie ist es, die Wirkung von Gamification auf Motivation zu untersuchen, um abschließend Aussagen über die Wirksamkeit der realisierten Gamification-Maßnahme treffen zu können.

¹<https://www.game.de/immer-mehr-menschen-ab-60-jahren-spielen-games/>, abgerufen am 27.06.2021

2 Gamification & Lernen

Der Idee der Gamification liegt die Beobachtung zugrunde, dass es unterhaltungsorientierte, autotelische Informationssysteme (z. B. *Computerspiele*) gibt, die es auf besondere Art und Weise schaffen, Nutzer:innen zu motivieren und in ihren Bann zu ziehen (Heijden, 2004). Diese Informationssysteme werden als hedonistische Informationssysteme bezeichnet (Heijden, 2004). Demgegenüber stehen utilitaristische Informationssysteme, welche im Wesentlichen der effizienteren Erreichung eines externen Ziels und damit einer Produktivitätssteigerung dienen (Heijden, 2004). Die positiven und motivierenden Eigenschaften hedonistischer Systeme auf utilitaristische Systeme zu übertragen, um ein Zielverhalten intrinsisch zu motivieren, ist die Grundidee der Gamification (Hamari et al., 2014; Mora et al., 2015; Seaborn & Fels, 2015). Am häufigsten wird Gamification im Bildungssektor eingesetzt (Bozkurt & Durak, 2018). Um später einschätzen zu können, wie eine Gamification vonstattengehen kann, müssen zunächst Charakteristika hedonistischer Systeme identifiziert werden. Der prominenteste Vertreter eines hedonistischen Informationssystems ist dabei das Game.

2.1 Begriffsbestimmungen

2.1.1 Game

Spielen ist ein Phänomen, das älter ist als die Kultur an sich (Huizinga, 2017). Spiele sind dabei aber keine bloßen Artefakte, sondern vielmehr soziokulturelle Systeme, in denen Artefakte eine entscheidende Rolle spielen (Deterding et al., 2011). Diese Aktivitätssysteme umfassen Menschen als Akteure, weiter gefasste soziale und institutionelle Rahmenbedingungen sowie andere sozial konstruierte Bedeutungen (Walz et al., 2015).

Spielerische Aktivitäten bewegen sich zwischen zwei Modi bzw. Arten von Verhaltens- und Denkmustern (Caillois, 2001):

Ludus (*Game*) Regelbasiertes Spielen mit einem klar definiertem Ziel und quantifizierbaren Ergebnissen (Sailer, 2016).

Paidia (*Play*) Freie, unstrukturierte und spontane Verhaltensweisen (Caillois, 2001).

Diese Theorie hat sich in empirischen Studien bewährt (Deterding et al., 2011). Während im Englischen mit *Play* und *Game* geeignete Begriffe zur Unterscheidung der beiden Modi existieren, mangelt es beim deutschen Begriff des *Spiels* an einer solchen Differenzierungsmöglichkeit. Im Folgenden wird daher der englische Begriff *Game* verwendet. Gamification bezieht sich ausschließlich auf diesen regelbasierten und zielgerichteten Aspekt des Spielens (Deterding et al., 2011).

Es gibt keine Eigenschaften, die auf alle Games gleichermaßen zutreffen (Wittgenstein, 1967, zitiert nach Sailer, 2016). Daher lässt sich der Game-Begriff nicht zufriedenstellend und einheitlich definieren. Es lassen sich allerdings Ähnlichkeiten zwischen manchen Games ausmachen, über die sie miteinander terminologisch verwandt sind:

Freiwilligkeit Die Aktivität wird freiwillig ausgeführt (Caillois, 2001; Carse, 2013; Huizinga, 2017; Schell, 2020; Suits, 2005).

Regeln Die Aktivität wird durch explizite Regeln gesteuert, bestimmt und strukturiert, die von denen des alltäglichen Lebens abweichen (Al-Azawi et al., 2016; Caillois, 2001; Högberg et al., 2019; Huizinga, 2017; Juul, 2005; Kapp, 2012; Sailer et al., 2017; Schell, 2020).

Ungewissheit Der Ausgang der Aktivität ist nicht vorhersehbar (Al-Azawi et al., 2016; Caillois, 2001).

Zweckfreiheit Die Aktivität bewirkt nichts Nützliches, dient keinem bestimmten Zweck, ist per se unproduktiv und findet außerhalb der Sphäre der Notwendigkeit oder des materiellen Nutzens statt (Al-Azawi et al., 2016; Caillois, 2001; Huizinga, 2017).

Konsequenzfreiheit Die Aktivität kann beliebig oft wiederholt werden (Huizinga, 2017; Kapp, 2012).

Vergnügen Die Aktivität wird wegen ihres unbeschwerten, nicht ernsten und erfreulichen Charakters gewählt (Al-Azawi et al., 2016; Caillois, 2001; Huizinga, 2017).

Abgeschlossenheit Die Aktivität findet in einem geschlossenen formalen System statt und ist zeitlich, räumlich sowie sozial begrenzt (Al-Azawi et al., 2016; Huizinga, 2017; Schell, 2020).

Fiktion Die Aktivität findet wesentlich außerhalb der echten Welt statt und stellt eine Abstraktion dieser dar (Al-Azawi et al., 2016; Caillois, 2001; Kapp, 2012).

Immersion Die Aktivität ist stark einnehmend und verwickelt in das Geschehen (Huizinga, 2017; Schell, 2020).

Quantifizierbare Resultate Die Aktivität resultiert in einem von mehreren konkreten, quantifizierbaren und diskreten Zuständen. Um den Ausgang des Games zu beeinflussen, müssen Spieler:innen Aufwand investieren und der Ausgang des Games besitzt eine Bedeutung für sie (Högberg et al., 2019; Juul, 2005; Kapp, 2012; Sailer et al., 2017).

Diese Charakteristika bilden das Fundament für den Unterhaltungswert von Games als hedonistische Informationssysteme. Den Versuch, diese Eigenschaften auch auf utilitaristische Informationssysteme zu übertragen, bezeichnet man als Gamification.

2.1.2 Gamification

Das Vorhaben, eine Sache game-ähnlich zu gestalten, ist sicherlich nichts Neues. Im Laufe der Geschichte haben die Menschen immer wieder versucht, bereits bestehende Aufgaben interessanter, motivierender und auch unterhaltsamer zu gestalten (Chou, 2016). Die Idee, zu untersuchen, welche Elemente Computerspiele so faszinierend machen und inwieweit diese genutzt werden können, um Lernprozesse und Benutzungsschnittstellen (UIs) attraktiver zu gestalten, reicht wiederum bis in die 1980er zurück (Albertazzi et al., 2019). Über die Zeit gab es viele Debatten um den Begriff. Dabei haben sich zwei Kategorien von Definitionen herausgebildet.

Elementar-Definitionen

„Gamification’ is the use of game design elements in non-game contexts“ (Deterding et al., 2011).

Elementar-Definitionen (auch: systemische Definitionen) versuchen, Gamification ausschließlich über die zugrunde liegenden Elemente zu beschreiben. Es wird dabei keine Festlegung auf mögliche Ziele getroffen, um das Konzept nicht auf bestimmte Ziele zu limitieren (Sailer, 2016). Die Definition von Deterding et al. (2011) ist die am weitesten verbreitete und am häufigsten zitierte Definition von Gamification (Hufnagel, 2020; Sailer et al., 2017). Sie lässt sich in die semantischen Komponenten *Verwendung*, *Game* (siehe Abschnitt 2.1.1), *Design*, *Element* (siehe Kapitel 5) sowie *game-fremder Kontext* zerlegen.

Der Begriff *game-fremder Kontext* ist absichtlich offen gehalten, um die Einsatzgebiete von Gamification nicht weiter einzuschränken (Deterding et al., 2011). In einigen Elementar-Definitionen wird der Kontext jedoch weiter eingeschränkt; beispielsweise umfassen game-fremde Kontexte in der Definition von Chou (2016) ausschließlich reale und produktive Aktivitäten.

Folmar (2015), Kapp (2012) und Werbach und Hunter (2012) ergänzen in ihren Elementar-Definitionen die Game-Design-Elemente um Gamification-Design-Methoden (siehe Kapitel 3). Hintergrund dieser Ergänzung sind Bedenken, die vor allem von Game-Entwickler:innen gegenüber Gamification geäußert werden: Diese befürchten, dass durch Gamification die Komplexität effektiver Game-Entwicklung trivialisiert wird, indem behauptet wird, dass durch das bloße Hinzufügen von Game-Design-Elementen bereits motivierende und fesselnde Anwendungen erstellt werden können (Sailer, 2016). Auch Deterding et al. (2011) weist darauf hin, dass mit „use of game design elements“ kein bloßes Hinzufügen gemeint ist.

Ein Problem von Elementar-Definitionen ist, dass es keine universale Auflistung von möglichen Game-Design-Elementen gibt und auch nicht geben kann (siehe Kapitel 5). So bleibt für die meisten Aspekte unklar, ob diese nun als elementar für Games angesehen werden sollen oder nicht (Werbach, 2014). Darüber hinaus berücksichtigen Elementar-Definitionen nicht die Beziehung zwischen Game-Design-Elementen und dem Nutzungserlebnis (UX) der Nutzer:innen. Es besteht aber nicht zwangsläufig eine Korrelation zwischen dem Erleben einer *Gameful Experience*

durch die Nutzer:innen und der Implementierung von *Game-Design-Elementen* (Högberg et al., 2019).

Erfahrungsbezogene Definitionen

Erfahrungsbezogene Definitionen (auch: Prozess-Definitionen) versuchen, Gamification über das hervorgerufene Nutzungserlebnis (UX) zu definieren. Hierbei gelten alle Prozesse als Gamification, die beabsichtigen, eine Gameful Experience in den Nutzenden hervorzurufen. Folgende ist die am weitesten verbreitete erfahrungsbezogene Definition von Gamification (Hufnagel, 2020):

„Gamification refers to a process of enhancing a service with affordances for gameful experiences in order to support users’ overall value creation“ (Huotari & Hamari, 2017, S. 25).

Erfahrungsbezogene Definitionen evozieren zwangsläufig die Frage, welche konkreten Nutzungserlebnisse denn nun tatsächlich für Games typisch sind und damit als Gameful Experience gelten können. Auch hier herrscht kein wissenschaftlicher Konsens über den Begriff und verschiedene Autor:innen führen verschiedene Charakteristika einer Gameful Experience an. Diese können von Spannung, lustvollen Erlebnissen und einem Kompetenzgefühl (Huotari & Hamari, 2017) über Wettbewerb, Zufall, Fiktion und Vertigo (Caillois, 2001) bis hin zu Immersion, *Playfulness* und sozialen Erlebnissen (Högberg et al., 2019) reichen.

Abgrenzung zu Serious Games

Beiden vorgestellten Definitionsansätzen ist gemein, dass sie Gamification als amplifizierenden Prozess ansehen. Dem steht der Ansatz des *Serious Game Design* gegenüber, bei dem unter Verwendung von Game-Design-Elementen ein vollwertiges Game gestaltet wird (Landers, 2014). Wenngleich die Grenzen zwischen *Game* und *Artefakt mit Game-Elementen* oft unscharf sind (Deterding et al., 2011), sind diese Ansätze als komplementär anzusehen.

Serious Game Design	Gamification
Gestaltung von vollwertigen Games für Nicht-Unterhaltungszwecke	Einbindung von Game-Elementen in das UX
Ziel: Neue Lernprozesse gestalten, d. h. Lernen unmittelbar durch die enthaltenen Lehrinhalte beeinflussen und herbeiführen	Ziel: Bereits bestehende Lernprozesse durch Verhaltens- oder Einstellungsänderungen verbessern
Explizit: Nutzer:innen wissen, dass sie ein Game spielen, und müssen sich in der Regel aktiv für das Spielen entscheiden	Implizit: Subtil, manchmal sogar unsichtbar für die Nutzer:innen

Tab. 1: Serious Game Design vs. Gamification — Gegenüberstellung der Ansätze (Chou, 2016; Deterding et al., 2011; Landers, 2014)

Die Entwicklung eines Serious Games mit hohem Anreizcharakter stellt eine schwierige Aufgabe dar, die sowohl einen hohen Design- als auch Entwicklungsaufwand erfordert (Chou, 2016; Kapp, 2012). Weiterhin ist im vorliegenden Fall bereits ein Lernprozess etabliert. Daher setzt diese Arbeit auf Gamification.

Synthese

Zusammenfassend kann Gamification wie folgt definiert werden:

Definition 2.1.1: Gamification

„Gamification refers to a process of using game elements in non-game-contexts to support gameful experiences in order to encourage individuals' motivation and behaviour“ (Hufnagel, 2020).

Das Hauptziel der Gamification ist also die Vermittlung von Gameful Experiences, welche die Motivation der Nutzenden fördern. Ob eine Gameful Experience entsteht, ist in erster Linie vom allgemeinen Nutzungserlebnis (UX) abhängig (Jensen, 2012). Die Gebrauchstauglichkeit (Usability) ist dabei ein entscheidender Teilaspekt des UX.

2.1.3 Gebrauchstauglichkeit (Usability)

Gebrauchstauglichkeit (Usability) ist ein zentraler Aspekt vor allem utilitaristischer Systeme und lässt sich wie folgt definieren:

Definition 2.1.2: Gebrauchstauglichkeit (Usability)

Gebrauchstauglichkeit ist „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

Aus dieser Definition ergeben sich drei Kriterien für gebrauchstaugliche Systeme:

Zufriedenstellung wird erreicht über die „Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellungen gegenüber der Nutzung des Produkts“ (ISO, 2018).

Effizienz ist der „im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“ (ISO, 2018).

Effektivität beschreibt die „Genauigkeit und Vollständigkeit mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“ (ISO, 2018).

Für die durch die Nutzenden wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit ist darüber hinaus entscheidend, wie leicht die Bedienung (wieder) zu erlernen ist, wie viele Fehler auftreten und wie diese verarbeitet werden (Marcus & Rosenzweig, 2020). Zusammengefasst beschreibt Gebrauchstauglichkeit also den Aufwand, der von Nutzer:innen benötigt wird, um eine UI mit minimalen kognitiven Beeinträchtigungen zu nutzen (Phan et al., 2016; Semler, 2016).

2.1.4 Nutzungserlebnis (UX)

Eine Betrachtung der Gebrauchstauglichkeit alleine reicht nicht aus (Law et al., 2018). Denn für unsere Wahrnehmung eines (Software-)Produktes spielen Emotionen eine entscheidende Rolle (Kumar & Herger, 2013). Dies trifft in besonderem Maße auf Games (Werbach & Hunter, 2015) und Lernumgebungen (Herczeg, 2018) zu. Während die Akzeptanz bei utilitaristischen Systemen hauptsächlich durch die Gebrauchstauglichkeit bestimmt wird, spielt bei motivierenden Systemen also auch die *Joy of Use* eine große Rolle (Koivisto & Hamari, 2019).

Das UX ist ein komplexes, holistisches und multidimensionales Konstrukt (Herczeg, 2018; IJsselsteijn et al., 2013) und beschreibt, wie Nutzende sich fühlen, wenn sie ein System nutzen (Semler, 2016). Es ist ein Zusammenspiel aus der Gebrauchstauglichkeit (siehe Abschnitt 2.1.3) sowie hedonistischen Aspekten bzw. emotionalen Faktoren eines Systems, wie beispielsweise Gefälligkeit, Joy of Use oder optischen und emotionalen Aspekten (*Look & Feel*) (Herczeg, 2018; Högberg et al., 2019). Der UX-Begriff wird in der Literatur nicht eindeutig definiert und uneinheitlich verwendet (Abeele et al., 2020). Infolgedessen existieren zur Messung des UX zahlreiche etablierte Fragebögen (Abeele et al., 2020).

Um einen für die Messung des UX einer gamifizierten Lernanwendung geeigneten Fragebogen zu identifizieren, wurde zunächst aus den Literatur-Reviews von Brühlmann (2018), Garcia (2019), Högberg et al. (2019) und Phan et al. (2016) eine Übersicht über etablierte Fragebögen zur Messung des UX in Games erstellt. Diese Messinstrumente wurden anschließend nach festgelegten Kriterien ausgesondert:

Holistizität Das Messinstrument *muss* auf die Messung des gesamten UX ausgerichtet sein. Es *sollte* also auch den Aspekt der Gebrauchstauglichkeit berücksichtigen. Viele der betrachteten Messinstrumente, wie beispielsweise der *Game Experience Questionnaire (GEQ)* von IJsselsteijn et al. (2013), beschränken sich allerdings explizit auf ausgewählte Teilaspekte der UX.

Umfang & Zielgruppenadäquanz Das Messinstrument darf nicht zu viele Items umfassen (Huguenin, 2018), damit die Items in angemessener Zeit beantwortbar sind. Die verwendete Sprache *sollte* zur Zielgruppe der Forschung bzw. der Anwendung passen. Der *EGameFlow* von Fu et al. (2009) beispielsweise ist mit 42 Items zu lang und enthält einige für Laien schwer interpretierbare Fragen (z. B. „I feel viscerally involved in the game“).

Zugänglichkeit Das Messinstrument *muss* offen zugänglich sein. Proprietäre Messinstrumente, wie beispielsweise die *Player Experience of Need Satisfaction (PENS)* von Johnson et al. (2018) wurden nicht weiter betrachtet.

Theoretische Fundierung Das Messinstrument *muss* den allgemein üblichen Modellen der psychologischen Forschung (siehe Abschnitt 2.2) entsprechen (Högberg et al., 2019).

Quantitative Güte Für die Aussagekraft der Messergebnisse ist die Güte des verwendeten Messinstrumentes entscheidend (Landers et al., 2018). Das eingesetzte Messinstrument *muss* reliabel und zugleich valide sein und *sollte* bestenfalls publiziert, von Expert:innen begutachtet und psychometrisch validiert sein (Högberg et al., 2019). Für die meisten der verfügbaren Messinstrumente ist eine empirische Bestätigung jedoch nur eingeschränkt oder gar nicht vorhanden. Dies trifft beispielsweise auf den Game Experience Questionnaire (GEQ) von IJsselsteijn et al. (2013) zu: Dieser ist einer der meistbenutzten Fragebögen in der *Games User Research* und dennoch konnten seine psychometrischen Eigenschaften bislang nicht vollständig empirisch bestätigt werden (Johnson et al., 2018; Law et al., 2018). Weiterhin *sollte* das Messinstrument mit einem bewährten Skalenentwicklungsverfahren konzipiert worden sein (Phan et al., 2016). Ein Beispiel für ein solches Verfahren ist der *Prozess zur Skalenentwicklung* nach DeVellis (2012).

Anwendbarkeit Die meisten der betrachteten Messinstrumente sind auf die Anwendung bei *Games* ausgelegt; es gibt aber essentielle Unterschiede zwischen Games und gamifizierten Anwendungen (Högberg et al., 2019). Unter anderem vermögen es gamifizierte Anwendungen nicht im selben Maße wie Games, ein immersives UX zu schaffen (Hamari et al., 2014). Das Messinstrument *muss* auch bei gamifizierten Anwendungen anwendbar sein. Der Fragebogen *muss* aber darüber hinaus auch auf game-fremde Kontexte anwendbar sein, damit er letztlich im Zuge komparativer Tests in beiden Vergleichsgruppen eingesetzt werden kann. Es wurde daher überprüft, ob in den Messinstrumenten vorhandenes game-spezifisches Vokabular ohne weiteres ersetzt werden kann (*game* durch *App*, *play* durch *use*) und ob schwer übertragbare game-spezifische Fragen innerhalb des Messinstruments vorkommen. Im *Player Experience Inventory (PXI)* von Abeele et al. (2016) beispielsweise wird mit Games assoziiertes Vokabular („immersed“, „Mastery“) verwendet. Auch ließen sich manche Fragen („I wanted to explore how the game evolved.“, „I felt eager to discover how the game continued“, „I felt I was good at playing this game“) nur schwer auf utilitaristische Systeme übertragen. Die *Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)* von Phan et al. (2016) wiederum verwendet die Dimensionen „Narratives“ und „Audio Aesthetics“. Diese repräsentieren zwar typische Game-Design-Elemente (siehe Kapitel 5), sind aber nicht in jeder gamifizierten Anwendung vertreten und können noch schwerer auf ein utilitaristisches Informationssystem übertragen werden.

MEEGA+

Das *Model for the Evaluation of Educational Games (MEEGA+)* ist ein systematisches Modell zur Evaluierung der wahrgenommenen Qualität von *Educational Games*, welches sowohl die Gebrauchstauglichkeit als auch das UX aus der Perspektive der Lernenden umfasst (Petri et al., 2017). Es stellt eine Weiterentwicklung des *MEEGA* dar (Petri et al., 2017) – einem der meistgenutzten Evaluierungsmodelle in der Praxis (Calderón & Ruiz, 2015). Obwohl es ursprünglich für die Evaluation von Games für den Informatikunterricht an Schulen entwickelt wurde, kann das MEEGA+ auch für die Evaluation von Games zur Vermittlung anderer Wissensgebiete verwendet und adaptiert werden (Petri et al., 2017). Der Fragebogen lässt sich auch leicht für gamifizierte Anwendungen und game-fremde Kontexte adaptieren. Das Modell wurde nach dem Prozess zur Skalenentwicklung von DeVellis (2012) konstruiert und basiert auf dem ARCS-Modell von Keller (2010), einem anerkannten motivationspsychologischen Rahmenmodell. Die Reliabilität und Konstruktvalidität des Messinstrumentes konnten in 40 Fallstudien über 18 verschiedene Games mit insgesamt 718 Teilnehmenden bestätigt werden (Petri et al., 2018). Der Fragebogen umfasst 33 Items in insgesamt 13 Subkategorien (siehe Anhang 4). Da er in schüler:innengerechter Sprache verfasst wurde, ist er leicht verständlich.

Das Modell misst zunächst das UX einer Anwendung. Es besteht aber ein Zusammenhang zwischen UX und Motivation (Petri et al., 2018). Denn durch eine höhere Joy of Use und positive emotionale Reaktionen ist auch eine höhere Motivation, die Anwendung zu nutzen, zu erwarten (Müller-Radtke, 2018).

2.2 Motivationspsychologische Rahmenmodelle

Sinnvolle Gamification-Prozesse erfordern ein ganzheitliches Denken, das auch die vielfältigen und multidimensionalen Aspekte der Psychologie und des UX berücksichtigt (Morschheuser et al., 2017). Gamification-Prozesse haben letztlich immer zum Ziel, eine Verhaltensänderung bei den Nutzer:innen zu bewirken (Landers, 2014; Landers et al., 2018). In Bildungskontexten betrifft dies die Steigerung des individuellen Leistungsverhaltens durch die Implementierung von motivationsförderlichen Game-Design-Elementen (Hamari et al., 2014; Sailer, 2016; Seaborn & Fels, 2015).

Um aber zu verstehen, wie sich Gamification auf Motivation auswirken kann, ist ein motivationspsychologisches Grundverständnis vonnöten (Schmidt et al., 2017). Dabei gibt es verschiedene Rahmenmodelle, die aber nicht als grundlegend verschieden aufzufassen sind. Vielmehr sind es konvergente Modelle ein und desselben neuronalen Prozesses, welche verschiedene Fokusse aufweisen (Chou, 2016).

2.2.1 Theorie des gamifizierten Lernens

Die Theorie des gamifizierten Lernens (Landers, 2014) sieht zwei Wege vor, auf denen Gamification das Lernen beeinflussen kann:

Zum einen stärkt ein positives Verhalten bzw. eine positive Einstellung die Effektivität präexistenter Lehrinhalte in Bezug auf die Lernergebnisse. Das lernbezogene Verhalten ist demnach *Moderator* zwischen der Qualität der Lehrinhalte und den Lernergebnissen (siehe blauer Prozess in Abb. 1).

Zum anderen wirkt sich Gamification nicht direkt auf das Lernen aus, sondern wird eingesetzt, um lernbezogenes Verhalten zu stimulieren, welches nachfolgend das Lernen beeinflussen kann. Das lernbezogene Verhalten ist demnach *Mediator* zwischen den Game-Design-Elementen und den Lernprozessen (siehe oranger Prozess in Abb. 1).

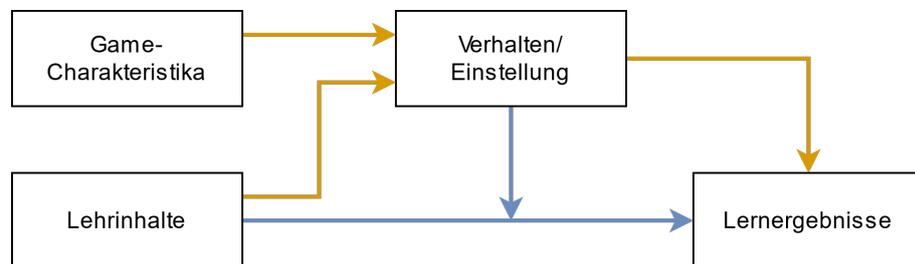


Abb. 1: Theorie des gamifizierten Lernens (Landers, 2014)

Ein weiterer Moderator im gamifizierten Lernprozess ist der „Design-Relevant Person and Situational Context“ (Landers et al., 2018, S. 320). Dieser beeinflusst die Effekte von Game-Design-Elementen auf unmittelbare, angestrebte Änderungen in Einstellungen oder Verhalten der Lernenden (Landers et al., 2018). Ein Beispiel für einen solchen Moderator sind die persönlichen Charakteristika der Nutzer:innen.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass diese Theorie keine Informationen über effektive Lernmechanismen liefert, die durch Game-Design-Elemente ausgelöst werden. Solche Mechanismen finden sich hingegen in etablierten psychologischen Theorien wie der *Selbstbestimmungstheorie der Motivation*.

2.2.2 Selbstbestimmungstheorie der Motivation (SDT)

Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (SDT) ist der zentrale Erkläransatz für das Motivationspotenzial von Gamification (Ofosu-Ampong, 2020; Seaborn & Fels, 2015). Sie ist eine umfangreiche organismische und dialektische Motivationstheorie und besteht aus mehreren Mini-Theorien (Deci & Ryan, 2000). Ein detaillierter Überblick über *alle* Mini-Theorien findet sich bei Sailer (2016, S. 100–125) und Hufnagel (2020, S. 13–29). Die Basis der SDT bilden die drei angeborenen psychologischen Grundbedürfnisse nach Kompetenz, Autonomie und Eingebundenheit:

Kompetenzerleben Erleben von Effektivität und Erfolg in der Interaktion mit dem Umfeld (Vansteenkiste & Ryan, 2013).

Autonomieerleben Erleben von Volition und psychologischer Freiheit (Sailer, 2016). Autonomie bedeutet somit, in Einklang mit den eigenen Werten und Interessen zu handeln und sich selbst als Verursacher der eigenen Handlung zu begreifen (Vansteenkiste & Ryan, 2013). Psychologische Freiheit impliziert Wahlfreiheit aus einer Menge von bedeutsamen Optionen (Sailer et al., 2017; Walz et al., 2015).

Erleben sozialer Eingebundenheit Erleben von gegenseitiger Zuwendung, Fürsorge, Rücksicht, Zugehörigkeit und Verbundenheit in Bezug auf eine Gruppe von Personen (Sailer, 2016). Soziale Eingebundenheit ist das Bedürfnis, sich von Anderen unterstützt zu fühlen; das Gefühl zu haben, dass ich für andere wichtig bin und dass sie für mich wichtig sind (Walz et al., 2015).

Es gibt bereits zahlreiche, game-bezogene empirische Untersuchungen zur SDT (Landers et al., 2015; Sailer et al., 2017). In diesen konnte bestätigt werden, dass die Erfüllung dieser drei Grundbedürfnisse das Entstehen selbstbestimmter, das heißt *intrinsischer* Formen von Motivation begünstigt (Deci & Ryan, 2000; Nicholson, 2015; Walz et al., 2015). Es gibt aber mit der Flow-Theorie noch mindestens einen weiteren prominenten Erklärungsansatz zum Ursprung intrinsischer Motivation.

2.2.3 Flow-Theorie

Der Flow-Theorie liegt die Beobachtung zugrunde, dass Individuen oft ein tiefes Gefühl von *Immersion* und Freude erleben, wenn sie angemessenen Herausforderungen gegenübergestellt werden. Diese Immersion kann sich in einer Verwischung der subjektiven Unterscheidung zwischen dem Spielenden und der Aktivität, dem Verlust des Zeitgefühls (Walz et al., 2015) oder einer empfundenen Isolation von der Realität (Högberg et al., 2019) äußern. Der Flow-Zustand lässt sich wie folgt charakterisieren:

[...] attention becomes ordered and fully invested. [...] There is no space in consciousness for distracting thoughts, irrelevant feelings. Self-consciousness disappears, yet one feels stronger than usual. The sense of time is distorted; hours seem to pass by in minutes. (Csikszentmihályi, 1997)

Um diesen Zustand zu erreichen, müssen den Nutzer:innen klare Herausforderungen gestellt werden und sie müssen verstehen können, welche Aktionen erforderlich sind, um diese zu meistern (Csikszentmihályi, 1997). Ein Gleichgewicht zwischen Herausforderung und dem Gefühl von Selbstwirksamkeit sorgt anschließend dafür, dass die Nutzer:innen im so genannten *Flow-Channel* (siehe Abb. 2) bleiben (Boudadi & Gutiérrez-Colón, 2020). Das heißt, der Schwierigkeitsgrad der Herausforderungen erhöht sich mit den Fähigkeiten der Spielenden und umgekehrt (Nicholson, 2015). Diesen Vorgang bezeichnet man als *Balancing* (Lilge & Stein, 2018).

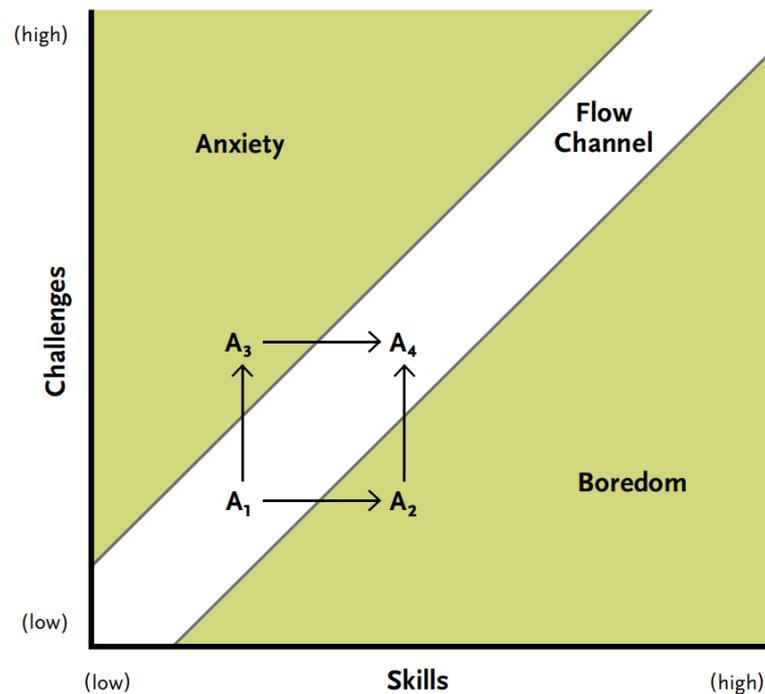


Abb. 2: Flow-Theorie nach Csikszentmihályi, 1997, entnommen aus Lilge und Stein, 2018, S. 30

Obwohl die Flow-Theorie einen wesentlichen Beitrag dazu leistet, dass wir verstehen, wie Vergnügen und Motivation beim Spielen entstehen, sollte sie nicht als einziger Erklärungsansatz für das Motivationspotenzial von Games angesehen werden. Der Zusammenhang zwischen Flow-Zuständen und einem positiven UX kann sich in der Praxis als durchaus komplex herausstellen (Walz et al., 2015).

2.2.4 Operante Konditionierung

Die Flow-Theorie und die SDT können gut erklären, wie durch *intrinsische* Motivatoren Leistungsverhalten gefördert werden kann. Allerdings erklären sie nicht, wie *extrinsische* Motivatoren zu Verhaltensänderungen führen können. Die behavioristische Lernpsychologie geht davon aus, dass eine solche Beeinflussung als operante Konditionierung in einem dreistufiger Prozess vonstatten geht (Landers et al., 2015): Ein vorausgehendes Ereignis bzw. ein Stimulus (Antezedens) löst eine Verhaltensreaktion aus, die wiederum eine von dieser Reaktion abhängige Verhaltensänderung (Konsequenz) zur Folge hat. Bestimmte Aspekte von Gamification-Systemen (insbesondere Belohnungselemente, siehe Kapitel 5) können als Stimuli wirken, indem sie die Nutzenden in ihrem gegenwärtigen Verhalten bestärken oder dieses sanktionieren und so eine Verhaltensänderung bewirken (*Shaping*) (Landers et al., 2015).

Motivation kann also sowohl intrinsisch als auch extrinsisch bestärkt werden. Die verschiedenen Motivatoren aus den bisher betrachteten Theorien lassen sich dabei in einer Art Meta-Theorie zusammenfassen.

2.2.5 Die acht Core Drives der Gamification

Chou (2016) beschreibt acht Motivatoren (*Core Drives*), die Antrieb für jede unserer Handlungen sind, sei es innerhalb oder außerhalb eines Games:

1. **Epic Meaning & Calling** ist der Drang danach, etwas zu tun, das von größerer Bedeutung ist.
2. **Development & Accomplishment** ist der innere Drang nach Fortschritt, der Entwicklung von Fähigkeiten und dem Meistern von Herausforderungen.
3. **Empowerment of Creativity & Feedback** bestärkt das Bedürfnis nach künstlerischen Spiel- und Ausdrucksweisen.
4. **Ownership & Possession** ist der Drang nach (immer besserem und größerem) Besitz.
5. **Social Influence & Relatedness** umfasst alle sozialen Elemente, die Menschen motivieren und ihr *Commitment* steigern.
6. **Scarcity & Impatience** ist das Bedürfnis nach dem Seltenen, Exklusiven oder nicht unmittelbar Erreichbaren.
7. **Unpredictability & Curiosity** umfasst die Neugier, die uns am Ball bleiben lässt, weil wir nicht wissen, was als Nächstes passieren wird.
8. **Loss & Avoidance** schließlich ist der Drang, Negatives zu vermeiden.

Diese acht Core Drives weisen augenscheinlich unmittelbare Bezüge zur SDT und zur Flow-Theorie auf, welche von Chou (2016, S. 402–420) eingehender thematisiert werden. In Abb. 3 sind die acht Core Drives schematisch als Achteck dargestellt. *Left Brain Core Drives* werden eher als Quellen extrinsischer Motivation, *Right Brain Core Drives* hingegen eher als Quellen intrinsischer Motivation angesehen (Chou, 2016). *White Hat Core Drives* gelten tendenziell als positive Motivatoren mit Langzeitwirkung, während *Black Hat Core Drives* eher ein Kurzeiteneffekt zugesprochen wird (Chou, 2016). Die Core Drives Ownership und Social Influence können sowohl White Hat als auch Black Hat sein (Chou, 2016).

Die acht Core Drives bilden auch die Bedürfnisse verschiedener Typen von Spielenden ab. So wird beispielsweise bei manchen Nutzer:innen das Bedürfnis nach Meaning stärker ausgeprägt sein. Andere werden hingegen ein stärkeres Bedürfnis nach Ownership oder Social Influence entwickeln. Indem diese verschiedenen Interaktionsformen bereits im Design-Prozess berücksichtigt werden, kann die Motivation der Nutzenden gesteigert werden (Nicholson, 2015; Zaric et al., 2020).

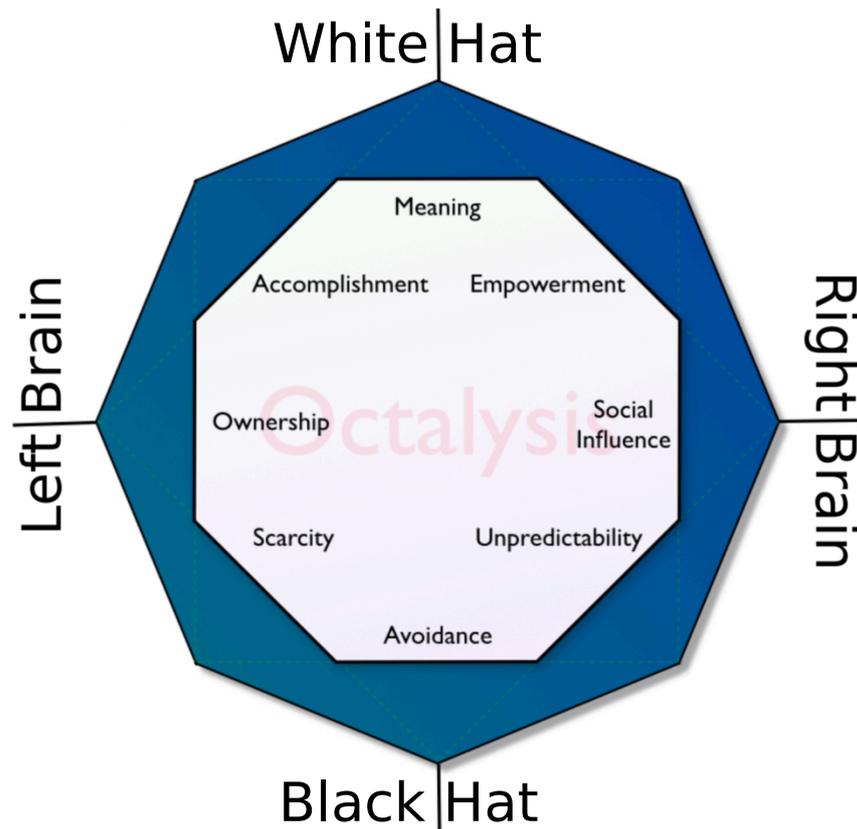


Abb. 3: Die acht Core Drives der Gamification, mit Änderungen entnommen aus Chou, 2016, S. 24

2.3 Effektivität von Gamification

Eines der wesentlichen Ziele von Gamification ist also die Förderung der (intrinsischen) Motivation der Nutzer:innen (Baur & Schüler, 2020; Bozkurt & Durak, 2018; Fischer et al., 2017; Kapp, 2012; Sailer, 2016) und es gibt zahlreiche theoretische Rahmenmodelle, die den möglichen positiven Effekt von Gamification auf Motivation erklären können. Allerdings sind empirische Studien zu den Wirkungen von Gamification auf die Motivation der Lernenden nach wie vor rar (Hufnagel, 2020). Die aktuelle Studienlage neigt zu positiven Erkenntnissen über die Wirksamkeit von Gamification, wobei eine Vielzahl von Studien zu gemischten Ergebnissen kommt (Hufnagel, 2020; Koivisto & Hamari, 2019). Auch ist nach wie vor empirisch nicht gesichert, wie Gamification Motivation beeinflusst (Ofosu-Ampong, 2020), welche Game-Elemente für etwaige positive Effekte auf die intrinsische Motivation verantwortlich sind (Hufnagel, 2020) und welche Faktoren insgesamt für das Gelingen einer Gamification-Maßnahme entscheidend sind (Sailer & Homner, 2020). Bezugnehmend auf Bildungskontexte, ist also mehr Forschung nötig, um solide Belege für die positiven Auswirkungen von Gamification auf Lernprozesse zu erbringen (Dicheva et al., 2015).

2.4 Einwände gegen Gamification

Bei allen Potenzialen gibt es aber auch Einwände gegen den Einsatz von Gamification:

Heterogenität von Studierenden Im Rahmen gamifizierter Lernsettings übernehmen Studierende die Kontrolle über den Lernprozess (selbstgesteuertes Lernen), doch nicht alle Studierenden bringen die individuellen Voraussetzungen dafür mit (Fischer et al., 2017).

Ablenkung vom Lernen Game-Elemente können Lernsettings negativ beeinflussen, wenn der Game-Aspekt die pädagogischen Ziele überlagert. Game-Mechaniken sollten unterschwellig wirken, sodass Lernende diese nicht als solche wahrnehmen und die zu vermittelnden Lerninhalte weiterhin im Mittelpunkt des Lernprozesses stehen (Fischer et al., 2017).

Mangelnde Reflexion Reflektiertes Handeln ist für Lernprozesse von entscheidender Bedeutung (Nicholson, 2015). Gamifizierte Lernanwendungen bieten oft nicht genug Gelegenheiten für Nutzende, über ihre Game-Erfahrungen nachzudenken und diese mit ihrem Leben zu verknüpfen, um ihnen so Sinn zu verleihen (Nicholson, 2015).

Komplexität des Mediums Game Der problematischste Teil der Gamification liegt in der Vorstellung, ein Medium könne auf eine einfache Formel reduziert werden, um diese dann auf verschiedene andere Kontexte zu übertragen. Dies ist allerdings nicht haltbar, da Games komplex, vielschichtig und daher schwer ganzheitlich auf andere Umgebungen übertragbar sind (Walz et al., 2015). Ein besonders häufig anzutreffender Gamification-Ansatz betrifft die Anreicherung vorhandener Anwendungen mit Sammelementen (siehe Abschnitt 5.1.2), ohne die Anwendung selbst zu verändern (Koivisto & Hamari, 2019). Belohnungen sind aber der unbedeutendste Aspekt von Games (Chou, 2016).

Fokussierung auf extrinsische Motivatoren Viele Gamification-Systeme nutzen hauptsächlich extrinsische Motivatoren, um die Motivation der Nutzenden zu fördern (Chou, 2016; Danneli, 2015; Dicheva et al., 2015; Hamari et al., 2014; Koivisto & Hamari, 2019; Nicholson, 2015; Ofosu-Ampong, 2020; Schmidt et al., 2017). Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass solche Elemente leicht auf verschiedene Arten von bestehenden Systemen anwendbar sind (Koivisto & Hamari, 2019; Nicholson, 2015). Das Problem dabei ist aber, dass Belohnungen zwar kurzfristig die Motivation steigern können, jedoch nicht zu einem Erlebnis von Kompetenz und Selbstwirksamkeit führen und das Interesse an der eigentlichen Aktivität (hier: Funktionsanalyse) unterminieren, wodurch die Entstehung nachhaltiger bzw. extrinsischer Motivation ausgebremst wird (Chou, 2016; Nicholson, 2015). Ein auf operanter Konditionierung basierendes System funktioniert nur so lange gut, wie der Stimulus (Belohnung) aufrechterhalten wird (Zichermann & Cunningham, 2011). Fällt der bestärkende Stimulus weg oder gewöhnen sich die Nutzenden an diesen, so bricht das System zusammen (Landers et al., 2015).

Diese Einwände sind für das weitere Vorgehen zu bedenken, welches im nachfolgenden Kapitel geplant und vorgestellt wird.

3 Gamification-Design-Methoden

Um eine positive Wirkung zu erzielen, muss Gamification einem gut durchdachten Designprozess und pädagogischen Prinzipien folgen; andernfalls kann sie zu unerwünschtem Verhalten führen oder die Leistung der Lernenden gar verschlechtern, indem sie diese von den eigentlichen Lernprozessen ablenkt (Fischer et al., 2017; Herczeg, 2018; Ofosu-Ampong, 2020; Toda et al., 2020; Zichermann & Cunningham, 2011). Die meisten dieser so genannten Gamification-Design-Methoden (Deterding et al., 2011) basieren auf nutzer:innenorientierten Gestaltungsprinzipien, die den Menschen in den Fokus des Designprozesses rücken (Mora et al., 2015; Seaborn & Fels, 2015; Zaric et al., 2020).

3.1 Nutzer:innenorientierte Gestaltung (UCD)

Gamification ist ein komplexer Prozess, bei dem der Erfolg von verschiedenen Faktoren wie demografischen, verhaltensbezogenen und kognitiven Merkmalen der Lernenden abhängt (Zaric et al., 2020). Daher sollte die Gamification von Lernumgebungen ein iterativer Prozess mit einem hohen Grad an Nutzer:innenbeteiligung sein (Morschheuser et al., 2017).

Die Nutzer:innenorientierte Gestaltung (UCD) ist ein solcher Ansatz, der darauf abzielt, interaktive Systeme *benutzerfreundlicher* zu gestalten, indem der Fokus auf die Nutzung des Systems gelegt wird und Wissen und Techniken aus den Bereichen Software-Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit (siehe Abschnitt 2.1.3) angewendet werden. Das Hauptziel der UCD ist es demnach, ein Produkt so zu gestalten, dass für die Nutzer:innen eine hohe Gebrauchstauglichkeit und ein positives Nutzungserlebnis entstehen (Marcus & Rosenzweig, 2020; Semler, 2016). UCD-Methoden sind in besonderem Maße geeignet, wenn (wie in dieser Arbeit) eine UI mit hoher Gebrauchstauglichkeit entworfen werden soll (Marcus & Rosenzweig, 2020).

Der Kerngedanke bei der Umsetzung von UCD-Ansätzen ist die „Berücksichtigung der Nutzer:innenbesonderheiten einer Zielgruppe in jeder Phase des Entscheidungsprozesses“ (Schöbel & Söllner, 2019, S. 146). Die vier Phasen von UCD-Ansätzen sind in Abb. 4 dargestellt.



Abb. 4: UCD-Ansatz (Herczeg, 2018)

3.2 Sequentielle Grobmodelle

Das *Vorgehensmodell für angewandte Spielformen* von Schmidt et al. (2017) und die *Method for gamification design* von Morschheuser et al. (2017) sind sequentielle Modelle mit sechs Phasen,

wobei die letzten beiden Phasen (Produktion & Go Live) für diese Arbeit irrelevant sind, da lediglich ein Prototyp erstellt werden soll. Das Vorgehen innerhalb der Phasen ist typischerweise iterativ. Für jede Phase sind bestimmte Ausgaben festgelegt, die als Eingaben für die darauf folgende Phase benutzt werden. Die beiden Modelle sind in Abb. 5 schematisch zusammengefasst dargestellt.

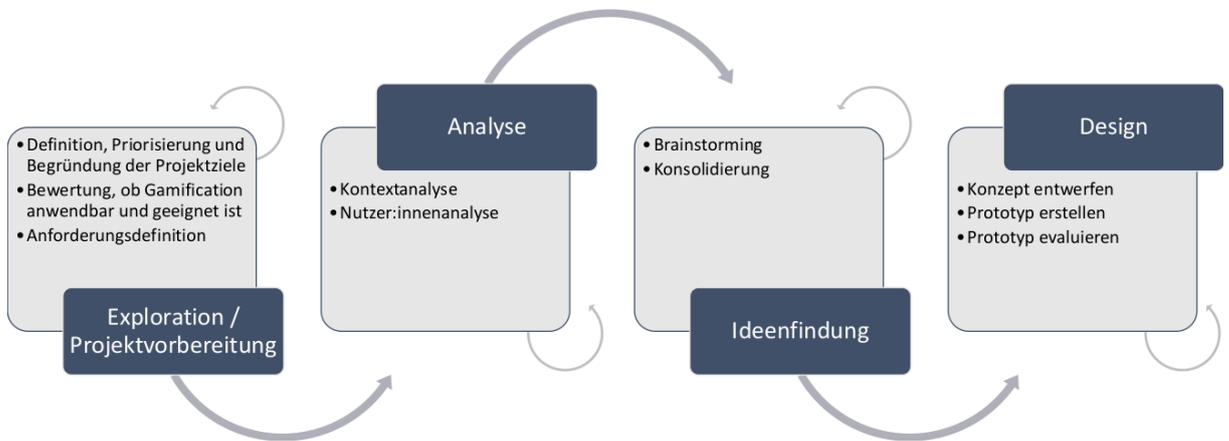


Abb. 5: Sequentielle Grobmodelle

3.3 Personalisierte Vorgehensmodelle

Viele Gamification-Design-Methoden vertreten die Ansicht, dass ein bestimmtes Game-Design-Element zu einem ganz bestimmten Effekt führt (Koivisto & Hamari, 2019). Allerdings wird die Motivationswirkung von Gamification durch die Persönlichkeit der Individuen moderiert (siehe Abschnitt 2.2.1) (Zaric et al., 2020). Unter anderem haben verschiedene Nutzer:innen auch verschiedene Verhaltensweisen, Präferenzen und Vorerfahrungen. Dadurch ist es unwahrscheinlich, dass ein und dasselbe Gamification-Design für alle von ihnen gleichermaßen funktioniert (Ferreira et al., 2020; Toda et al., 2020). Um möglichst vielen verschiedenen Nutzer:innen innerhalb desselben gamifizierten Systems gerecht zu werden, sollte daher eine Vielfalt verschiedener Erfahrungen vorgesehen werden. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass jede:r Lernende für sich etwas Sinnvolles findet (Toda et al., 2020).

Das *LEarner-centered GAMification Design Framework (LEGA)* von Baldeón et al. (2016) und das *Personalized Gamification Design Model (PeGaM)* von Zaric et al. (2020) versuchen, diesem Umstand gerecht zu werden, indem sie das Gamification-Design auf der Persönlichkeit der Lernenden basieren. Ihre Struktur ähnelt derer der sequentiellen Grobmodelle aus Abschnitt 3.2, sie spezifizieren aber manche Teile des Prozesses näher:

- Bei der Definition der Projektziele in der Projektvorbereitungsphase muss festgelegt werden, welche Inhalte (Wissen) und Kompetenzen (Fertigkeiten), von den Nutzenden durch Gamification assimiliert werden sollen. Kurz: Es sollten messbare Intendierte Lernergebnisse (ILOs) bzw. Lernziele festgelegt werden.

- Die Nutzer:innenanalyse umfasst eine Identifikation der Lernstile und Spielertypen der zukünftigen Nutzer:innen.
- In der Ideenfindungsphase müssen geeignete gamifizierte Lernaktivitäten konzipiert werden, indem bestimmte Game-Design-Elemente zur Implementierung ausgewählt werden.

3.4 Octalysis

Keines der bislang vorgestellten Modelle spezifiziert die Phase der Erstellung eines Konzepts für die Integration von Game-Design-Elementen näher. Daher müssen sie mit einem anderen Konzept kombiniert werden, welches auf den motivationspsychologischen Rahmenmodellen zur Entstehung von Motivation aufsetzt (Schöbel & Söllner, 2019), um motivationsförderliche gamifizierte Lernsettings zu schaffen.

Das *Octalysis Framework* (für Gamification & Behavioral Design) schlägt den folgenden sechsstufigen Prozess vor, der auf den acht Core Drives der Gamification (siehe Abschnitt 2.2.5) basiert (Chou, 2016):

1. Messbare Projektziele definieren.
2. Zielgruppen identifizieren.
3. Festlegen, welche Handlungen und Schritte die Nutzer:innen im Laufe der Nutzung ausführen sollen. Jede dieser gewünschten Handlungen führt zu einem *Win-State*, sobald sie ausgeführt wird.
4. Game-Design-Elemente auswählen, die den Nutzenden rückmelden, dass ihre Handlungen bedeutsam sind. Dadurch werden gewünschte Handlungen bestärkt (siehe Abschnitt 2.2.4).
5. Konkrete Anreize (siehe Abschnitt 2.2.4) für die Ausführung einer gewünschten Handlung und das Erreichen eines Win-States schaffen.
6. Iterativ weitere konkrete Ideen entwickeln, welche die acht Core Drives der Nutzenden in Richtung der gewünschten Handlungsweisen ansprechen.

3.5 Methode zur Gamification von Lernprozessen

Als Synthese der vorgestellten Vorgehensmodelle ergibt sich das in Abb. 6 dargestellte Vorgehen, das auf den Terminologien des UCD-Ansatzes basiert. Da die Projektvorbereitung (siehe Abschnitt 3.2) bereits abgeschlossen ist, wird diese nicht weiter berücksichtigt: Die Projektziele (Forschungsfragen) wurden in Kapitel 1 festgelegt und eine Bewertung, ob Gamification anwendbar und geeignet ist, findet sich in Kapitel 2.

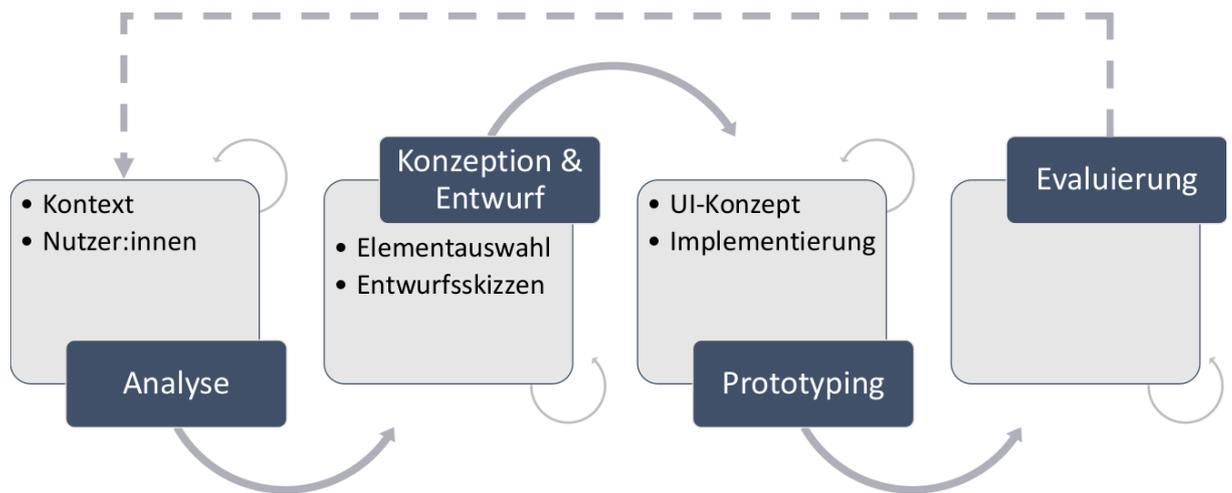


Abb. 6: Methode zur Gamification von Lernprozessen

Zunächst wird im nachstehenden Kapitel der Kontext analysiert, in den die gamifizierte Lernanwendung später eingebunden werden soll. Dabei werden Intendierte Lernergebnisse (ILOs) festgelegt, aus denen sich unmittelbar die gewünschten Nutzer:innenhandlungen ergeben. Zusätzlich werden die Zielgruppen der Anwendung identifiziert. Lernstiltheorien werden von vielen Pädagog:innen und Forscher:innen kritisiert (Pashler et al., 2008), insbesondere weil sie in der Praxis die Tendenz haben können, Lernende zu etikettieren und dadurch das Lernen zu behindern. Daher wird auf eine Lernstilanalyse verzichtet. Außerdem ist der präexistente Lernprozess im Anwendungsfall bereits für einen bestimmten Lerntyp konzipiert. Anschließend werden in den Kapitel 5 und 6 geeignete Game-Design-Elemente zur Implementierung ausgewählt. Diese werden auf einem Octalysis-Netzdiagramm platziert. Indem auf eine gleichmäßige Ausprägung der verschiedenen Core Drives geachtet wird, kann gefördert werden, dass die Anwendung später verschiedenen Typen von Nutzenden gerecht wird (siehe Abschnitt 2.2.5). Die Ideen, wie diese Game-Design-Elemente genau umgesetzt werden, werden in einer Entwurfsskizze festgehalten und daraufhin in Kapitel 7 grafisch ausgearbeitet und implementiert (Semler, 2016). Nach Abschluss der Evaluierung in Kapitel 8 ist das (Binnen-)Ziel dieser Arbeit erreicht, der Prozess würde dann im eigentlichen Sinne von neuem beginnen, um den Prototyp weiter zu verbessern.

4 Analyse

4.1 Kontextanalyse

Bei der Entwicklung von Gamification-Anwendungen muss zunächst der jeweilige game-fremde Kontext mitberücksichtigt, dessen Rahmenbedingungen adressiert und diese Rahmenbedingungen als Grenzen akzeptiert werden (Morschheuser et al., 2017; Sailer, 2016). Zu den zu berücksichtigenden Aspekten, die der spielfremde Kontext mit sich bringen kann, gehören spezifische Anforderungen der Zielgruppe und der entsprechenden Organisation (Sailer, 2016).

4.1.1 Funktionstheorie

Die *Harmonielehre* handelt von den Klangbeziehungen der Dur-Moll-tonalen Musik (also etwa von 1600-1900). Es gibt verschiedene Theorien, um diese Klangbeziehungen zu beschreiben (Michels & Vogel, 2010). Eine dieser Theorien, die zum dominierenden Paradigma harmonischer Analyse in Deutschland geworden ist (Holtmeier, 2003), ist die *Funktionstheorie*. Sie geht zurück auf die von Hugo Riemann erdachte Lehre von den kadenziellen Funktionen (Holtmeier, 2003).

Die Funktionstheorie wird an fast allen Hochschulen Deutschlands gelehrt und „steht gleichsam synonym für Harmonielehre“ (Holtmeier, 2003, S. 20). Die harmonische Analyse soll es den Studierenden ermöglichen, ein tieferes Verständnis der Meisterwerke zu erlangen (Schreyer, 1911) sowie „das erlernte Theoretische für reproduktive Zwecke zur Anwendung zu bringen, um in ein Kunstwerk, das er wiederzugeben hat, völlig eindringen zu können und seine zukünftigen Schüler in diese Richtung weiterzuführen“ (Grabner, 1923). Ein weiteres Ziel ist die Förderung von Tonsatz-Kompetenzen (Riemann, 1906).

Um die Klangbeziehungen innerhalb eines Musikstückes zu beschreiben, werden so genannte Funktionszeichen unter die Akkorde gesetzt. Die Funktionszeichen sollen einer radikalen Vereinfachung (Holtmeier, 2003) und „Reduzierung des komplizierten Klanggebildes auf seine einfachste Form“ (Grabner, 1923) dienen. Eine Einführung der verschiedenen Funktionszeichen findet sich bei Michels und Vogel (2010, S. 96–99).

4.1.2 Musiktheoretische Grundausbildung (MGA)

Die gegenwärtige Lehre im Fach MGA orientiert sich stark am Lehrwerk von König (2003). Neue Thematiken werden zunächst durch direkte Instruktion unter Verwendung des Lehrwerks vermittelt. Anschließend werden diese an Beispielen demonstriert und gemeinsam eingeübt, um die Studierenden in die Zone der nächsten Entwicklung zu heben (*Scaffolding*) (Kapp, 2012). Das so erworbene Wissen und die so erworbenen Fertigkeiten werden zu Hause mithilfe von Übungsaufgaben konsolidiert, welche im Unterricht besprochen, verglichen und korrigiert werden.

Der Aufbau des Lehrwerks von König (2003) konnte in der Literatur bestätigt werden (siehe Anhang 1). Die dort enthaltenen Beispiele sind mehrheitlich Ausschnitte aus realen Kompositionen bekannter Komponist:innen.

Für den Gamification-Design-Prozess ist es entscheidend, dass aus der Kontextanalyse heraus ein messbares Intendiertes Lernergebnis (ILO) festgelegt wird, welches die Nutzer:innenaktivitäten spezifiziert, die durch Gamification gefördert werden sollen (Fischer et al., 2017). Das ILO des MGA-Kurses ist, dass *die Studierenden harmonische Zusammenhänge in Dur-Moll-tonalen Stücken erkennen und funktionstheoretisch benennen können*. Dieses ILO ließe sich beispielsweise im Rahmen der MGA-Klausur messen, was jedoch außerhalb der Reichweite dieser Arbeit liegt.

4.2 Nutzer:innenanalyse

Die Hauptzielgruppe der Anwendung sind Studierende des Lehramts Musik in der Studieneingangsphase. Die Anwendung kann aber auch für Musiklehrende/-dozierende, Oberstufenschüler:innen sowie an Musiktheorie interessierte Privatpersonen relevant sein. Zur Darstellung der Hauptzielgruppe, ihrer Motivationen und Bedürfnisse empfiehlt sich die Erstellung einer Persona (Morschheuser et al., 2017; Richter & Flückiger, 2016). Da aufgrund ehemaliger Zugehörigkeit eine Innensicht in die Hauptzielgruppe besteht, kann dabei auf Beobachtungen und Befragungen (Richter & Flückiger, 2016) verzichtet werden.

Paul ist Erstsemesterstudent an der Universität Potsdam und studiert Lehramt für die Sekundarstufen I/II für die Fächer Musik und Biologie mit Hauptfach Gesang. Er ist 19 Jahre alt und hat seine allgemeine Hochschulreife vor einem halben Jahr erlangt. Aus dem Musik-Leistungskurs und seiner Vorbereitung auf die Eignungsprüfung bringt er rudimentäre Vorkenntnisse im Bereich Musikanalyse mit. Er hat aber noch nie ein eigenes Stück komponiert oder arrangiert. Paul hat eine animierende und begeisternde Art an sich und möchte später ein Musiklehrer sein, der seinen Schüler:innen viele praktische Musikerfahrungen ermöglicht. Aus diesem Grund empfindet er die Theorie eher als Klotz am Bein und möchte im Fach MGA vor allem (irgendwie) bestehen. Paul ist im Notenlesen nicht so sicher wie seine Kommiliton:innen, weil er erst seit 3 Jahren ein Harmonieinstrument (Klavier) spielt. Dadurch braucht er für Aufgaben länger als der Durchschnitt und es fällt ihm bislang schwer, dem Theorieunterricht zu folgen. Er hat Sorge, die Klausur nicht zu bestehen. Paul ist leicht ablenkbar, leicht zu überfordern und neigt dazu, bei zu großen Herausforderungen schnell aufzugeben. Er versucht dennoch meist, selbst mit solchen Situationen klarzukommen, um andere nicht damit zu belasten. Paul ist neugierig, spielt in seiner Freizeit Computer-Rollenspiele (RPGs) und mag es besonders, dort neue Welten zu erkunden. Er lernt in der Regel durch Ausprobieren und Üben. Aufgrund der COVID-19-Pandemie in den vergangenen Jahren ist er es bereits gewohnt, selbständig mit Online-Lernanwendungen zu lernen und mit diesen umzugehen. Daher wäre eine Lernanwendung, in welcher er Funktionsanalyse üben kann, ein echter Gewinn für Paul.

5 Game-Design-Elemente

Es ist sinnvoll, häufig wiederkehrende Aspekte aus Gamification-Ansätzen als Ausgangspunkt für die als nächstes anstehende Ideenfindungsphase zu verwenden (Morschheuser et al., 2017). Dies sind im Sinne von Definition 2.1.1 all jene Elemente, die in vielen Games vorkommen und die dabei für den Ablauf des jeweiligen Games bedeutsam sind (Deterding et al., 2011). Sie bilden die grundlegenden Bausteine und wahrnehmbaren Erscheinungsformen von gamifizierten Anwendungen und werden als *Game-Design-Elemente* bezeichnet (Deterding et al., 2011; Werbach & Hunter, 2012).

Viele Ansätze zur Strukturierung von Game-Design-Elementen (Blohm & Leimeister, 2013; Hunicke et al., 2004; Sailer, 2016; Werbach & Hunter, 2012) gehen davon aus, dass Game-Design-Elemente auf der UI durch gewisse Instanzen ausgedrückt werden können und nur diese Ebene für Nutzende direkt wahrnehmbar ist. Erst durch die Interaktion mit dem Ensemble an Elementen entstehen dann bestimmte emotionale Reaktionen bzw. Nutzungserlebnisse. Umgekehrt werden Nutzende lediglich eine Gesamtwahrnehmung ihres UX haben, ohne dieses jedoch in der Regel auf einzelne Elemente zurückführen zu können.

Im MDA-Rahmenmodell (siehe Abb. 7) werden diese Ebenen als *Mechaniken* (Elemente von Games auf Ebene der Datendarstellung und der Algorithmen), *Dynamiken* (Laufzeitverhalten der Mechaniken unter Einbeziehung der Eingaben der Nutzenden) und *Ästhetiken* (UXs) bezeichnet (Hunicke et al., 2004). Wegen der Ambiguität des Begriffs *Ästhetik* wird in dieser Arbeit der Begriff UX bevorzugt.

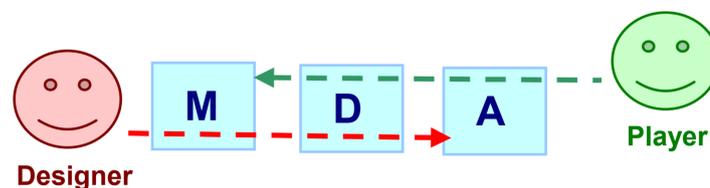


Abb. 7: MDA-Rahmenmodell (Hunicke et al., 2004)

Um Gamification in Bildungskontexten sinnvoll einzusetzen, ist eine tiefere Beschäftigung mit den Mechaniken und ihren motivations- und lernförderlichen Potenzialen notwendig (Werbach & Hunter, 2015). Das Problem dabei ist allerdings, dass eine geschlossene und universale Auflistung, die alle existierenden Game-Design-Elemente umfasst, nicht erstellt werden kann (Ofosu-Ampong, 2020; Werbach & Hunter, 2015). Das liegt daran, dass bereits der Game-Begriff höchstens heuristisch definierbar ist (siehe Abschnitt 2.1.1). Es ist daher unmöglich eindeutig abzugrenzen, welche Aspekte noch charakteristisch für Games sind und welche nicht, da viele Aspekte auch in anderen Artefakten anzutreffen sind.

Jegliche Liste (inklusive der nun folgenden) ist also zwangsläufig zu einem gewissen Grade arbiträr. Die hier gegebene Auflistung versucht, fundamentale, weitestgehend unstrittig als solche

angesehene Game-Design-Elemente zu identifizieren und unter bestimmten Dynamiken (Blohm & Leimeister, 2013; Högberg et al., 2019; Schöbel & Söllner, 2019) zu klassifizieren. Dafür wurden verschiedene Quellen miteinander verglichen: Albertazzi et al. (2019), Blohm und Leimeister (2013), Bozkurt und Durak (2018), Chou (2016), Deterding et al. (2011), Dicheva et al. (2015), Fischer et al. (2017), Hamari et al. (2014), Herzig et al. (2015), Högberg et al. (2019), Kapp (2012), Koivisto und Hamari (2019), Layth Khaleel et al. (2016), Ofosu-Ampong (2020), Sailer (2016), Toda et al. (2019) und Zichermann und Cunningham (2011). Es wurden aber zusätzlich zu den meistgenannten Elementen auch solche ausgewählt, die besonders vielversprechend für Lernanwendungen im Kontext Musikanalyse sind.

5.1 Informationelle Feedbackelemente

Informationelles Feedback wird den Nutzenden gegeben, um sie darüber zu informieren, wie sie bei der Ausführung von Aktivitäten und Tätigkeiten in einem Informationssystem abgeschnitten haben (Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015). Das heißt, es macht Nutzende zwar auf ihren Erfolg oder Misserfolg aufmerksam (Schöbel & Söllner, 2019), gibt ihnen aber keine Auskunft darüber, wie sie die Aktion korrigieren können (Herzig et al., 2015; Kapp, 2012). Feedbackelemente lassen sich in Fortschrittselemente und Sammelemente unterteilen.

5.1.1 Fortschrittselemente

Games sind dynamische Systeme (Werbach & Hunter, 2015), deren Dynamik in der Regel auf einer Art von Fortschritt in Richtung der Win-States basiert (Chou, 2016). Ein Win-State ist meist ein Szenario, in dem die Nutzer:innen eine bestimmte Herausforderung überwunden haben (Chou, 2016). Dieses Gefühl, etwas erreicht zu haben und erreichen zu können, kann sich auf ihre Selbstwirksamkeitserwartung auswirken und so die intrinsische Motivation steigern und aufrechterhalten (Boudadi & Gutiérrez-Colón, 2020). Dafür ist es aber wichtig, dass Herausforderungen so gestaltet sind, dass Nutzer:innen auch stolz darauf sein können, diese bewältigt zu haben (Chou, 2016). Fortschrittselemente (*Progressionselemente*) stellen also den individuellen Fortschritt der Nutzer:innen innerhalb des Systems dar. Sie geben einen Überblick, was innerhalb des Systems zu tun ist und was bereits erreicht wurde (Schöbel & Söllner, 2019) und können so eine Aufgaben- bzw. Lernzielorientierung fördern (Sailer, 2016). Fortschrittselemente sprechen den Core Drive Accomplishment (Chou, 2016), bzw. das psychologische Grundbedürfnis nach Kompetenzerleben (Aparicio et al., 2012) an.

Fortschrittsanzeige Eine Fortschrittsanzeige (*Progress Bar*) ist eine grafische Darstellung, die es Nutzenden ermöglicht, ihren Status bei der Bearbeitung von Aufgaben oder Aktivitäten besser abschätzen zu können. Sie visualisiert den Fortschritt der Nutzer:innen bei der Umsetzung und Bearbeitung von Aktivitäten in einem Informationssystem (Schöbel & Söllner, 2019).

Level Level sind hierarchische Spielebenen (Toda et al., 2019), welche den Game-Verlauf in diskrete Schritte unterteilen (Werbach & Hunter, 2015). Die Nutzer:innen beginnen auf der niedrigsten Levelstufe und können schrittweise zur Höchsten gelangen, indem sie Aufgaben erfolgreich bewältigen. Sie müssen dabei die vorherige Levelstufe abschließen, um in die Nächste zu gelangen (Schöbel & Söllner, 2019). In vielen Games erfordert dies das Überwinden besonders schwerer Herausforderung am Kulminationspunkt eines Levels, welche als Endgegner:innen (*auch Boss Fight*) bezeichnet werden (Heinzen et al., 2015; Werbach & Hunter, 2015). Level verdeutlichen den Nutzenden, dass sich ihre Leistungsfähigkeit im Laufe der Zeit entwickelt hat (Schöbel & Söllner, 2019) und können so motivierend wirken (Boudadi & Gutiérrez-Colón, 2020). Sie aggregieren Sammelemente (Herzig et al., 2015), da der Abschluss eines Levels für gewöhnlich mit Sammelementen belohnt wird oder eine vorgegebene Anzahl an Sammelementen voraussetzt (Heinzen et al., 2015).

Leistungsgraph Ein Leistungsgraph (*Performance Graph, Performance Stats*) zeigt die Leistung/en von Nutzer:innen im Game-Verlauf grafisch auf (Sailer et al., 2017). Im Gegensatz zu Ranglisten mit ihrer sozialen Bezugsnormorientierung, wird bei Leistungsgraphen eine individuelle Bezugsnorm verwendet (Sailer, 2016). Sie stellen also lern- und motivationsförderliches Feedback zur Verfügung, ohne dabei kompetitive Elemente aufzuweisen (Sailer, 2016).

5.1.2 Sammelemente

Auch Sammelemente (*Collection*) stellen den individuellen Fortschritt der Nutzer:innen innerhalb des Systems dar. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie durch den Abschluss bestimmter Aufgaben oder Aktivitäten im Game verdient bzw. gesammelt werden können (Schöbel & Söllner, 2019). Sammelemente sprechen den Core Drive Ownership (Chou, 2016), bzw. das psychologische Grundbedürfnis nach Kompetenzerleben an (Aparicio et al., 2012).

Errungenschaften Errungenschaften (*Achievement, Accomplishment*) repräsentieren das Erreichen festgelegter Ziele infolge von Nutzer:innenaktivitäten innerhalb des Systems (Sailer, 2016; Schöbel & Söllner, 2019; Werbach & Hunter, 2015). Eine Errungenschaft kann durch ein digitales Artefakt visuell repräsentiert werden (*reward, award, Belohnung*) (Werbach & Hunter, 2012, 2015), um die Leistungen der Spielenden zu bestätigen und die Zielerreichung sichtbar zu machen (Ostashewski & Reid, 2015; Sailer et al., 2017). Eine mögliche Form eines solchen belohnenden visuellen Symbols sind dabei Abzeichen (*Badges, Auszeichnungen, Achievement Symbols*). Diese haben keine narrative Bedeutung, das Sammeln ist nicht verpflichtend (Sailer, 2016) und sie enthalten Metadaten, die helfen, den Kontext, die Bedeutung, den Prozess und das Ergebnis einer Aktivität zu erklären (Ostashewski & Reid, 2015). Abzeichen haben eine Zielsetzungsfunktion: Sie zeigen den Nutzenden erwünschte Aktivitäten auf und können so deren (Lern-)Verhalten positiv beeinflussen (Kumar & Herger, 2013). Außerdem können sie die Nutzenden bestärken, bestimmte herausfordernde Wege einzuschlagen und Schwierigkeiten auf sich zu nehmen, um

damit verbundene Abzeichen zu erreichen (Ostashewski & Reid, 2015; Sailer, 2016). Darüber hinaus dienen sie als Quelle positiven Feedbacks und haben auch eine soziale Komponente: Die Nutzenden können über das Teilen und Vergleichen ihrer Errungenschaften mit Anderen ihre Individualität ausdrücken (Ostashewski & Reid, 2015; Rigby & Ryan, 2011; Toda et al., 2019; Walz et al., 2015).

Als Belohnung für eine Errungenschaft können nicht physische und immaterielle Objekte wie Münzen vergeben werden, die dazu dienen, bestimmte Dinge zu kaufen (virtuelle Güter). Eine weitere Form von Belohnung für eine Errungenschaft sind freischaltbare Inhalte (*Content Unlocking*, *Milestone Unlock*), die als neue Aspekte des Games erst dann verfügbar werden, wenn Spieler:innen bestimmte Ziele erreichen (Chou, 2016; Werbach & Hunter, 2015).

Punkte Punkte (*Point*, *Measure*, *Metric*, *Score*) sind eine numerische Darstellung des Spielfortschritts bzw. Spielstands (Seaborn & Fels, 2015; Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015) und werden für die erfolgreiche Ausführung erwünschter Aktivitäten vergeben (Kumar & Herger, 2013; Werbach & Hunter, 2012). Punkte sind die einfachste und schnellste Form, um kontinuierliches und unmittelbares Feedback zu geben (Kumar & Herger, 2013; Sailer, 2016; Sailer et al., 2017; Werbach & Hunter, 2012). Sie spielen damit für das Entstehen von Flow (Sailer, 2016) und die Vermittlung eines Selbstwirksamkeitsgefühls (Erleben von Kompetenz) eine wichtige Rolle (Rigby & Ryan, 2011).

Punkte können danach unterschieden werden, ob sie den Nutzer:innen für die Gesamtheit aller ausgeführten Tätigkeiten (Erfahrungspunkte) oder nur für bestimmte Aktivitäten oder einen begrenzten Zeitraum (Fertigkeitspunkte) verliehen werden. Es gibt Punkte, die nur steigen (*One-Way Status Points*) und solche, die auch fallen (*Two-Way Status Points*) können (Chou, 2016; Herzog et al., 2015; Zichermann & Cunningham, 2011). Darüber hinaus gibt es noch einlösbare Punkte, die in virtuelle oder reale Belohnungen eingetauscht werden können und eine Art von Handel etablieren (Sailer, 2016).

Monitor Attachment Bei einem Monitor Attachment wird eine mit einem sammelbaren Element in Verbindung stehende Zahl kontinuierlich und an prominenter Stelle auf dem Bildschirm platziert. Dies soll dazu führen, dass die Nutzer:innen den Zustand und die Entwicklung der Variable durchgehend im Blick behalten und sich so automatisch mehr mit dem Erfolg und dem Wachstum dieser Zahl identifizieren (Chou, 2016).

5.2 Interaktionselemente

Gemäß soziokultureller Lerntheorien findet der größte Teil des Lernens erst durch soziale Interaktion statt (Walz et al., 2015). Elemente, die soziale Interaktion ermöglichen, sind also als zentraler Bestandteil von Lernanwendungen anzusehen. Interaktionselemente sprechen den Core

Drive Social Influence (Chou, 2016), bzw. das psychologische Grundbedürfnis nach dem Erleben sozialer Eingebundenheit an (Aparicio et al., 2012).

Zusammenarbeit Von Kooperation (*cooperation, collaboration, teamwork, Kooperation, Kollaboration*) spricht man, wenn Akteure zusammenarbeiten müssen, um ein gemeinsames, für beide Seiten wünschenswertes und vorteilhaftes Ziel zu erreichen, das einzeln nicht erreichbar ist (Kapp, 2012; Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015). Kooperation kann insbesondere durch die Einführung von Teams gefördert werden (Werbach & Hunter, 2012).

Wettbewerb Die Wettbewerbsdynamik (*Competition, Conflict*) umfasst alle Strukturen, in denen zwei oder mehr Gruppen gegeneinander antreten, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen (Toda et al., 2019), wobei das Ziel nur von genau einer Gruppe erreicht werden kann (Werbach & Hunter, 2015). Wettbewerb kann sozialen Druck erzeugen, der das Engagement der Lernenden erhöht und einen konstruktiven Effekt auf das Lernen haben kann (Sailer & Homner, 2020).

Ranglisten (*Bestenliste, Leaderboard, Highscore list, Scoreboard*) verstärken den Wettbewerb zwischen Nutzenden (Werbach & Hunter, 2015). Sie bieten eine visuelle Übersicht, die den Fortschritt der Nutzer:innen an einem festgelegten Erfolgskriterium misst und in Bezug auf die Fortschritte anderer Nutzer:innen darstellt (Sailer et al., 2017; Werbach & Hunter, 2015). Wenn der Kontext, in welchen die gamifizierte Anwendung eingebettet ist, bereits wettbewerbsorientiert ist, können Ranglisten diesen Wettbewerb positiv unterstützen (Nicholson, 2015).

5.3 Exploration

Explorative Elemente (*Playfulness*) ermöglichen entdeckendes Lernen und tragen so wesentlich zur Steigerung der intrinsischen Motivation bei². Sie sprechen die Core Drives Empowerment und Unpredictability (Chou, 2016), bzw. das psychologische Grundbedürfnis nach Autonomieerleben an (Aparicio et al., 2012).

Auswahl Nutzer:innen können sich nur dann explorativ einer Lernumgebung nähern, wenn sie Handlungsfreiheit haben; das heißt in einer gamifizierten Anwendung sollte es nicht nur einen vorgefertigten Weg geben, um zu gewinnen. Die Nutzenden sollten auf dem Weg zum Win-State genug bedeutungsvolle und wertfreie Wahlmöglichkeiten erhalten, mit denen sie persönliche Präferenzen und ihre Kreativität ausdrücken können (Chou, 2016). Allerdings ist hier nicht die tatsächliche Anzahl an Optionen ausschlaggebend, sondern vielmehr das durch das Game Design vermittelte Gefühl der Handlungsfreiheit (Schell, 2020).

²<https://bit.ly/3h7mNY1>, abgerufen am 17.06.2021

Evolved UI Wie im vorigen Abschnitt erwähnt, ist für die Exploration das Gefühl der Handlungsfreiheit entscheidend. Wenn aber Nutzer:innen zu Beginn des UX - also in der *Onboarding*-Phase - zu viele Funktionen zur Verfügung gestellt werden, fühlen sie sich verwirrt und nutzen keine einzige davon (Schwartz, 2011). Dieses Problem versucht man über eine Evolved UI zu umgehen, indem am Anfang nur wenige Optionen, Schaltflächen und Symbole angeboten werden. Je mehr Win-States die Spielenden erreichen, desto mehr Optionen, Fertigkeiten und Fähigkeiten schalten Sie frei (Chou, 2016). Die Auswahlmöglichkeiten der UI bleiben also der Phase der Spielenden im Game angepasst.

Aufmerksamkeitssteuernde Elemente Eine andere Möglichkeit, um zu vermeiden, dass Nutzer:innen (insbesondere während der Onboarding-Phase) von ihrer Wahlfreiheit überfordert werden, ist der Einsatz von aufmerksamkeitssteuernden Elementen. Hier wird die Anzahl der Wahlmöglichkeiten nicht reduziert, aber die Nutzenden werden unbewusst in die richtige Richtung gelenkt, indem an ihre Neugier appelliert wird. Hierfür sollten die zentralen Elemente hervorgehoben werden, welche die erwünschten Aktionen repräsentieren. Dies lässt sich beispielsweise über ein auffälliges Overlay-Item (*Glowing Choice*) realisieren, oder indem ein einziges buntes Element inmitten einer sonst visuell unauffälligen Seite eingebunden wird (*Desert Oasis*) (Chou, 2016). Auf diese Weise wird sichergestellt, dass Nutzer:innen nicht darüber nachdenken müssen, ob sie eine erwünschte Aktion ausführen wollen. Vielmehr müssen sie aktiv gegen ihre Intuition arbeiten, um eine erwünschte Aktion bewusst *nicht* auszuführen (Chou, 2016).

Zufall Unser Alltag ist voller Zufälle und endloser Möglichkeiten; daher können Unberechenbarkeit und Zufall zu einem immersiven UX beitragen (Werbach & Hunter, 2015). Ein Beispiel für ein solches Zufallselement sind *zufällige Belohnungen (Random Rewards)*: Erwartbare aber vorab nicht genau bekannte Belohnungen, die erscheinen, sobald der Spielende einen Win-State erreicht. Bei *Easter Eggs* hingegen sind sowohl der Auslöser als auch die Belohnung selbst unerwartet und unbekannt. Oft ist dieser unvorhersehbare Prozess ein wesentlicher Antrieb für Spieler:innen in der *Endgame*-Phase (Chou, 2016). Der Vorteil unerwarteter Belohnungen liegt darin, dass sie sich weniger negativ auf intrinsische Motivation auswirken (siehe Abschnitt 2.4). Das liegt daran, dass eine unerwartete Belohnung als weniger manipulativ wahrgenommen wird (Walz et al., 2015).

Erneuerung Konsequenzfreiheit bzw. Versagensfreiheit ist ein typisches Charakteristikum von Games (siehe Abschnitt 2.1.1). Erneuerung (*Renovation, Replay, Do-Over, Renewal, Extra Life*) ermöglicht es den Spielenden, eine Aktion zu wiederholen und neu zu starten (Toda et al., 2019). Das Wissen, jederzeit neu starten zu können, gibt dem Spielenden die Möglichkeit, die Spielregeln frei zu erforschen und Hypothesen zu testen (Kapp, 2012). Auf diese Weise können sie erfolgreiche Ansätze entwickeln, um das Game zu meistern.

5.4 Herausforderung

Games sind unnötige Hindernisse, die wir freiwillig in Angriff nehmen (McGonigal, 2011). Erst Herausforderungen (*Challenges*), die durch gewisse Beschränkungen (*Constraints*) entstehen, machen ein Game interessant.

Zeitbeschränkung Eine Zeitbeschränkung (*Time pressure, countdown, clock*) erhöht den Stresspegel und motiviert Spieleraktivitäten durch Vermittlung eines Gefühls von Zeitknappheit (Kapp, 2012).

5.5 Fiktion & Immersion

Der Aspekt der Fiktion und des Eintauchens in eine andere Realität macht den Reiz vieler Games aus. Fiktive Elemente sprechen den Core Drive Meaning (Chou, 2016), bzw. das psychologische Grundbedürfnis nach Autonomieerleben an (Aparicio et al., 2012).

Avatar Ein Avatar ist eine visuelle Repräsentation des Nutzenden, welche diesen eindeutig identifiziert. Avatare können simpel gestaltet oder aufwendig animiert sein (Werbach & Hunter, 2015). Ziel des Einsatzes von Avataren ist es, den Spielenden zu ermöglichen, eine andere Identität zu erschaffen und anzunehmen (Sailer et al., 2017). Dieser Identifikationsprozess, bei dem die Nutzer:innen die Perspektive eines Charakters einnehmen und imaginär die Emotionen und Kognition des Charakters übernehmen, kann die Immersion fördern (Sailer, 2016).

Narrativer Kontext Der narrative Kontext (*Narrative Anchor, Meaningful Story, Game Fiction, Story, Theme, Storytelling, Fantasy*) ist die Umgebung, in der das Spielen eines Games oder von Teilen eines Games stattfindet. Er visualisiert Bilder oder Objekte wie Fantasiewelten, die eigentlich nicht in der realen Welt existieren und verdeutlicht den Nutzenden dadurch, was sie tun sollten und warum (Schöbel & Söllner, 2019). Der narrative Kontext kann so für die Kohärenz des UX sorgen und die tieferen Bedeutungszusammenhänge der Anwendung stärken (Chou, 2016; Kapp, 2012; Werbach & Hunter, 2015). Darüber hinaus eröffnet er den Spielenden Möglichkeiten zur Selbstdarstellung in Rollenspielen (Kumar & Herger, 2013).

Nachdem nun ein Überblick über verschiedene Charakteristika von Games gegeben wurde, können im nächsten Schritt konkrete Ideen zur Umsetzung im vorliegenden Anwendungsfall entwickelt werden.

6 Konzeption & Entwurf

Die Phase der Ideenfindung ist entscheidend für die Entwicklung von gamifizierten Lösungen (Ferreira et al., 2020) und ist eigentlich ein iterativer Prozess, dessen Ergebnisse hier zusammenfassend beschrieben werden. In einem ersten Schritt wurde entschieden, welche Game-Design-Elemente für die Gamification einer musiktheoretischen Lernanwendung vielversprechend sind.

6.1 Elementauswahl

Es gibt zwei grundlegende Ansätze zur Elementauswahl: *Theoriebasierte Ansätze* untersuchen Theorien wie die SDT (siehe Abschnitt 2.2.2), um zu definieren, welche Elemente verwendet werden sollen (Toda et al., 2020). *Datenbasierte Ansätze* stützen sich zum Beispiel auf Nutzungsdaten, um das Gamification-Design auszuwählen (Toda et al., 2020). Die datenbasierten Ansätze sind allerdings noch nicht ausgereift und bedürfen weiterer Forschung, um das Verständnis darüber zu verbessern, wie mögliche datenbasierte Designs zu erstellen sind und um zu ermitteln, ob diese effektiver sind als theoriebasierte Designs (Toda et al., 2020). Es konnte aber bereits gezeigt werden, dass beispielsweise zwischen der Befriedigung der drei Grundbedürfnisse der SDT und einem guten UX ein Zusammenhang besteht (Abeelee et al., 2020; Kapp, 2012). Es wurde daher ein theoriebasierter Ansatz angewandt, der auf den acht Core Drives der Gamification (siehe Abschnitt 2.2.5) aufbaut, da diese einen Bezug zu vielen anderen motivationspsychologischen Rahmenmodellen aufweisen (siehe Abschnitt 2.2.5).

Es gibt bislang keine Studien, die klare Richtlinien und Begründungen für die Kombination von Game-Design-Elementen liefern (Toda et al., 2020). Daher müssen eigene Kriterien für die Auswahl festgelegt werden: Alle verwendeten Elemente sollten einen Bezug zu mindestens einem White Hat Core Drive aufweisen, da diese eher auf einen Langzeiteffekt hinwirken (siehe Abschnitt 2.2.5) und weniger Gefahrenpotenzial besitzen, die intrinsische Motivation zu untergraben. Zudem ist anzunehmen, dass Avoidance (einer schlechten Note in der Klausur), Scarcity (von Lernzeit, die für das Fach MGA aufgebracht werden kann) und Meaning (der Funktionsanalyse für den Lehrer:innenalltag) bereits durch den universitären Kontext hergestellt werden. Es werden primär solche Elemente ausgewählt, die sich mit angemessenem Entwicklungsaufwand umsetzen lassen, zu den Zielen und Motiven der Zielgruppe passen (Schöbel & Söllner, 2019) und auch im zeitlich begrenzten Rahmen eines einmaligen Experiments wirksam sind. Zudem sollten alle Elemente die erwünschten Aktionen (siehe Abschnitt 4.1.2) unterstützen und nicht von dem Lernziel ablenken.

So wurde beispielsweise das Game-Design-Element *Wettbewerb* verworfen, weil dieses zu Resignation führen kann, wenn Wettbewerb zwischen Lernenden mit unterschiedlichen Kompetenzniveaus oder in unterschiedlichen Phasen der App-Nutzung stattfindet (Kumar & Herger, 2013;

Nicholson, 2015; Werbach & Hunter, 2012). Der Grund hierfür liegt in der sozialen Bezugsnormorientierung von Wettbewerbselementen: Durch den dauerhaften Vergleich mit Anderen und die damit verbundene Leistungsorientierung werden Misserfolge als bedrohlich und kritisch angesehen (Sailer, 2016). Diese negative Fehlerkultur kann sich ungünstig auf Lernprozesse auswirken.

Überzeugende narrative Kontexte wiederum sind schwer zu implementieren (Chou, 2016): Die meisten Gamification-Designer:innen sind nicht als Autor:innen ausgebildet (Sailer & Homner, 2020) und es gibt keine systematisch validierten Prozesse zur Generierung narrativer Kontexte (Toda et al., 2020). Es konnte auch bislang nicht nachgewiesen werden, dass sich narrative Kontexte positiv auf die Motivation auswirken (Sailer & Homner, 2020).

Die ausgewählten Elemente sind in Abb. 8 dargestellt und nach Core Drives zusammengefasst.

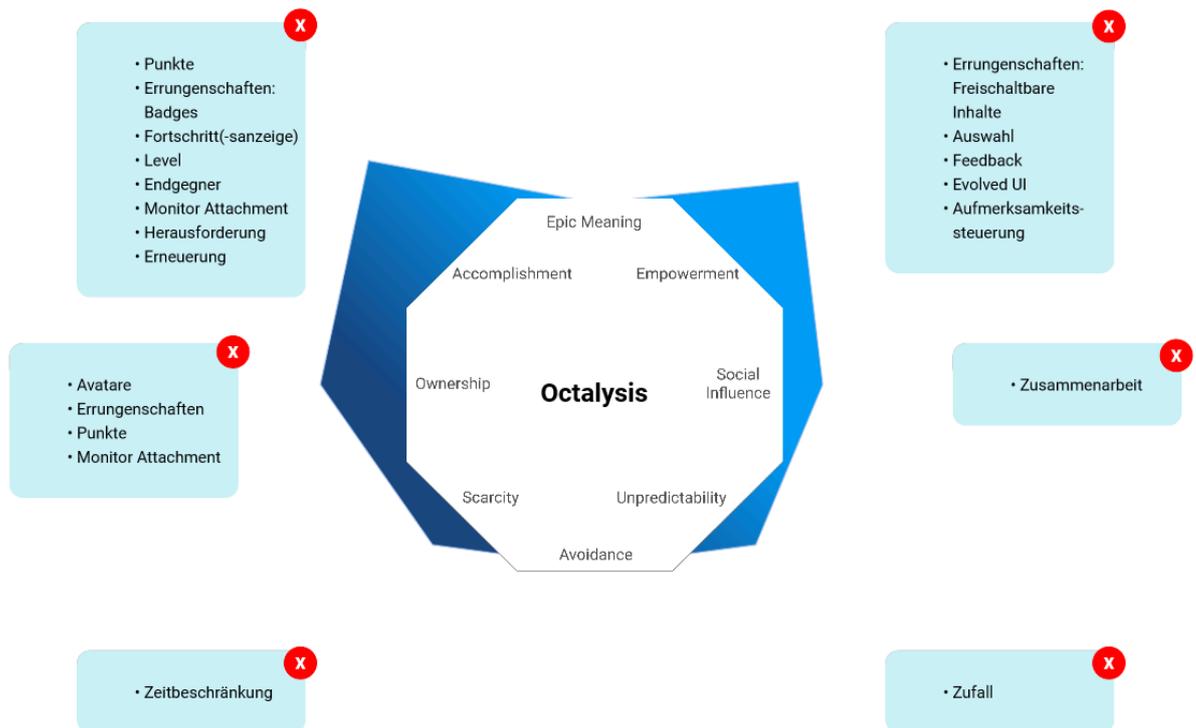


Abb. 8: Octalysis-Diagramm für die Funktionsanalyse-App

Die Anzahl der zur Implementierung ausgewählten Game-Design-Elemente liegt (je nach Zählweise) bei etwa 13 Elementen. Durchschnittlich werden in empirischen Studien zur Gamification lediglich 3,5 Elemente implementiert (Koivisto & Hamari, 2019). Es ist aber entscheidend, dass die Zahl der implementierten Game-Design-Elemente nicht zu niedrig ist. Nach der *Grenzwerthypothese* von Groening und Binnewies (2021) wird Gamification erst ab einer bestimmten Schwelle in der Anzahl an Elementen vorteilhaft. Dies liegt daran, dass die Erfüllung der kognitiv anspruchsvollen Hauptaufgabe (hier: Funktionsanalyse) die Inanspruchnahme aller Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses erfordert. Jedes Game-Design-Element erfordert aber zu einem gewissen Grade eine Verlagerung von Ressourcen weg von der Hauptaufgabe. Bei einer geringen Zahl an Game-Design-Elementen entfallen im Zuge der Aufmerksamkeitsverlagerung mehr Ressourcen

für die Hauptaufgabe, als durch die Elemente Nutzen entsteht. Erst ab einem gewissen Grenzwert übersteigt der Nutzen die Kosten der Aufmerksamkeitsverlagerung. Außerdem kann eine zusätzliche Wirkung durch die Interaktion verschiedener Game-Design-Elemente miteinander entstehen (Kapp, 2012). Dieser Effekt ist desto größer, je mehr Game-Elemente implementiert werden.

6.2 Entwurfsskizzen

Nun können die verschiedenen Abläufe im System beschrieben werden, welche sich aus dem in Abschnitt 4.1.2 festgelegten ILO ergeben: Die Nutzenden wählen eine Aufgabe aus und lösen diese, indem sie den einzelnen Harmonien Funktionszeichen zuordnen. Bei der Beschreibung wird auch darauf eingegangen, wie die verschiedenen Game-Design-Elemente (zusammen-)wirken.

Benutzerkonto anlegen Zunächst müssen sich neue Nutzer:innen in der Anwendung registrieren. Dieser Vorgang ist nötig, damit die Nutzungsdaten über mehrere Nutzungszeiträume erhalten bleiben können und damit per *In-Game-Telemetry* zusätzliche Daten für die Evaluierung erhoben werden können. Da die Registrierung schnell ablaufen muss und nicht zu komplexe und umfassende Informationen erfassen darf (Semler, 2016), wird ausschließlich ein frei wählbarer Nutzernamen und ein wenigstens achtstelliges Passwort benötigt. Dies hat allerdings den Nachteil, dass ein Workflow für die Passwort-Wiederherstellung zunächst nicht implementierbar ist. Die Nutzer:innen wählen im Verlauf des Registrierungsprozesses ihren Avatar aus, wobei sie mehrere bedeutsame Auswahlmöglichkeiten zur Individualisierung erhalten (Kapp, 2012; Sailer, 2016). Dies ist im Hinblick auf eine Förderung des Autonomieerlebens (siehe Abschnitt 2.2.2) wichtig. Der Avatar ist während der gesamten Nutzung der Anwendung konstant sichtbar, um die Ownership (siehe Abschnitt 2.2.5) zu stärken.

Hauptseite Nach erfolgreichem Einloggen wird den Nutzenden eine Übersicht über alle verfügbaren Herausforderungen (Liedbeispiele) angezeigt. Der Schwierigkeitsgrad jeder Herausforderung wird durch eine Zahl repräsentiert, welche den Nutzenden signalisiert, wie viel Erfahrung(-spunkte) sie durch das Meistern dieser Herausforderung erlangen (Chou, 2016; Zaric et al., 2020). Um den Flow aufrecht zu erhalten, nimmt der Schwierigkeitsgrad der Herausforderungen kontinuierlich so zu, dass stets ein bestimmtes Maß an Anstrengung erforderlich ist, ohne dabei eine Überforderung darzustellen (Baur & Schüler, 2020; Kapp, 2012; Nicholson, 2015). Die Herausforderungen sind zu Levels gruppiert. Das nächste Level wird freigeschaltet, indem man die schwerste Herausforderung des vorangegangenen Levels meistert (Boss Fight). Die Benennung gibt den Nutzenden jeweils Auskunft darüber, welche Schwierigkeit neu hinzukommt (Zaric et al., 2020). Innerhalb eines Levels besitzen Nutzende die Wahlfreiheit, die Aufgaben in beliebiger Reihenfolge zu bearbeiten. Dies ist entscheidend für das Autonomieerleben und eine explorative Nutzung der Anwendung (Chou, 2016; Nicholson, 2015). Weiterhin ermöglicht dies, dass fortgeschrittene Nutzende Aufgaben überspringen können, sich somit Herausforderungen aussuchen

können, die zu ihren Fähigkeiten passen und damit nicht aus dem Flow-Channel fallen (Baur & Schüler, 2020; Kapp, 2012). Ihre Kompetenz (siehe Abschnitt 2.2.2) wird für die Nutzenden durch eine Liste von Errungenschaften und die Gesamtzahl verdienster Punkte erlebbar, die sie als Belohnung für bereits gemeisterte Herausforderungen erhalten haben. Fortschrittselemente signalisieren den Nutzenden, zu welchem Grad sie die einzelnen Herausforderungen bereits gemeistert haben und wie eine Meisterschaft der Anwendung (Win-State) erreicht werden kann - nämlich dann, wenn die Fortschrittsanzeige 100% erreicht (Kapp, 2012). Diese Darstellung der eigenen Kompetenz kann die intrinsische Motivation erhöhen. Die Übersichtsseite folgt insgesamt einem aufgabenbasierten Designansatz, das heißt alle Hauptfunktionen (insbesondere das Lösen einer Aufgabe) können mit nur einem Klick erreicht werden (Semler, 2016).

Onboarding Es ist entscheidend, neue Nutzer:innen an die Nutzung des Systems heranzuführen; diesen Prozess bezeichnet man als *Onboarding* (Zichermann & Cunningham, 2011). Bei der ersten Nutzung der Anwendung werden Nutzende durch gezielte Aufmerksamkeitssteuerung und einige wenige dezent platzierte Hinweise unterbewusst auf Funktionalitäten aufmerksam gemacht, die nicht sofort sichtbar sind (Semler, 2016). Die Nutzenden haben die Möglichkeit, diese Hinweise zu schließen. Insgesamt wird also auf ein implizites, progressives und exploratives Onboarding gesetzt, da Nutzende mit mobilen Endgeräten in der Regel keine lange Anleitung durchlesen wollen. Vielmehr gilt: Je einfacher die Anwendung zu bedienen ist, desto besser ist sie (Chou, 2016; Semler, 2016).

Eine Aufgabe lösen Der/die Nutzer:in löst eine Aufgabe, indem er/sie sich gegebenenfalls das Liedbeispiel anhört, dann auf einen Ton in einer zu lösenden Harmonie klickt und ein Funktionszeichen an der Stelle ergänzt. Es stehen dabei nur diejenigen Funktionszeichen zur Auswahl, welche im aktuellen Level benötigt werden (Evolved UI). Der/die Nutzer:in bekommt immer unmittelbar zurückgemeldet, ob das ausgewählte Funktionszeichen korrekt ist. Für korrekte Lösungen bekommen die Nutzenden eine Belohnung, wobei die bislang erhaltenen Belohnungen und der Fortschritt innerhalb der Herausforderung konstant für sie sichtbar bleiben (Monitor Attachment).

Es wird die Zeit gestoppt, welche ein:e Nutzer:in zum Meistern einer Herausforderung gebraucht hat. Dies erhöht die Scarcity, ermöglicht eine Selbsteinschätzung und ist auch aus Kontextsicht sinnvoll, weil die Studierenden für die Klausur Zeitmanagement erlernen müssen. Es gibt aber keine strikte Zeitbeschränkung. Eine solche wäre kontraproduktiv, weil sie explorative Verhaltensweisen beschränkt und insbesondere langsameren Nutzer:innen ein Kompetenzerleben erschwert oder gar verwehrt. Vielmehr sollen die benötigte Zeit und die Anzahl an Fehlern als Anreiz dienen, die Aufgabe zu einem späteren Zeitpunkt noch mal zu lösen (Erneuerung). Auf diese Weise ist eine Verbesserung über die Zeit, beispielsweise in Form einer routinierteren, sicheren oder fehlerfreien Bearbeitung, wahrnehmbar.

Das Lösen einer Aufgabe kann jederzeit unterbrochen und zu einem späteren Zeitpunkt an derselben Stelle fortgesetzt werden. So können die Nutzenden auch nach Verbindungsabbrüchen wieder auf die Inhalte zugreifen (Semler, 2016).

Hat man eine Herausforderung erfolgreich gemeistert, bekommt man eine Erfolgsmeldung angezeigt. Die Erfolgsmeldung ist nicht jedes Mal identisch, sondern enthält ein Zufallselement (Random Reward), um das UX abwechslungsreicher zu gestalten (Chou, 2016).

Eine neue Aufgabe anlegen Die Nutzenden können im System auch selbst neue Herausforderungen für Andere anlegen. Diese Herausforderungen werden in einem gesonderten Level gesammelt. Auf diese Weise werden die Nutzer:innen ermutigt, miteinander in Interaktion zu treten und voneinander zu lernen, wodurch das Erleben sozialer Eingebundenheit gefördert wird (Chou, 2016; Nicholson, 2015). Beispielsweise könnten MGA-Studierende ihre Ergebnisse aus dem im selben Semester stattfindenden Fach Tonsatz (Komposition) durch andere Nutzer:innen analysieren lassen, wodurch Synergien zwischen beiden Fächern entstehen. Darüber hinaus bietet die Funktionalität Nutzer:innen in der Endgame-Phase mehr Raum für neue Nutzungserlebnisse (Nicholson, 2015).

Die Aufgabensammlung verwalten Administrator:innen können neue Aufgaben anlegen, löschen oder von einem Level in ein Anderes verschieben.

7 Erstellung des Prototyps

Auf Basis der Entwurfsskizzen (siehe Abschnitt 6.2) kann nun ein Prototyp erstellt werden. Dieser muss noch kein vollständig lauffähiges System darstellen, soll aber dazu eingesetzt werden können, nachfolgend bestimmte Aspekte der UI zu evaluieren (Richter & Flückiger, 2016).

7.1 UI-Konzept

Zunächst wurden skizzenähnliche Darstellungen der noch nicht funktionsfähigen Bedienelemente der Anwendung (also insbesondere ohne Farbe, Typographie, Bilder oder Grafiken) aus Sicht der Nutzenden erstellt (Semler, 2016). Diese so genannten *Wireframes* finden sich in Anhang 2. Administrative Funktionen stehen nicht im Fokus der Betrachtung und werden daher nur rudimentär im späteren Verlauf der Implementierung hinzugefügt (siehe Abschnitt 7.2.1).

Da die Anwendung später in der Lehre eingesetzt und von einer breiten Masse an Studierenden genutzt werden soll, muss sie plattformübergreifend nutzbar sein. Dies ist am einfachsten mit einer *Web-App* zu erreichen (Semler, 2016). Aufgrund der geringen Komplexität der notwendigen Berechnungen sind etwaige Performanzeinbußen durch die Nutzung von Webtechnologien vertretbar. Weiterhin kann vom großen bereits vorhandenen Knowhow aus dem Bereich Webtechnologien und der Fülle an bereits vorhandenen Frameworks profitiert werden. Es ist aber zu beachten, dass die Anwendung nicht im Offline-Betrieb funktionieren wird. Da die Universität Potsdam über ein großflächiges zuverlässiges WLAN-Netzwerk verfügt und für die Heimmutzung Ende 2020 94,5% der deutschen Haushalte über schnelles Breitbandinternet (≥ 50 Mbit/s) verfügten (BMVI, 2020), ist dies zu vertreten.

Junge Erwachsene im Alter von 16-34 Jahren (wie die Hauptzielgruppe) nutzten Anwendungen im Jahr 2017 hauptsächlich auf mobilen Endgeräten (Tesche, 2018), weshalb sich eine responsive Gestaltung der UI empfiehlt. Weiterhin ist eine flache Navigationsstruktur vorzuziehen, bei der alle Navigationspunkte unmittelbar von der Hauptseite aus erreichbar sind. So gibt es auf den Unterseiten nur eine einzige Navigationsaktion (nämlich *Zurück zur Hauptseite*) und den Nutzenden ist zu jeder Zeit klar, wo sie sich befinden (Semler, 2016).

Der Name der App sollte maximal 12 Zeichen umfassen, einzigartig und leicht zu merken sein sowie ein Schlüsselwort enthalten, das die Funktion der App beschreibt (Semler, 2016). Als Name der App wurde *HarmoLyze* gewählt - ein Portmanteau aus den Worten *Harmony* und *Analyse*. Das *y* in der zweiten Worthälfte dient der Suchmaschinenoptimierung³.

Die einzelnen Aufgaben werden auf Ebene der Hauptseite (siehe Anhang 2/2) durch Karten repräsentiert, deren Optik an Sammelkarten erinnert. Diese Karten sind eine Reminiszenz an

³<https://www.google.com/search?q=HarmoLyze>, abgerufen am 22.06.2021

die Jugendzeit der Hauptzielgruppe und können als Sammelemente beziehungsweise Errungenschaften erworben werden, indem die jeweilige Aufgabe gelöst wird. Die Karten sind zu Sätzen (Levels) gruppiert, wobei immer nur ein Satz zugleich angezeigt wird. Dies verdeutlicht die thematische Strukturierung und begrenzt die Anzahl an unmittelbar angezeigten Optionen für die Nutzenden, um einer Überforderung vorzubeugen. Der Boss Fight wird als wertvollste Karte eines Satzes farblich von den anderen Karten abgehoben.

Die Hauptfunktionalität der Anwendung basiert gemäß dem in Abschnitt 4.1.2 festgelegten ILO auf der Zuordnung von Funktionszeichen zu Harmonien. Es ist somit für die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung entscheidend, ein ergonomisches Bedienelement zur Auswahl von Funktionszeichen zu entwerfen. Dieses Auswahllement erscheint als modaler Dialog, sobald eine Note angeklickt wurde (siehe Anhang 2/4). Während Zusatztöne und der Basston über zum Datentyp passende Standardeingabefelder abgefragt werden können, gestaltet sich die Auswahl aus der Fülle möglicher Grundfunktionen schwieriger: Grundsätzlich gibt es in der Funktionstheorie nur drei Hauptfunktionen (Tonika, Subdominante und Dominante); alle weiteren (Neben-)Funktionen beziehen sich immer auf eine dieser drei Hauptfunktionen. Es wurde also ein Element benötigt, was eine hierarchische Selektion auf mobilen Endgeräten unterstützt (Auswahlrad). Im äußersten Kreis lassen sich zunächst die Hauptfunktion spezifizieren. Anschließend sind im inneren Kreis beide Medianten ersten Grades wählbar. Die Obermedianten sind dabei immer rechts, die Untermedianten immer links angeordnet. Die Varianten einer Funktion sind durch Klick auf den Mittelkreis auswählbar. Der gesamte Auswahldialog unterstützt also das Verständnis der Funktionstheorie, indem er ihre innere Logik und Beziehungen visualisiert. Es wurde dagegen entschieden, Zwischendominante und Verkürzung als zusätzliche Eingabefelder anzulegen, weil dies den Platz für das Rad weiter reduziert hätte. Stattdessen sind diese ebenfalls über den Mittelkreis als Zusatzoptionen zur Dominante anwählbar, da sie in der Regel nur bei dieser auftreten. Ähnlich wurde es für die Medianten dritten Grades gehandhabt, welche zusätzlich als Option zur jeweiligen Ober-/Untermediante ersten Grades ausgewählt werden können. Dieses pragmatische Vorgehen erweitert zwar die innere Logik des Mittelkreises als Werkzeug zur Auswahl von Variantklängen, ist aber unkompliziert in der Anwendung, in sich weiterhin stimmig und trotz allem leicht erlernbar.

7.2 Prototyp

7.2.1 Dimensionierung

Nun, da ein grundlegendes UI-Konzept vorliegt, sollte geplant werden, wie umfangreich der spätere Prototyp sein soll (Richter & Flückiger, 2016).

Funktionsumfang Der Prototyp sollte alle als für die Nutzenden sichtbar vorgesehenen Funktionen zeigen. Es werden lediglich grundlegende Administrator-Funktionen für die Verwaltung der Aufgaben implementiert.

Funktionsiefe Grundsätzlich sollte der Prototyp voll funktionsfähig sein, um den Workflow wiederzugeben. Bezugnehmend auf König (2003) und in Absprache mit dem Fachbereich werden jedoch alterierte Basistöne, Modulationen und Doppelsubdominanten nicht unterstützt. Weiterhin sind Vorhalte als separate Funktionen und Doppeldominanten als Zwischendominanten zu notieren.

Darstellungstreue Es ist wichtig, dass das Look & Feel der UI des Prototypen dem intendierten Endprodukt möglichst nahe kommt, da die Erforschung des UX im Mittelpunkt steht.

Interaktivität Games sind per se interaktiv und Gamification entfaltet ihre (immersive) Wirkung erst in der Interaktivität. Es muss daher ein interaktiver Prototyp mit lauffähigen Beispielen implementiert werden.

Datengehalt Es ist wichtig, reale Liedbeispiele bekannter Komponist:innen zu verwenden, damit die Nutzenden ein tieferes Verständnis der Meisterwerke erlangen können (siehe Abschnitt 4.1.1). Es ist weiterhin wichtig, dass den Nutzenden viele verschiedene Beispiele zur Auswahl gegeben werden (siehe Wahlfreiheit in Abschnitt 5.3).

Technische Reife Der Prototyp wird mit der Entwicklungsumgebung der Zielplattform entwickelt, da es kein geeignetes Freeware-Tool gibt, um eine interaktive *Gameful Experience* zu modellieren.

7.2.2 Ästhetische Ausarbeitung

Funktionale Schönheit ist ein Schlüsselement für ein gutes UX (Albertazzi et al., 2019; Kapp, 2012; Richter & Flückiger, 2016; Sailer, 2016; Semler, 2016; Tractinsky et al., 2000) und fördert die Immersion der Nutzenden (Kapp, 2012). Die Ästhetik eines Softwareprodukts hat einen wesentlichen Einfluss auf die emotionalen Reaktionen der Nutzenden, welche wiederum ihre Motivation beeinflussen können (Müller-Radtke, 2018). Der Stellenwert einer ansprechenden ästhetischen Ausarbeitung ist also nicht zu unterschätzen.

Bildsprache und Symbolik Für die Sammelkarten wurden nach Möglichkeit Bilder ausgewählt, die in Verbindung mit dem Titel des Liedbeispiels stehen. Die Anwendung basiert im Wesentlichen auf drei Icons: Für die Punktzahlen wird eine Analogie zu Münzen hergestellt, die benötigte Zeit wird durch ein Ziffernblatt und die Anzahl an Fehlern beim Versuch, eine Aufgabe zu lösen, durch ein Kreuz symbolisiert.

Farben und Kontraste Die App verwendet die Standard-Farbpalette von Grommet⁴. Es wird für die App ein teilkomplementäres Farbschema verwendet, welches auf Violett (#7D4CDB) und Blau (#00739D) als Hauptfarben aufbaut. Da Violett bislang eher selten eingesetzt wird und als extravagant sowie Farbe des Geistes gilt (Semler, 2016), verleiht es dem Design eine Persönlichkeit und ermöglicht, eine emotionale Verbindung zum Nutzer herzustellen.

⁴<https://v2.grommet.io/color>

Blau hingegen wird gerne als neutrale Farbe für die Informationsfunktionen einer App eingesetzt (Semler, 2016). Als Kontrastfarbe wird ein helles Grün (#6FFF00) verwendet, wobei der Kontrast im Wesentlichen dadurch entsteht, dass die Farbe komplementär zu den Hauptfarben (*Komplementärkontrast*) und wesentlich heller als diese ist (*Hell-Dunkel-Kontrast*) (Semler, 2016). Die Kontrastfarbe wird bei allen Elementen verwendet, die mit dem Fortschritt der Nutzenden (siehe Abschnitt 5.1.1) in Verbindung stehen, da Grün mit Erfolg assoziiert wird (Semler, 2016). Während des Lösen einer Aufgabe werden nicht zu lösende Harmonien ausgegraut. Die Ampelfarben Rot (#FF4040), Orange (#FFAA15) und Grün (#6FFF00) signalisieren den Nutzenden, ob ihre Antwort richtig, teilweise richtig oder falsch ist. Das Auswahlrad basiert auf einem arbiträren triadischen Farbschema zur Kennzeichnung der drei Grundfunktionen Tonika, Subdominante und Dominante.

Animationen und Übergänge Übergänge von einem Zustand in den Nächsten werden durch ein Pulsieren des Navigationsobjekts mit anschließender Überblendung der Seite signalisiert. Während des Seitenübergangs wird darüber hinaus ein Spinner angezeigt, da gerade bei leistungsschwächeren mobilen Endgeräten nicht immer mit einem unmittelbaren Seitenwechsel gerechnet werden kann. Der Prozess ist dennoch in der Regel kurz genug, dass sich die Anzeige eines Ladebalkens nicht lohnen würde. Um den Gewinn-Moment zu verstärken, rüttelt der Geldbeutel und der Avatar zeigt eine positive emotionale Reaktion. Diese Animationen sind an die physikalischen Gegebenheiten der realen Welt angelehnt, um die Immersion zu steigern (Semler, 2016).

App-Icon Das App-Icon ist einfach gehalten, folgt der Farbgestaltung der App, beinhaltet keinen Text, ist limitiert auf 2 Farben und basiert auf universell gültiger Bildsprache (Semler, 2016).

7.2.3 Implementierung

Zur Versionsverwaltung wurde `Git` eingesetzt. Das Repository wird auf den Servern der Universität Potsdam gehostet⁵. `Git` ist weit verbreitet und ermöglicht ein unkompliziertes kostenfreies Deployment, zum Beispiel auf `Vercel`, welches für `Next.JS`-Anwendungen vorgesehen ist und daher hier gewählt wurde.

Die Anwendung wurde mit `BrowserStack`⁶ auf den sechs gängigsten mobilen Endgeräten⁷ sowie den Desktop-Versionen von Google Chrome, Mozilla Firefox und Microsoft Edge getestet.

⁵https://gitup.uni-potsdam.de/wiepke/harmolyze_ma_reuss

⁶<https://www.browserstack.com/>

⁷<https://www.browserstack.com/test-on-the-right-mobile-devices>, abgerufen am 16.06.2021

Dependencies

Die Anwendung basiert auf dem Webframework **React**⁸ und wurde in JavaScript (JS) geschrieben. Auf diese Weise ist sie flexibel und leicht um andere JS-Frameworks erweiterbar. Eigene interaktive UI-Komponenten können mithilfe der syntaktischen Erweiterung **JSX** in **React** relativ einfach erstellt werden. Dadurch ist das Framework prädestiniert für die Erstellung eines UX-Prototyps. Allerdings benötigt der Prototyp auch ein Backend zur Verwaltung der User, der Aufgaben und zum Überprüfen der Lösungen von Nutzenden (ohne Schummelmöglichkeit). Mit dem von vielen großen Firmen eingesetzten⁹ React-Framework **Next.js** kann dieses als *Function as a Service* im JS-Code geschrieben werden.

Die Daten werden in einer dokumentenorientierten Datenbank gespeichert. Das flexible Dokumentenschema von **mongoDB** weist eine große Nähe zur JavaScript Object Notation (JSON) auf. Damit können Daten unkompliziert und nativ aus JS-Anwendungen heraus in **mongoDB** abgelegt werden, ohne dass ein *Object Relational Mapper (ORM)* benötigt wird.

Es ist besonders wichtig, dass das Design der Avatare gut durchdacht und ansprechend konzipiert ist (Kapp, 2012; Sailer, 2016). Die Bibliothek **avataaars**¹⁰ bietet ein ansprechendes Design mit einer ausreichenden Zahl an Individualisierungsmöglichkeiten und ist einfach zu integrieren, weil bereits eine passende **React**-Komponente für die Bibliothek existiert.

Damit nicht alle Basiskomponenten (Buttons, Textfelder, Optionsfelder, ...) selbst geschrieben werden müssen, wurde **grommet**¹¹ als *React UI Component Library* verwendet. Die Verwendung der Bibliothek ist einfach zu erlernen, die vorimplementierten Komponenten und das Basis-Farbschema sind grafisch ansprechend, einfach erweiterbar und die Bibliothek ist explizit für das Erstellen responsiver Designs ausgelegt.

Für das Session-Management wird das quelloffene Framework **NextAuth.js**¹² verwendet. Dieses unterstützt eine einfache Authentisierung über JSON Web Token (JWT). Dadurch kann *serverless* gearbeitet werden, die Sessions müssen nicht in einer Datenbank persistiert werden und die Nutzenden bleiben auch über mehrere Tabs, Fenster oder Sitzungen hinweg angemeldet, solange das Cookie (JWT) erhalten bleibt. Als kryptologische Hashfunktion wird den Empfehlungen des *Open Web Application Security Project*^{®13} folgend **bcrypt** eingesetzt.

Zur Darstellung der Funktionszeichen, welche häufig Diakritika enthalten, wurde die OpenType-Schriftart **Riemann**¹⁴ verwendet. Diese ist die einzige quelloffene Lösung zur Visualisierung von Funktionszeichen. Die Liedbeispiele werden intern als Zeichenkette in ABC-Notation abgespeichert. Die ABC-Notation ist mächtig und, da sie komplett auf Unicode-Zeichen basiert, leicht

⁸<https://reactjs.org/>

⁹<https://nextjs.org/showcase>

¹⁰<https://github.com/fangpenlin/avataaars>

¹¹<https://v2.grommet.io/>

¹²<https://next-auth.js.org/>

¹³https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Password_Storage_Cheat_Sheet.html, abgerufen am 16.06.2021

¹⁴<https://github.com/mmeyn/Riemann>

lesbar und manipulierbar. Zur Darstellung der Noten wird `abcjs` verwendet. Dieses Framework erzeugt einen JS-Canvas mit transparentem Objektmodell, das leicht manipuliert werden kann (z. B. um die komplexen Ligaturen der Riemann-Schriftart einzubinden) und enthält darüber hinaus bereits nützliche vorimplementierte Methoden.

Liedbeispiele

Die Liedbeispiele und Level bzw. Kapitel wurden von König (2003) übernommen, damit die App möglichst direkt in die gegenwärtige Lehre im Bereich MGA integriert werden kann. Es wird dabei angenommen, dass die Aufgaben im Lehrwerk bereits nach aufsteigender Schwierigkeit sortiert enthalten sind.

Da viele Liedbeispiele eingespielt werden sollten (siehe Abschnitt 7.2.1), erschien es lohnenswert, einen Workflow zu implementieren, der die Eingabe von Liedern über eine MIDI-Schnittstelle ermöglicht. Die Noten wurden zunächst in einer Musiknotationssoftware erfasst und im offenen Dateiformat `MusicXML` abgespeichert. Aus diesem Dateiformat wird dann beim Anlegen einer neuen Aufgabe in `HarmoLyze` die entsprechende ABC-Zeichenkette (mittels `xml2abc`) generiert, wobei auch der Modus des Stückes (Dur/Moll) aus der `MusicXML`-Datei übernommen wird. Dieser wirkt sich später auf die Darstellung des Auswahlrades aus, da in Moll die Funktionen anders benannt, bzw. anders angeordnet werden müssen.

Nach dem Hochladen werden die Lösungsoptionen händisch in `HarmoLyze` erfasst. Da die Funktionstheorie mehrdeutig ist, kommen manchmal auch mehrere Lösungsoptionen für eine bestimmte Harmonie in Betracht. Hier kann die Person, welche die Aufgabe anlegt entscheiden, welche Lösungen sinnvoll sind und zugelassen werden sollen. Häufig sind nämlich auf Basis des Kontextes nicht alle Möglichkeiten gleichermaßen plausibel. Daher wird dieser Prozess nicht automatisiert.

Objektorientierte Modellierung: Harmonische Funktionen

Eine (harmonische) Funktion im Sinne der Funktionstheorie wird grundlegend durch eine Grundfunktion mit einem bestimmten Basston beschrieben. Funktionen können auch grundtonlos auftreten (Verkürzung), Zusatztöne aufweisen oder sich, wie zum Beispiel im Falle der Zwischendominante, auf nachfolgende Funktionen beziehen. Es ergibt sich das in Tabelle 2 dargestellte Klassendiagramm.

Die `Riemann`-Schriftart nutzt zur Darstellung von Funktionszeichen typografische Erweiterungen des *OpenType Font Formats (OTF)*. Daher werden Methoden benötigt, welche Objekte der Funktionszeichen-Klasse in entsprechende Zeichenketten konvertieren und umgekehrt. Diese Methoden `toString` und `fromString` der Klasse `riemannFunc` sind im Git-Repository¹⁵ in der Datei `lib/riemannFunc.js` einsehbar.

¹⁵https://gitup.uni-potsdam.de/wiepke/harmolyze_ma_reuss

RiemannianFunction
+ baseFunction: Object
+ addTones: Float[] = []
+ baseTone: Integer = 1
+ isSecondaryDominant: Boolean = false
+ isIncomplete: Boolean = false
+ toString(): String

Tab. 2: Klassendiagramm: Funktionszeichen

Diese Methoden sind einfacher zu implementieren, wenn die Kodierung bijektiv ist. Da Primen, Terzen und Quinten als Zusatz- oder Basston optional mitnotiert werden können, werden diese hier grundsätzlich weggelassen. Auch bei Alterationen gibt es jeweils zwei in Frage kommende Darstellungen. So kann beispielsweise das Intervall zwischen Quarte und Quinte sowohl als 4< wie auch als 5> dargestellt werden. Es wurde hier jeweils die häufiger auftretende Variante (König, 2003) gewählt; dies waren 5>, 6>, 6< und 9>.

Berechnung der Punktzahlen

Die durch das Meistern einer Herausforderung erzielbare Punktzahl sollte möglichst proportional zu ihrem Schwierigkeitsgrad sein. Da sowohl Nutzer:innen als auch der Fachbereich selbst möglichst unkompliziert neue Aufgaben anlegen können sollten, ist es nicht praktikabel, dass für jede Aufgabe händisch ein Schwierigkeitsgrad angegeben werden muss. Zudem ist diese Einschätzung subjektiv. Daher wurde ein Algorithmus zur Abschätzung des Schwierigkeitsgrades einer Aufgabe entwickelt (siehe Anhang 3). Unter der Prämisse, dass die Aufgaben im Lehrwerk von König (2003) bereits in nach Schwierigkeitsgrad aufsteigender Reihenfolge enthalten sind, wurde die durch den Algorithmus erzeugte Ordnung iterativ überprüft und verbessert.

Der Algorithmus ordnet zunächst jedem Funktionszeichen eine Punktzahl zu. Die Punktzahl hängt hauptsächlich vom Typ der Grundfunktion ab, wobei Hauptfunktionen am wenigsten und Medianten zweiten oder dritten Grades am meisten Punkte geben. Zusatztöne, ein abweichender Basston, Verkürzungen und Klammerfunktionen werden als zusätzliche Schwierigkeiten angesehen. Anschließend wird für jede zu analysierende Harmonie des Musikstückes aus den an der entsprechenden Stelle möglichen Lösungen das Funktionszeichen mit der geringsten Punktzahl ausgewählt. Mehrfach auftauchende Funktionszeichen werden schwächer gewichtet. Als zusätzliche Schwierigkeiten bei der Analyse von Musikstücken gelten eine hohe Anzahl von Vorzeichen, eine hohe Anzahl verschiedener Stimmen und Moll-Tonalität.

Nachdem nun ein interaktiver Prototyp der Lernanwendung vorliegt, sollte das UX desselben evaluiert werden. Auf diese Weise können Aussagen über die Effektivität der Gamification-Maßnahme getroffen werden. Weiterhin wird es möglich einzuschätzen, ob die Anwendung potenziell für den produktiven Einsatz im universitären Lehrbetrieb geeignet ist.

8 Evaluierung

Im letzten Schritt der Methode zur Gamification von Lernprozessen (siehe Abschnitt 3.5) wird der entstandene Prototyp durch Nutzende hinsichtlich seines UX beurteilt. Typischerweise werden hierfür über Fragebögen aussagekräftige Zahlen zur Beurteilung des Prototyps gesammelt (Richter & Flückiger, 2016).

8.1 Fragestellungen & Hypothesen

Im Kontext der Evaluierung soll die in Kapitel 1 angeführte Fragestellung betrachtet werden:

Fragestellung: *Inwieweit wirkt Gamification auf die Motivation bei den Lernenden zur Beschäftigung mit dem Thema Funktionsanalyse?*

Es wird davon ausgegangen, dass die Gebrauchstauglichkeit und das Nutzungserlebnis (UX) sich entscheidend auf das Entstehen von Motivation auswirken (siehe Abschnitt 2.1). Auf Basis der motivationspsychologischen Rahmenmodelle aus Abschnitt 2.2 ist weiterhin zu erwarten, dass durch die Implementierung von Game-Design-Elementen Gebrauchstauglichkeit und UX verbessert werden können. Es ergeben sich daher folgende Hypothesen:

Hypothese 1: *Gamification führt zu einer besseren Gebrauchstauglichkeit im Vergleich zu keiner Gamification.*

Hypothese 2: *Gamification führt zu einem besseren Nutzungserlebnis (UX) im Vergleich zu keiner Gamification.*

8.2 Methode

Nachfolgend werden die zur Beantwortung der Fragestellung verwendeten Methoden vorgestellt. Hierzu gehören sowohl das grundlegende Studiendesign (8.2.1) als auch der Ablauf der Studie (8.2.2), die Beschreibung der verwendeten Stichprobe (8.2.3), die verwendeten Materialien und Erhebungsinstrumente (8.2.4) sowie die verwendeten statistischen Verfahren (8.2.5).

8.2.1 Studiendesign

Am besten kann die Fragestellung in einem Fragebogen-Experiment untersucht werden (Devers & Gurung, 2015; Huguenin, 2018; Marcus & Rosenzweig, 2020). Es wird dabei ein einfaktorielles experimentelles Studiendesign mit zwei unabhängigen Versuchsgruppen verwendet: Eine Versuchsgruppe arbeitet mit dem Prototyp der gamifizierten Lernanwendung (siehe Kapitel 7) und

eine Kontrollgruppe arbeitet mit einer analogen Version ohne Game-Design-Elemente (siehe Abschnitt 8.2.4). Gamification stellt in der Untersuchung somit die unabhängige Variable dar. Die Zuordnung zu den beiden Gruppen erfolgt randomisiert. Die abhängigen Variablen sind die Gebrauchstauglichkeit und das UX. Diese wurden mit einer übersetzten Version des MEEGA+ gemessen (siehe Abschnitt 8.2.4). Als Kontrollvariablen wurden (neben den im MEEGA+ vorgesehenen demografischen Angaben) musiktheoretische Vorkenntnisse und die Intensität der Nutzung der Anwendung mit aufgenommen. Vorkenntnisse können sich wesentlich auf das Kompetenzerleben auswirken und damit die Wirksamkeit von Gamification moderieren (siehe Abschnitt 2.2.2). Die Intensität der Nutzung der Anwendung wird als mögliches Ausschlusskriterium gesehen.

8.2.2 Ablauf

Das Experiment wurde als unbeobachtete Online-Studie konzipiert. Aufgrund der gegenwärtigen COVID-19-Pandemiesituation wäre eine Laborstudie mit großem Aufwand verbunden gewesen. Auch ist bei einer Online-Studie eine größere Zeiteffizienz für die Teilnehmenden erwartbar, was zu höheren Teilnehmendenzahlen führen kann (Sailer, 2016). Der Fragebogen wurde mit *SoSci Survey* implementiert und auf einem für Befragungsprojekte vorgesehenen Server der Universität Potsdam¹⁶ gehostet. Dadurch erhält der Fragebogen eine einheitliche, ansprechende Ästhetik und die Einhaltung der Erfordernisse des Datenschutzes bleibt abgesichert. Die Lernanwendung wurde auf *Vercel* gehostet¹⁷.

Zunächst werden die Teilnehmenden über Kontext, (zeitlichen) Umfang und datenschutztechnische Aspekte der Studie aufgeklärt. Anschließend werden Daten zu Alter, Geschlecht, Tätigkeit, Spielverhalten und Vorkenntnissen im Fach MGA der Teilnehmenden erfasst.

Die Teilnehmenden erhalten eine kurze Erklärung, wie die Anwendung zu benutzen ist, bei Bedarf eine kurze Einführung in die Funktionstheorie und einen Link zur Anwendung. Die Teilnehmenden registrieren sich dort unter freier Wahl eines Benutzernamens und werden dabei unwissentlich zufällig einer UI-Version (mit oder ohne Game-Design-Elemente) zugewiesen. Die Teilnehmenden lösen mindestens 3 Aufgaben in der Anwendung. Anschließend kehren sie zum Fragebogen zurück und geben dort ihren Benutzernamen an, damit die Datensätze später mit den Daten aus der Anwendung angereichert werden können. Die Teilnehmenden bewerten verschiedene Aspekte der Gebrauchstauglichkeit und des UX auf einer fünfstufigen Likert-Skala. Abschließend erhalten sie die Möglichkeit, starke Aspekte der Anwendung sowie Verbesserungsvorschläge offen zu benennen und weitere Kommentare zu hinterlassen.

8.2.3 Teilnehmende

Die Einladung der Teilnehmenden erfolgte online über ein Anschreiben im Newsletter der Fachschaft Musik an der Universität Potsdam. Darüber hinaus wurden 52 Personen persönlich an-

¹⁶<https://umfragenup.uni-potsdam.de>

¹⁷<https://harmolyze.vercel.app/>

gesprachen. Der Fokus lag auf der Akquise von Teilnehmenden aus der Hauptzielgruppe (siehe Abschnitt 4.2), also all jenen, die am ehesten zu den späteren Benutzenden der Anwendungen gehören werden (Huguenin, 2018; Richter & Flückiger, 2016). Daher wurden systematisch vor allem Musikstudierende und -dozierende der Universität Potsdam zur Teilnahme eingeladen. Das Online-Experiment wurde von 30 Personen vollständig durchlaufen. Nach Datenbereinigung (siehe Abschnitt 8.3) wurden $n = 25$ Teilnehmende für die endgültige Stichprobe verwendet. Die Teilnehmenden waren im Durchschnitt 27 Jahre alt ($M = 26.56$, $SD = 8.18$) und 15 (60%) Teilnehmende waren weiblich. 22 (88%) Teilnehmende gaben an, Studierende zu sein. Davon waren 18 Studierende des Lehramts Musik für die Sekundarstufe(n) im Master oder Bachelor und 2 Studierende des Lehramts Musik für die Primarstufe im Master oder Bachelor. 85% der teilnehmenden Musiklehramtsstudierenden hatten das Fach MGA zum Zeitpunkt der Studie bereits belegt und bestanden, wobei die Prüfung im Mittel 8 Semester ($M = 7.5$, $SD = 3.8$) zurücklag. 16 (64%) Teilnehmende gaben an, mindestens einmal im Monat digitale oder nicht-digitale Spiele zu spielen; lediglich 4 (16%) gaben an, nie digitale Spiele zu spielen. Für die Teilnahme wurden keine monetären Anreize geboten. Als einziger Anreiz wurde in den Anschreiben auf die aufgrund der freien Zugänglichkeit mögliche spätere Nutzung in eigenen Lehrsituationen hingewiesen.

8.2.4 Materialien

Die Experimentalgruppe erhielt den in Kapitel 7 entwickelten Prototyp zur Anwendung. Die Hauptseite der UI ist in Abb. 9 beispielhaft dargestellt.

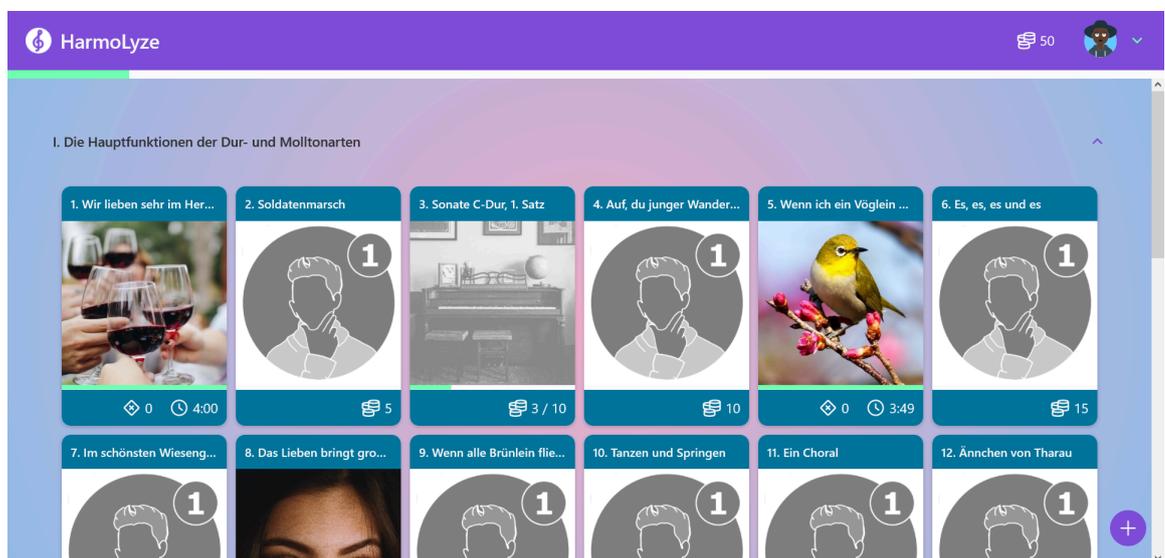


Abb. 9: HarmoLyze — Gamifizierte Version

Für die Kontrollgruppe wurde der Prototyp um alle in Kapitel 6 aufgeführten Game-Design-Elemente reduziert. Die Hauptseite der resultierenden UI ist in Abb. 10 dargestellt. Dieser reduktive Ansatz wird in der Forschung selten gewählt (Groening & Binnewies, 2021), hat aber inhärente Vorteile: Er wirkt der als Kritik an Gamification-Ansätzen vorgebrachten Vorstellung

entgegen, diese wäre eine bloße Anreicherung einer präexistenten Anwendung mit Game-Design-Elementen (siehe Abschnitt 2.4). Vielmehr begünstigt der reduktive Ansatz die Entstehung eines ganzheitlichen und bedeutungsvollen Designs, welches Game-Design-Elemente von Anfang an bei der Konzeption der Anwendung berücksichtigt (siehe Kapitel 3). Es sollte daher mehr Forschung mit diesem reduktiven Ansatz durchgeführt werden (Groening & Binnewies, 2021).

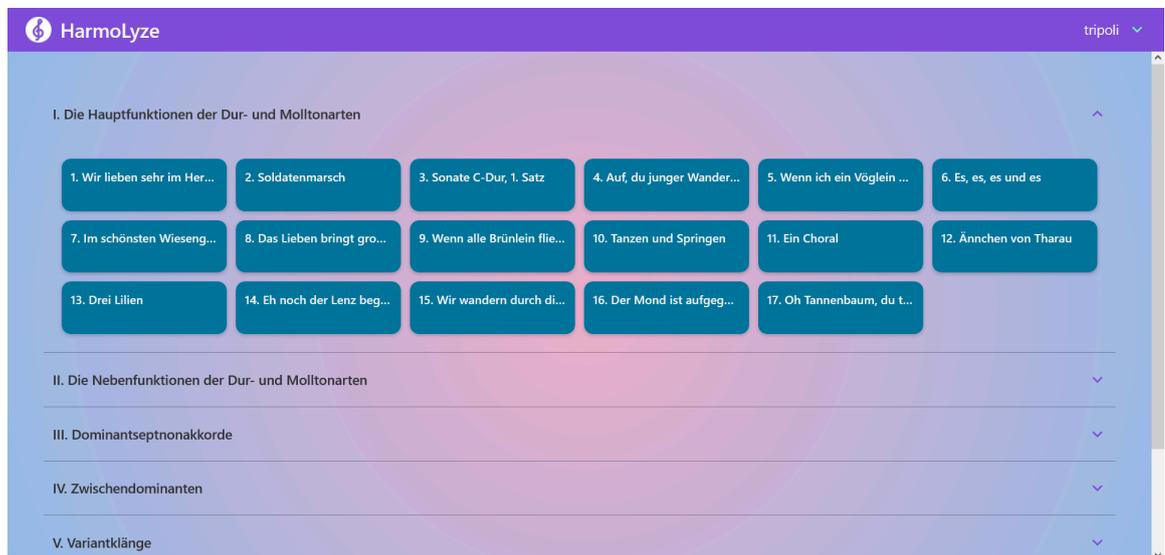


Abb. 10: HarmoLyze — Version ohne Game-Design-Elemente

Zur Messung von Gebrauchstauglichkeit und UX wird ein etabliertes Messinstrument verwendet. Sofern das Messinstrument unverändert angewandt wird, muss seine Güte (Reliabilität, Validität) nicht erneut nachgewiesen werden und die Studienergebnisse sind leichter verallgemeinerbar bzw. mit anderen Studien vergleichbar als bei eigens entwickelten Fragebögen (Brühlmann, 2018). Für diese Studie wurde das MEEGA+ verwendet. Es erfüllt alle Anforderungen an ein geeignetes UX-Messinstrument (siehe Abschnitt 2.1.4) und ist explizit auf die Messung bei Lernanwendungen zugeschnitten. Im Fragebogen wurden alle Vorkommnisse der Begriffe *game* durch *app*, *play* durch *use* und *player* durch *user* ersetzt. Der Fragebogen wurde anschließend nach den Empfehlungen von Poels et al. (2007) vom Englischen ins Deutsche übersetzt:

- Der Autor übersetzte die englischen Items, Anweisungen und Antwortkategorien des Fragebogens ins Deutsche. Das Ziel war es, so nah wie möglich an der Bedeutung des englischen Originals zu bleiben. Allerdings sollte sich die Übersetzung natürlich und logisch anfühlen.
- Ein Student der Anglistik übersetzte die neuen Items zurück in die englische Sprache.
- Diese neue englische Übersetzung wurde anschließend mit der englischen Originalversion verglichen: Die Bedeutung, Richtung und Intensität der Elemente sollten identisch sein. Wo Unterschiede auftraten, diskutierten die beiden Übersetzenden über die Diskrepanzen und entschieden sich für eine Übersetzung, die eindeutig das erfragt, was das englische Original-Item aussagen soll.

8.2.5 Statistische Analyse

Zur Beantwortung der Fragestellung werden qualitative Unterschiede zwischen der Wirkung einer gamifizierten Lernanwendung (Versuchsgruppe) und einer Anwendung ohne Game-Design-Elemente (Kontrollgruppe) untersucht. Die Wirkung wird im MEEGA+ in die Dimensionen Gebrauchstauglichkeit mit den Subdimensionen Ästhetik, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit und Zugänglichkeit sowie die UX-Dimension insgesamt 9 Subdimensionen (siehe Anhang 4) unterteilt. Um Werte für diese 13 Subdimensionen zu erhalten, wurden die Mittelwerte aus allen jeweils zugehörigen Items berechnet. Die Werte der Likert-Skalen reichten für jedes Item von -2 für starke Ablehnung über 0 für Indifferenz bis hin zu 2 für starke Zustimmung. Die Werte für Item Nr. 3 wurden invertiert, damit insgesamt positive Werte mit einer positiven Wahrnehmung und negative Werte mit einer negativen Wahrnehmung des jeweiligen Aspekts assoziiert werden können. Streng genommen handelt es sich bei den im MEEGA+ für die Items verwendeten Likert-Skalen lediglich um Ordinalskalen, so dass es nicht zulässig wäre, ein arithmetisches Mittel zu berechnen. Es gibt allerdings einen wissenschaftlichen Diskurs darüber, ob Daten aus Likert-Skalen gemittelt werden dürfen, welcher von Sauro und Lewis (2012) ausführlich dargelegt wird. Letztlich können anhand von Mittelwertunterschieden auch bei Likert-Skalen qualitative Aussagen über konsistente Unterschiede in beiden Versuchsgruppen getroffen werden (Sauro & Lewis, 2012).

Zur Überprüfung der Hypothesen wird dementsprechend ein Welch-Test berechnet, da dieser als parametrischer Test eine größere statistische Power aufweist als vergleichbare nicht-parametrische Tests (Frost, 2020). Voraussetzung für die Anwendung eines Welch-Tests ist die Unabhängigkeit der Stichproben, welche aufgrund der Randomisierung (siehe Abschnitt 8.2.1) angenommen werden kann. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müssen die abhängigen Variablen nicht zwangsläufig normalverteilt sein (Guiard & Rasch, 2004; Pagano, 2010; Wilcox, 2012). Der Welch-Test setzt keine Varianzhomogenität der abhängigen Variablen voraus (Kubinger et al., 2009; Ruxton, 2006).

Eine Beobachtung wird üblicherweise als statistisch signifikant bezeichnet, wenn sie durch Zufall nicht häufiger als einmal in zwanzig Versuchen zustande gekommen wäre (Fisher, 1929). Dieses Signifikanzniveau ist willkürlich gewählt; will man praktische Implikationen aus einer Studie ziehen, kann auch ein etwas höherer Wert sinnvoll sein (Sauro & Lewis, 2012). Für diese Untersuchung wurde ein Signifikanzniveau von $p = .06$ festgelegt.

In Bezug auf die Effektstärke wird $|d| > .2$ als kleiner Effekt, $|d| > .5$ als mittlerer Effekt und $|d| > .8$ entsprechend als großer Effekt interpretiert (Cohen, 1988).

Abschließend werden die offenen Nennungen des Fragebogens ausgewertet, welche sowohl starke Aspekte als auch Verbesserungsvorschläge umfassen. Die Elemente werden deduktiv kategorisiert und die Anzahl der Nennungen je Kategorie festgehalten. Nur Kategorien mit wenigstens 2 Nennungen werden als Ergebnis mit aufgenommen.

8.3 Ergebnisse

Insgesamt lieferten 30 Teilnehmende vollständige, das heißt zu mindestens 95% ausgefüllte, Datensätze. Insgesamt mussten 5 Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen werden: Ein Teilnehmender hatte einen inexistenten Nutzernamen angegeben und ein Anderer hatte die Anwendung weniger als 5 Minuten genutzt. Ein weiterer Teilnehmender hatte über alle Items hinweg nur zwei verschiedene Werte auf den Likert-Skalen ausgewählt (*Straight-Liner*). Es war daher davon auszugehen, dass diese:r die Fragen nicht mit der nötigen Ehrlichkeit und Sorgfalt beantwortet hatte. Zusätzlich wurden zwei Teilnehmende ausgeschlossen, deren Relative Speed Index (RSI) unter 2 lag und bei denen daher anzunehmen war, dass sie den Fragebogen nicht mit der nötigen Sorgfalt bearbeitet hatten (Leiner, 2019). Die endgültige Anzahl der Teilnehmenden, die in die Datenanalyse einbezogen wurden, betrug $n = 25$.

Die Verteilungen von Spielverhalten, Alter, Tätigkeit und Semester, in dem die MGA-Prüfung bestanden wurde, ähnelten sich in beiden Testgruppen, Kolmogorov-Smirnov $p > .05$. Die Geschlechterverteilungen in beiden Testgruppen unterschieden sich statistisch signifikant voneinander, Kolmogorov-Smirnov $p = .005$: In der Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung waren 36% der Teilnehmenden Männer und 64% Frauen, in der Kontrollgruppe hingegen 43% Männer und 57% Frauen. Die Verteilung der Vorkenntnisse im Fach MGA in beiden Testgruppen unterschieden sich ebenfalls statistisch signifikant voneinander, Kolmogorov-Smirnov $p = .036$: In der Kontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente hatten 10 (71%) Teilnehmende das Modul bereits belegt und bestanden, ein:e (7%) Teilnehmer:in hatte das Modul bereits belegt, aber die Modulprüfung stand noch aus und 3 (21%) Teilnehmende müssen das Modul nicht belegen. In der Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung hatten 7 (64%) Teilnehmende das Modul bereits belegt und bestanden, 2 (18%) Teilnehmende belegten das Modul zum Studienzeitpunkt und 2 (18%) Teilnehmende müssen das Modul nicht belegen.

Die Teilnehmenden haben im Mittel $M = 29$ Minuten ($SD = 30.8$ Minuten) in der Anwendung mit dem Lösen von Aufgaben verbracht und $M = 91$ ($SD = 119.2$) Interaktionen (Klicks) mit der Anwendung getätigt. Dabei haben sie im Mittel $M = 10$ ($SD = 11$) Aufgaben versucht und davon $M = 7$ ($SD = 9.7$) erfolgreich gelöst. Die Teilnehmenden haben von 870 potenziell erreichbaren Punkten im Mittel $M = 110$ ($SD = 195.9$) Punkte erreicht.

Die Mittelwerte für die Dimension Gebrauchstauglichkeit des MEEGA+ lagen bei $M = 1.3$ ($n = 14$, $SD = .32$) für die Kontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente und bei $M = 1.2$ ($n = 11$, $SD = .39$) für die Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung. Die Mittelwerte für die Dimension UX des MEEGA+ lagen bei $M = .56$ ($n = 14$, $SD = .74$) für die Kontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente und bei $M = .85$ ($n = 11$, $SD = .53$) für die Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung. Die Werte können von -2 bis 2 reichen, wobei negative Werte mit einer negativen Wahrnehmung des jeweiligen Aspekts assoziiert werden können und positive Werte mit einer positiven Wahrnehmung. Die Mittelwerte der einzelnen Subdimensionen sind der Tabelle in Anhang 5/1 zu entnehmen.

In Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung zeigte das Ergebnis des Welch-Tests einen statistisch signifikanten Effekt mit großer Effektstärke für die Subdimension Zugänglichkeit ($t(14.79) = 3.36, p = .004, d = 1.45$): Die Zugänglichkeit wurde von der Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung durchschnittlich .7 Skalenpunkte negativer eingeschätzt als in der Kontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente (95%– $CI[.24, 1.08]$). Für die übrigen Subdimensionen der Gebrauchstauglichkeit konnten bei dem festgelegten Signifikanzniveau keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Versuchsgruppen festgestellt werden (siehe Anhang 5/2). Hypothese 1 wird somit nicht angenommen.

In Bezug auf das UX konnte ein statistisch signifikanter Effekt mit großer Effektstärke für die Subdimensionen Joy of Use ($t(22.97) = -2.05, p = .052, d = -.8$) und Konzentration ($t(18.39) = -2.02, p = .059, d = -.84$) festgestellt werden: Die Joy of Use wurde von der Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung durchschnittlich .7 Skalenpunkte positiver eingeschätzt als in der Kontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente (95%– $CI[-1.44, .01]$); die Subdimension Konzentration wiederum wurde durchschnittlich .9 Skalenpunkte positiver eingeschätzt als in der Kontrollgruppe (95%– $CI[-1.77, .04]$). Für die übrigen Subdimensionen des UX konnten bei dem festgelegten Signifikanzniveau keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der Gruppe mit der gamifizierten Lernanwendung und der Kontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente festgestellt werden (siehe Anhang 5/2). Auch bezüglich der Intensität der Anwendungsnutzung waren keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Versuchsgruppen auszumachen (siehe Anhang 5/2). Hypothese 2 wird somit nur teilweise angenommen.

Die Auswertung der offenen Nennungen, welche einen entscheidenden Anhaltspunkt für die Interpretation der Ergebnisse darstellt, ist in Anhang 5/3 einsehbar.

8.4 Diskussion

Ziel der Studie war es, die Wirkung von Game-Design-Elementen auf die Motivation zu untersuchen. Es bestand die Erwartung, dass die Implementierung von Game-Design-Elementen zu einem besseren UX und einer verbesserten Gebrauchstauglichkeit führt. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Experiments im Hinblick auf die Forschungsfrage diskutiert, bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigende Einschränkungen aufgezeigt und abschließend praktische Implikationen abgeleitet.

8.4.1 Theoretische Implikationen

Es zeigten sich signifikante Effekte von Gamification auf manche Teilaspekte des UX, wenngleich Umfang und Stärke der beobachteten Effekte deutlich hinter den auf Basis der Theorie getroffenen Erwartungen zurückblieben.

Es konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede im Nutzungsverhalten festgestellt werden. Diese Beobachtung steht im Konflikt zur Theorie des gamifizierten Lernens (siehe Abschnitt 2.2.1) und der operanten Konditionierung (siehe Abschnitt 2.2.4), nach denen eine Verhaltensänderung zu erwarten gewesen wäre. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die implementierten Belohnungselemente als Stimuli nicht ausreichend bedeutsam waren (siehe Anhang 5/3). Beispielsweise sollten Punkte mit einer Bedeutung verknüpft werden (d.h. einlösbar sein), damit sie nicht zu bloßen Zählern verkommen (Chou, 2016). Auch konnte kein empirischer Beleg für die Wirkung von Gamification auf das Erleben von Kompetenz oder sozialer Eingebundenheit, wie es gemäß der SDT zu erwarten gewesen wäre, gefunden werden. Allerdings wurde lediglich ein Element für den Core Drive Social Influence implementiert (siehe Abb. 8) und dieses wurde von den Teilnehmenden nicht wahrgenommen (siehe Anhang 5/3). Bezüglich des Kompetenzerlebens wird vermutet, dass die meisten Teilnehmenden sich bereits vor Nutzung der Anwendung im Themenbereich kompetent gefühlt hatten. Für zukünftige Studien sollte daher ein Pretest mit aufgenommen werden, der Vorkenntnisse und Kompetenzniveau der Teilnehmenden erfasst.

Entgegen Hypothese 1 empfanden die Teilnehmenden die gamifizierte Anwendung als schlechter zugänglich. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Fülle an Game-Design-Elementen die Aufmerksamkeit mancher Nutzender vom Wesentlichen abgelenkt hat (siehe Abschnitt 2.4). Das zeigt sich auch darin, dass in den offenen Nennungen der Kontrollgruppe wesentlich öfter funktionale Aspekte angesprochen wurden als in der Experimentalgruppe (siehe Anhang 5/3). Künftige Untersuchungen sollten bereits in früheren Phasen des Entwicklungsprozesses formative Evaluierungen durchführen, um sicherzugehen, dass das Gamification-Konzept ausgewogen ist.

Es zeigte sich, dass Personen durch Gamification eine höhere Freude an der Nutzung der Anwendung verspüren. Der unbeschwerte, spaßige und erfreuliche Charakter von Games (siehe Abschnitt 2.1.1) konnte also erfolgreich auf eine Lernanwendung übertragen werden. Auch in anderen Studien konnte Gamification positive emotionale Reaktionen in den Nutzenden hervorrufen, welche einen starken Einfluss auf deren Motivation hatten (Frenzel et al., 2006; Müller-Radtke, 2018). Insgesamt besteht aber noch weiterer Forschungsbedarf zur emotionalen Wirkung von Gamification (Müller-Radtke, 2018).

Außerdem zeigte sich, dass Gamification die Immersivität einer Anwendung steigert. Dieses Ergebnis steht im Einklang zu den Annahmen der Flow-Theorie (siehe Abschnitt 2.2.3) und kann wesentlich zur langfristigen Motivation beitragen. Allerdings konnten keine empirischen Belege für ein gesteigertes Erfolgsgefühl oder erhöhtes Selbstvertrauen gefunden werden, welche mit einem verbesserten Flow einhergehen sollten. Der Grund dafür sollte unter Verwendung eines auf Immersion fokussierten Messinstruments wie beispielsweise des Immersion Questionnaire von Jennett et al. (2008) näher untersucht werden.

Die Gamification von Lernprozessen nach der in Abschnitt 3.5 entwickelten Methode hat also einen tendenziell positiven motivationalen Effekt; es bleibt allerdings unklar, wie stark dieser Effekt ist. Um belastbare Aussagen über die Wirkung von Gamification auf Motivation inklusive

möglicher kausaler Zusammenhänge treffen zu können, sollten beobachtete Studien mit einer höheren Stichprobengröße und Interviews mit den Teilnehmenden durchgeführt werden. Auf diese Weise könnten einige der nachstehend genannten Einschränkungen umgangen werden.

8.4.2 Einschränkungen

Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen gewisse Einschränkungen der methodischen Strenge der Studie berücksichtigt werden, welche sich entscheidend auf ihre Validität auswirken (Sailer & Homner, 2020). Die Validität einer Studie lässt sich in die Kategorien *interne* und *externe Validität* unterteilen.

Interne Validität

Interne Validität liegt vor, wenn die beobachteten Effekte eindeutig auf Gamification zurückzuführen sind. Um dies zu gewährleisten, müssen Störvariablen kontrolliert werden. Da die Messung nicht unter Laborbedingungen stattfand, war dies nur schwer möglich (Sailer, 2016) und es sind weiterhin wesentliche Störvariablen vorhanden:

Eine dieser Störvariablen ist die Nutzungsdauer der Anwendung: Die Teilnehmenden interagierten nur für einen kurzen Zeitraum (5-130 Minuten) mit den Game-Design-Elementen. Die Nutzung vollwertiger Gamification-Systeme in der Praxis erstreckt sich allerdings über größere Zeiträume. Dadurch sind in der Praxis andere motivationale Effekte für solche Game-Design-Elemente erwartbar, deren Wirkung sich erst bei längerer Nutzung entfaltet (Walz et al., 2015). Dies betrifft insbesondere die Möglichkeit, eigene Aufgaben für andere Nutzende hochzuladen. Diese wurde von den Teilnehmenden nicht genutzt. Die Wahrnehmung der implementierten Game-Design-Elemente durch die Nutzer:innen sollte also nicht für selbstverständlich gehalten werden (Sailer, 2016).

Eine weitere Störvariable ist der Einfluss der präexistenten Lehrinhalte auf die Wirkung von Gamification (siehe Abschnitt 2.2.1): Gamification kann nur dann positiv auf Lernprozesse wirken, wenn diese bereits zuvor effektiv gewesen sind (Landers, 2014). Davon wurde hier vereinfachend ausgegangen, diese Vorbedingung wäre aber in einem Pretest zu überprüfen gewesen. Denn Studien, die ein *Posttest-only Design* verwenden, können weder das Vorwissen, noch die anfängliche Motivation vor der Gamification ausreichend berücksichtigen (Sailer & Homner, 2020). Es ist daher anzunehmen, dass Vorwissen und ursprüngliche Motivation der Teilnehmenden ebenfalls entscheidende Störvariablen im Design waren. Diese Annahme wird durch die ungleiche Verteilung des Vorwissens in beiden Versuchsgruppen (siehe Abschnitt 8.3) untermauert.

Da in der Studie eine Vielzahl wechselseitig in Beziehung stehender Game-Design-Elemente implementiert wurde, können mithin keine Rückschlüsse gezogen werden, welche dieser Elemente in welchem Grad das UX beeinflusst haben (Sailer, 2016; Zaric et al., 2020). Daher sind praktische und theoretische Implikationen der Studienergebnisse eingeschränkt (Landers et al., 2018).

Externe Validität

Externe Validität liegt vor, wenn sich die Studienergebnisse auf die Grundgesamtheit und andere Studiendesigns, Messinstrumente oder Situationen generalisieren lassen (Landers et al., 2018).

Zum einen wird die externe Validität durch die Stichprobengröße eingeschränkt: Bei experimentellen Studiendesigns sollten alle Vergleichsgruppen wenigstens zwischen 15 (Frost, 2020) und 20 (Huguenin, 2018) Teilnehmende umfassen. Im vorliegenden Fall waren in der kleineren Versuchsgruppe gerade 11 Teilnehmende. Allerdings ist anzumerken, dass diese Empfehlungen an die Stichprobengröße keine universale Gültigkeit besitzen und letztlich auch mit einer geringeren Stichprobengröße praktische Implikationen abgeleitet werden können (Sauro & Lewis, 2012). Dennoch ist bei kleinen Stichprobengrößen die generelle Gefahr größer, dass einzelne Ausreißer das Ergebnis (des parametrisierten Tests) stark beeinflussen.

Eine weitere Einschränkung betrifft die Akquise der Teilnehmenden. Denn wenn sich die Teilnehmenden in irgendeiner Weise von der Grundgesamtheit (Zielgruppe der Anwendung) unterscheiden, dann können die Ergebnisse möglicherweise nicht über diese Befragten hinaus verallgemeinert werden (Landers et al., 2018). Da die Akquise im vorliegenden Fall vor allem auf Basis von Zweckmäßigkeit durchgeführt wurde, ist davon auszugehen, dass vor allem ohnehin motivierte und an Musiktheorie interessierte Personen teilgenommen haben; schließlich wurden keine extrinsischen Motivatoren wie Belohnungen oder monetäre Gegenleistungen implementiert. Auch ist anzunehmen, dass aufgrund des persönlichen Bezugs des Testleiters zu den Teilnehmenden die Ergebnisse durch soziale Erwünschtheit positiv verzerrt sind. Diese Verzerrung ist selbst für komparative Studien bedingt problematisch, da davon ausgegangen werden kann, dass insbesondere negative Aspekte zu positiv bewertet werden. Auf diese Weise wird der Unterschied zwischen beiden Versionen der Anwendung geschmälert.

Auch ist letztlich unklar, ob die Anwendung bei Einsatz im vorgesehenen universitären Kontext vergleichbare Ergebnisse liefern würde. Es ist anzunehmen, dass eine reine Übungsanwendung ihr volles Potenzial erst unter Einbindung in den zugehörigen Lehrprozess entfaltet.

8.4.3 Praktische Implikationen

Es hat sich gezeigt, dass Gamification grundsätzlich das Potenzial besitzt, das UX von Lernanwendungen in der Praxis positiv zu beeinflussen. Gamification erscheint besonders in solchen Kontexten vielversprechend, in denen der Fokus auf einer Erhöhung der Joy of Use oder einer Steigerung der Immersivität des UX liegt. Denn in Bezug auf andere Aspekte des UX blieben die in der Praxis beobachteten Effekte hinter den theoretischen Erwartungen (siehe Abschnitt 2.2) zurück. Aber weder Joy of Use, noch Immersion bzw. Flow-Zustände können als einzige Quelle für langfristige Motivation angesehen werden. Daher gilt es für jeden Kontext neu abzuwägen, ob der motivationale Mehrwert einer Gamification den beträchtlichen Aufwand für die Erstellung eines stimmigen Gamification-Konzepts übersteigt. Es erscheint in vielen Fällen zielführender,

den Fokus auf die Konzeption einer ästhetisch ansprechenden, funktionalen Anwendung zu setzen, die (im Vergleich zu alternativen Lösungen) einen echten Mehrwert für die Nutzenden bietet. Dies kann als Hauptmotivation für die Nutzung einer Anwendung betrachtet werden.

Unabhängig davon, ob Gamification angewandt wird oder nicht, sollten bei der Entwicklung einer Lernanwendung die folgenden Aspekte beachtet werden. Diese wurden aus den Verbesserungsvorschlägen der Studienteilnehmenden (siehe Anhang 5/3) abgeleitet.

Kohärenz $n = 6$ (60%) Teilnehmenden der Versuchsgruppe mit der gamifizierten Lernanwendung hatte sich die Bedeutung der verwendeten Farben nicht vollkommen erschlossen. Es ist also entscheidend, dass ein Gamification-Design kohärent ist und die Semantik der einzelnen Design-Elemente sich den Nutzenden intuitiv erschließt. Ansonsten kann es aufgrund der großen Fülle an Elementen zu einer Überforderung mancher Nutzenden kommen.

FAQ Ein Nutzer wünschte sich eine „Anleitung, wie die App funktioniert“. Obwohl eine Anwendung auch ohne Anleitung genutzt werden kann, erscheint es also sinnvoll, eine solche bspw. über einen FAQ-Bereich bereitzustellen (Semler, 2016). Dieser kann bei Bedarf insbesondere von weniger explorativ veranlagten Spielertypen genutzt werden, um die Semantik und Benutzung spezieller Bedienelemente zu erlernen.

Verschiedene Nutzungs-Modi $n = 4$ (16%) Teilnehmende äußerten den Wunsch nach zusätzlichen Inhalten mit Erklärungen zu funktionstheoretischen Grundlagen. Hieran wird deutlich, dass eine vollwertige Lernanwendung nicht ausschließlich der Konsolidierung bereits vorhandenen Wissens dienen kann. Vielmehr sollte sie verschiedene Modi unterstützen, in denen die Lernenden neues Wissen zunächst demonstriert bekommen und sich durch Ausprobieren spielerisch aneignen können (Kapp, 2012). Erst dann sollte eine freiere, weniger gelenkte Nutzung der Anwendung zur Konsolidierung des erworbenen Wissens erfolgen.

Mechanismen für wiederholte Fehler $n = 10$ (40%) Teilnehmende hätten präferiert, Hilfestellungen zu erhalten, wenn sie über einen längeren Zeitraum hinweg in der Anwendung nicht weiterkommen. Es ist elementar, dass Nutzende in die Lage versetzt werden, ein fortgesetztes Scheitern überwinden zu können. Ansonsten werden sie mangels Kompetenzerlebens über kurz oder lang aufgeben und die Motivation an der Nutzung der Anwendung verlieren. Scheitern ist also nur bis zu einem gewissen Punkt eine Option; ab dann sollten Nutzende durch systemseitiges Feedback (*Hinting*) unterstützt werden (Kapp, 2012).

9 Fazit

In dieser Arbeit wurde analysiert, ob Lerngelegenheiten in der MGA durch einen, nach einem UCD-Ansatz entwickelten, interaktiven Prototyp einer Lernumgebung für Funktionsanalyse-Übungen unterstützt werden können. Die Evaluierung des Prototyps hat gezeigt, dass die Nutzenden in der Lage waren, mit dem Prototyp wie vorgesehen zu interagieren und diesen als grundsätzlich positiv und hilfreich einschätzten.

Im Rahmen einer empirischen Studie sollte eine Antwort auf die Forschungsfrage gefunden werden, inwieweit Gamification die Motivation bei den Lernenden zur Beschäftigung mit dem Thema Funktionsanalyse steigern kann. Hierfür wurde zunächst ein systematisches, theoriegeleitetes Vorgehensmodell zur Gamification von Lernprozessen entwickelt und angewandt. Der entstandene Prototyp wurde anschließend um alle Game-Design-Elemente reduziert und im Rahmen eines Experiments mit zwei unabhängigen Versuchsgruppen mit der gamifizierten Variante verglichen. Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Gamification einer Lernanwendung nach dem entwickelten Vorgehensmodell grundsätzlich das Potenzial besitzt, manche Aspekte des UX von Lernanwendungen positiv zu beeinflussen. Insbesondere hatte die Gamification positive Effekte auf die Joy of Use und die Immersivität. Allerdings blieb das Ausmaß der beobachteten Effekte deutlich hinter den Erwartungen zurück, die auf Basis verschiedener Motivationstheorien getroffen wurden. Insbesondere gingen aus der Datenerhebung keine signifikanten Effekte von Gamification auf das Nutzungsverhalten oder das Kompetenzerleben hervor. Es konnte auch die Feststellung von Fischer et al. (2017) bestätigt werden, dass Gamification in universitären Kontexten negative Effekte auf die Gebrauchstauglichkeit einer Anwendung haben kann. Alles in allem erscheint Gamification also besonders in außeruniversitären Kontexten vielversprechend, in denen der Fokus auf einer Erhöhung der Joy of Use oder einer Steigerung der Immersivität liegt.

Die tendenziell positiven, wenn auch gemischten Ergebnisse dieser Untersuchung entsprechen der aktuellen Studienlage. Allerdings lassen sich durch die Untersuchung neue Erkenntnisse zur emotionalen Wirkung von Gamification und zu einem systematischen Vorgehen bei der Gamification von Lernanwendungen herausstellen.

Zukünftige Forschung könnte an diese Erkenntnisse anknüpfen, indem sie die emotionale Wirkung von Gamification und deren Einfluss auf die Motivation näher untersucht. Idealerweise sollte diese in dem Kontext stattfinden, für den die Lernanwendung ursprünglich konzipiert wurde. Nur so können Aussagen über die Langfristigkeit der Wirkung abgeleitet werden. Darüber hinaus sollte weiterführende Forschung Gamification auch aus einer entscheidungstheoretischen Perspektive betrachten und Analysemethoden entwickeln, mit denen entschieden werden kann, ob der Einsatz von Gamification zur Motivationssteigerung in einem spezifischen Anwendungsfall zielführend ist. Unter Verwendung des entwickelten Vorgehensmodells kann es sinnvoll sein, näher zu untersuchen, welche Faktoren insgesamt für das Gelingen einer Gamification-Maßnahme in Bildungskontexten entscheidend sind. Die Erkenntnisse einer solchen Untersuchung könnten entscheidend zur Verbesserung und Validierung des Vorgehensmodells beitragen.

Anhang

Anhangverzeichnis

Anhang 1	Gegenüberstellung des Aufbaus zweier Musikanalyse-Lehrwerke	54
Anhang 2	Wireframes	55
Anhang 2/1	Benutzerkonto anlegen	55
Anhang 2/2	Hauptseite	55
Anhang 2/3	Eine Aufgabe lösen	56
Anhang 2/4	Ein Funktionszeichen hinzufügen	56
Anhang 2/5	Eine neue Aufgabe anlegen	57
Anhang 3	Heuristische Algorithmen	58
Anhang 3/1	Schwierigkeitsgrad einer Funktion	58
Anhang 3/2	Schwierigkeitsgrad einer Funktionsanalyse-Aufgabe	59
Anhang 4	Dimensionen & Items des MEEGA+	60
Anhang 5	Ergebnisse der statistischen Analyse	61
Anhang 5/1	Deskriptive Befunde	61
Anhang 5/2	Inferenzstatistische Befunde	62
Anhang 5/3	Auswertung der offenen Nennungen	63

Anhang 1: Gegenüberstellung des Aufbaus zweier Musikanalyse-Lehrwerke

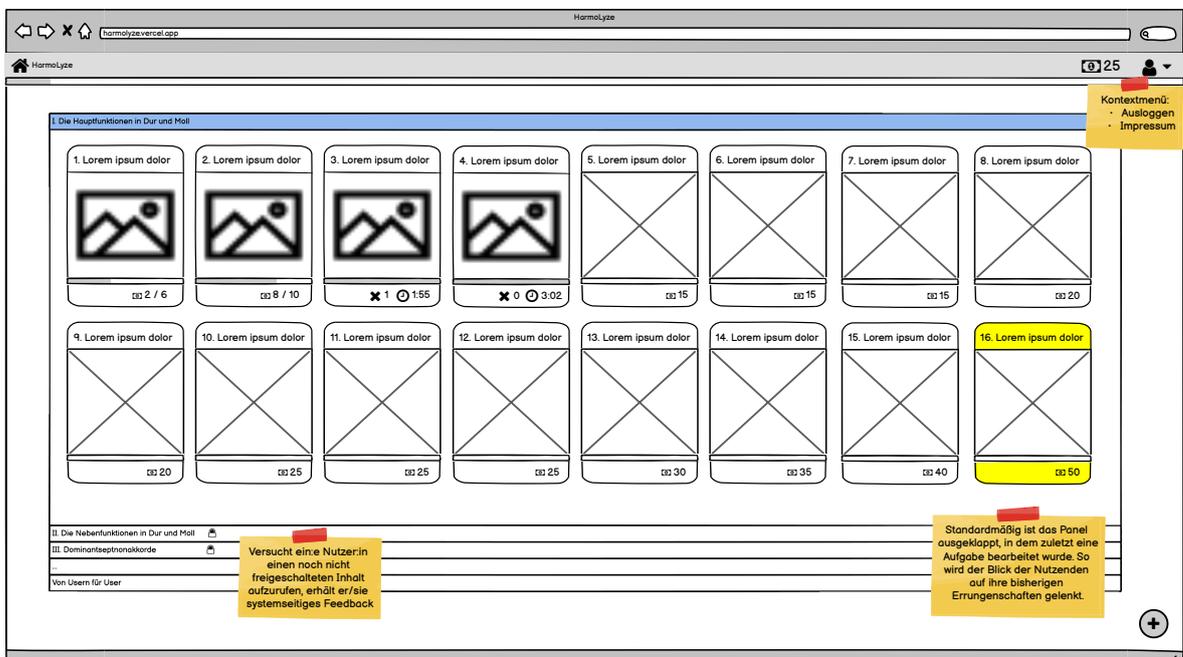
(Grabner, 2015)	(König, 2003)
Hauptfunktionen der Dur- und Molltonarten	
Nebenfunktionen der Dur- und Molltonarten	
	Dominantseptakkord
Vorhaltssextakkord	Subdominant(quint)sextakkord
	Dominantsext(sept)akkord
(Vorhalts-)Quartsextakkorde	
	Umkehrung der Hauptfunktionen (Terzbässe & Quintbässe)
Dominantseptakkord	Umkehrung des Dominantseptakkordes
	Quintbass des verkürzten Dominantseptakkordes
	Nebenfunktionen der Dur- und Molltonarten
Dominantseptnonakkorde	
Subdominantquintsextakkord	
Variantik	Zwischendominanten
	Diatonische Modulation
Zwischendominanten	Variantik (Variantklänge & Neapolitaner)
	Nebenseptakkorde
Mediantik	
Alteration	
Modulation	

Anhang 2: Wireframes

Anhang 2/1: Benutzerkonto anlegen



Anhang 2/2: Hauptseite



Anhang 2/3: Eine Aufgabe lösen

The screenshot shows the Harmolyze application interface. At the top, the browser address bar displays 'harmolyze.vercel.app/tune'. The page title is 'Harmolyze - Lorem ipsum dolor'. The interface includes navigation icons, a page indicator '5 / 20', a zoom level 'x 1', a timer '00:55', and a user profile icon. The main content area features the text 'Lorem ipsum dolor' and 'Random Composer'. Below this is a musical score in 3/4 time with a tempo of 80. The score consists of two staves: a treble clef staff with chords and a bass clef staff with a melodic line. A yellow callout box points to a note in the bass staff, containing the text: 'Klickt man auf eine Note, so geht der modale Dialog zum Hinzufügen einer Funktion auf'. Below the score, a button reads 'Klicke auf eine Note, um eine Funktion hinzuzufügen (X)'. The interface is styled with a light gray background and black text.

Anhang 2/4: Ein Funktionszeichen hinzufügen

The screenshot shows the Harmolyze application interface with a modal dialog open. The dialog is titled 'Zusatztöne' and contains a horizontal row of buttons labeled 2, 4, 5, 6, 7, and 9. Below this is the 'Grundfunktion' section, which features a circular diagram with a central blue circle labeled 'T' and an outer black ring divided into four segments labeled 'D', 'Tp', 'Tg', and 'S'. A yellow callout box points to the central 'T' circle, containing the text: 'Hauptfunktion über äußeres Rad', 'Nebenfunktion über inneres Rad'. Below the circular diagram is the 'Basson' section, which has a row of buttons labeled 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7, followed by an 'OK' button. The background of the application shows the same musical score as in the previous screenshot, but it is dimmed. The interface is styled with a light gray background and black text.

Anhang 2/5: Eine neue Aufgabe anlegen



Anhang 3: Heuristische Algorithmen

Anhang 3/1: Schwierigkeitsgrad einer Funktion

Eingabe: Funktionszeichen

Ausgabe: Nichtnegative Ganzzahl

```
1 Funktion value(f):
2   | points ← 0
3   | falls f hat Terzbass
4   |   | points ← points + 1
5   | sonst falls f hat keinen Grundbass
6   |   | points ← points + 2
7   | falls f ist Hauptfunktion
8   |   | points ← points + 1
9   | falls f ist Medianten ersten Grades
10  |   | points ← points + 2
11  | falls f ist Variante
12  |   | points ← points + 3
13  | falls f ist Medianten mindestens zweiten Grades
14  |   | points ← points + 4
15  | falls f ist Zwischendominante
16  |   | points ← points + 1
17  | falls f ist verkürzt
18  |   | points ← points + 1
19  | für alle Zusatztöne z von f
20  |   | falls z ist alteriert
21  |     | points ← points + 2
22  |   | sonst
23  |     | points ← points + 1
24  | gib aus points
```

Anhang 3/2: Schwierigkeitsgrad einer Funktionsanalyse-Aufgabe

Eingabe: Menge aller Noten eines Musikstücks**Ausgabe:** Nichtnegative Ganzzahl

```
1 Funktion calculatePoints(notes):
2   points ← 0
3   alreadySeen ← ∅
4   für alle  $n \in notes$ 
5     min ← 0
6     für alle Funktionszeichen f unter n
7       falls f ist nicht bereits vorgegeben
8         falls  $f \in alreadySeen$ 
9           min ← min + value(f)/2
10        sonst
11          min ← min + value(f)
12          alreadySeen ← alreadySeen ∪ {f}
13      points ← points + min
14  falls das Stück in Moll steht
15    points ← 1,3 * points
16  points ← (1 + 0,1 * Anzahl Vorzeichen des Musikstücks) * points
17  points ← (1 + 0,1 * (Anzahl Stimmen des Musikstücks - 1)) * points
18  gib aus  $\lfloor \frac{points}{5} \rfloor * 5$ 
```

Anhang 4: Dimensionen & Items des MEEGA+

Die abgebildete Fassung stellt eine eigene Übersetzung des MEEGA+-Fragebogens (Petri et al., 2017) in der online¹⁸ zur Verfügung stehenden Version dar.

Dimension/Subdimension	Item Nr.	Beschreibung	
Gebrauchstauglichkeit	Ästhetik	1	Das App-Design ist attraktiv (Oberfläche, Grafiken, etc.)
		2	Die Schriftart und die Farben sind gut gemischt und konsistent
	Erlebarkeit	3	Ich musste ein paar Dinge lernen, bevor ich die App nutzen konnte
		4	Lernen, diese App zu nutzen, war einfach für mich
		5	Ich denke, dass die meisten Leute sehr schnell lernen würden, diese App zu nutzen
	Bedienbarkeit	6	Ich denke, dass die App einfach zu nutzen ist
		7	Die Regeln, denen die Bedienung der App folgt, sind klar und einfach zu verstehen
	Zugänglichkeit	8	Die in der App verwendeten Schriftarten (Größe und Typ) sind einfach zu lesen
		9	Die in der App verwendeten Farben sind bedeutungsvoll.
Selbstvertrauen	10	Der Inhalt und die Struktur halfen mir, zuversichtlich zu werden, dass ich mit dieser App lernen würde	
Herausforderung	11	Diese App ist eine angemessene Herausforderung für mich	
	12	Die App bietet neue Herausforderungen (bietet neue Hindernisse, Situationen oder Variationen) in einem angemessenen Tempo	
	13	Die App wird im Laufe der Zeit nicht monoton (sich wiederholende oder langweilige Aufgaben)	
Zufriedenstellung	14	Das Abschließen der Aufgaben innerhalb der App gab mir das befriedigende Gefühl, etwas geschafft zu haben	
	15	Es ist meiner persönlichen Anstrengung zu verdanken, dass ich es geschafft habe, in der App weiterzukommen	
	16	Ich bin zufrieden mit den Dingen, die ich von der App gelernt habe	
	17	Ich würde diese App meinen Kolleg:innen empfehlen	
Soziale Interaktion	18	Ich konnte während der Nutzung der App mit anderen Nutzer:innen interagieren	
	19	Die App fördert die Zusammenarbeit und/oder den Wettbewerb unter den Nutzer:innen	
	20	Ich habe mich gut gefühlt, als ich während der Nutzung der App mit anderen Nutzer:innen interagiert habe	
Joy of Use	21	Ich hatte Spaß bei der Nutzung der App	
	22	Während der Nutzung der App ist etwas passiert, das mich zum Lächeln gebracht hat	
Konzentration	23	Zu Beginn gab es etwas Interessantes, das meine Aufmerksamkeit erregt hat	
	24	Ich war so in meine Aufgabe vertieft, dass ich das Zeitgefühl verloren habe	
	25	Ich habe meine unmittelbare Umgebung vergessen, während ich diese App genutzt habe	
Relevanz	26	Die Inhalte der App sind für meine Interessen von Bedeutung	
	27	Für mich ist klar, wie die Inhalte der App mit dem Kurs "Musiktheoretische Grundausbildung" (MGA) zusammenhängen	
	28	Diese App ist eine angemessene Lehrmethode für den Kurs "Musiktheoretische Grundausbildung" (MGA)	
	29	Ich ziehe das Lernen mit dieser App dem Lernen auf anderen Wegen (z.B. andere Lehrmethoden) vor	
Wahrgenommener Lernfortschritt	30	Die App hat/hätte zu meinem Lernen im Kurs "Musiktheoretische Grundausbildung" (MGA) beigetragen	
	31	Die App ermöglichte ein effizientes Lernen im Vergleich zu anderen Aktivitäten im Kurs "Musiktheoretische Grundausbildung" (MGA)	
Intendierte Lernergebnisse	32	Die App hat dazu beigetragen, harmonische Zusammenhänge in Dur-Moll-tonalen Stücken zu erkennen	
	33	Die App hat dazu beigetragen, harmonische Zusammenhänge in Dur-Moll-tonalen Stücken funktionstheoretisch zu benennen	

¹⁸<http://www.gqs.ufsc.br/files/2020/02/Questionnaire-Evaluation-of-games-english-v2018.docx>, abgerufen am 13.05.2021

Anhang 5: Ergebnisse der statistischen Analyse

Anhang 5/1: Deskriptive Befunde

Dimension	Subdimension	Gamifizierte Variante?	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gebrauchstauglichkeit	Ästhetik	Nein	14	1.8	.32
		Ja	11	1.4	.71
	Erlernbarkeit	Nein	14	1.6	.47
		Ja	11	1.2	.75
	Bedienbarkeit	Nein	14	1.4	.66
		Ja	11	1.5	.76
	Zugänglichkeit	Nein	14	1.8	.33
		Ja	11	1.1	.58
Nutzungserlebnis	Selbstvertrauen	Nein	14	.8	1.37
		Ja	11	1.1	.83
	Herausforderung	Nein	14	.8	.9
		Ja	11	1	.89
	Zufriedenstellung	Nein	14	.9	.95
		Ja	11	1.3	.67
	Soziale Interaktion	Nein	14	.6	1.14
		Ja	11	.8	.7
	Joy of Use	Nein	14	.5	.97
		Ja	11	1.2	.78
	Konzentration	Nein	14	.0	.9
		Ja	11	.8	1.18
	Relevanz	Nein	14	1.3	.55
		Ja	11	1.3	.49
	Wahrgenommener Lernfortschritt	Nein	11	1	.52
		Ja	9	.9	.6
	Intendierte Lernergebnisse	Nein	11	1.1	.94
		Ja	9	.8	.66

Anhang 5/2: Inferenzstatistische Befunde

Dimension	Subdimension	T^a	df^b	p
Gebrauchstauglichkeit	Ästhetik	1.83	13.25	.09
	Erlernbarkeit	1.5	16.05	.153
	Bedienbarkeit	-.21	19.94	.832
	Zugänglichkeit	3.36	14.79	.004
Nutzungserlebnis	Selbstvertrauen	-.69	21.82	.499
	Herausforderung	-.53	21.72	.604
	Zufriedenstellung	-1.23	22.77	.232
	Soziale Interaktion	.68	21.96	.503
	Joy of Use	-2.05	22.97	.052
	Konzentration	-2.02	18.39	.059
	Relevanz	-.01	22.58	.994
	Wahrgenommener Lernfortschritt	.61	16.04	.548
	Intendierte Lernergebnisse	.72	17.66	.484
Intensität der Anwendungsnutzung	Nutzungsdauer	-1.01	11.84	.334
	Anzahl Interaktionen (Klicks)	-1.06	12.52	.31
	Gesamtpunktzahl	-1.03	13.62	.32
	Anzahl probierter Aufgaben	-.96	13.85	.352

^aPrüfgröße des Welch-Tests

^bAnzahl der Freiheitsgrade

Anhang 5/3: Auswertung der offenen Nennungen

Kategorie	Aspekt	KG ^a	EG ^b
Starke Aspekte	Intuitive Bedienung	$n = 6$	$n = 6$
	Ansprechendes Design	$n = 4$	$n = 2$
	Audio-Wiedergabe-Funktion	$n = 6$	
	Sinnstiftende farbliche Kennzeichnung von Lösungen mit Ampelfarben	$n = 4$	
	Vielfalt der Aufgaben	$n = 3$	
	Übersichtlichkeit/Struktur	$n = 2$	
	Erfolgsgefühl/Flow		$n = 2$
	Content Unlocking		$n = 2$
	GIFs, die bei Erfolg eingeblendet werden		$n = 2$
Verbesserungsvorschläge	Hilfe, wenn man nicht weiter kommt	$n = 7$	$n = 3$
	Inhalte mit Erklärungen zu funktionstheoretischen Grundlagen	$n = 2$	$n = 2$
	Umfang und Aufgabearten erweitern	$n = 4$	
	Erklärungen geben, wieso bei mehreren Deutungsmöglichkeiten einer Harmonie nur gewisse zulässig sind		$n = 4$
	Auswahl der Medianten 2. Grades verbessern	$n = 3$	
	Popup verdeckt Akkord	$n = 2$	
	Gemeisterte Aufgaben als solche kennzeichnen	$n = 2$	
	Balancing der Geschwindigkeit der Audiowiedergabe	$n = 2$	
	Möglichkeit schaffen, verdiente Punkte auszugeben		$n = 2$
	Hinweis geben, wie man mit anderen Nutzenden interagieren kann		$n = 2$

^aKontrollgruppe ohne Game-Design-Elemente^bExperimentalgruppe mit gamifizierter Lernanwendung

Literatur

- Abeele, V. V., Nacke, L. E., Mekler, E. D. & Johnson, D. (2016). Design and Preliminary Validation of The Player Experience Inventory. In A. Cox, Z. O. Toups, R. L. Mandryk & P. Cairns (Hrsg.), *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts* (S. 335–341). ACM. <https://doi.org/10.1145/2968120.2987744>
- Abeele, V. V., Spiel, K., Nacke, L., Johnson, D. & Gerling, K. (2020). Development and validation of the player experience inventory: A scale to measure player experiences at the level of functional and psychosocial consequences. *International Journal of Human-Computer Studies*, 135, 102370. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.102370>
- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F. & Al-Blushi, M. (2016). Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 131–136. <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659>
- Albertazzi, D., Ferreira, M. G. G. & Forcellini, F. A. (2019). A Wide View on Gamification. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 191–202. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9374-z>
- Aparicio, A. F., Vela, F. L. G., Sánchez, J. L. G. & Montes, J. L. I. (2012). Analysis and application of gamification. In F. Botella, M. Lozano, J. A. Gallud, A. Peñalver & A. Mashat (Hrsg.), *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador - INTERACCION '12* (S. 1–2). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2379636.2379653>
- Baldeón, J., Rodríguez, I. & Puig, A. (2016). LEGA. In L. Moreno, E. J. de La Rubia Cuestas, V. M. R. Penichet & F. J. García-Peñalvo (Hrsg.), *Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction* (S. 1–8). ACM. <https://doi.org/10.1145/2998626.2998673>
- Baur, M. & Schüller, S. (2020). Playful Work, Game Thinking, Gamification – nur Buzzwords? In G. Hooffacker & B. Bigl (Hrsg.), *Science MashUp. Zukunft der Games* (S. 117–137). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31626-6_12
- Blohm, I. & Leimeister, J. M. (2013). Gamification. *Business & Information Systems Engineering*, 5(4), 275–278. <https://doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>
- Boudadi, N. A. & Gutiérrez-Colón, M. (2020). Effect of Gamification on Students' Motivation and Learning Achievement in Second Language Acquisition within Higher Education: A Literature Review 2011-2019. *The EUROCALL Review*, 28(1), 57–69.
- Bozkurt, A. & Durak, G. (2018). A Systematic Review of Gamification Research. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(3), 15–33. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018070102>
- Brühlmann, F. (2018). Surveys in games user research. In A. Drachen, P. Mirza-Babaei & L. E. Nacke (Hrsg.), *Games user research* (S. 141–162). Oxford University Press.

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.). (2020). Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Ende 2020): Erhebung der atene KOM im Auftrag des BMVI. Verfügbar 3. Juli 2021 unter <https://www.bmvi.de/goto?id=480442>
- Caillois, R. (2001). *Man, play and games*. University of Illinois Press; University Presses Marketing.
- Calderón, A. & Ruiz, M. (2015). A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management. *Computers & Education*, 87, 396–422. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.011>
- Carse, J. P. (2013). *Finite and Infinite Games*. The Free Press.
- Chou, Y.-K. (2016). *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Octalysis Media.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Erlbaum.
- Csikszentmihályi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life* (1. ed.). Basic Books.
- Danelli, F. (2015). Implementing Game Design in Gamification. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 67–79). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_4
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The 'What' and 'Why' of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*, 11. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- DeVellis, R. F. (2012). *Scale development: Theory and applications* (3. ed., Bd. 26). Sage Publ.
- Devers, C. J. & Gurung, R. A. R. (2015). Critical Perspective on Gamification in Education. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 417–430). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_21
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75–88.
- Ferreira, H., Roseira, C. & Patrício, R. (2020). 7 P's of Gamification: A Strategic Design Tool for Ideation of Gamified Solutions. In I. Marfisi-Schottman, F. Bellotti, L. Hamon & R. Klemke (Hrsg.), *Games and Learning Alliance* (S. 146–156). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63464-3_14
- Fischer, H., Heinz, M., Schlenker, L., Münster, S., Follert, F. & Köhler, T. (2017). Die Gamifizierung der Hochschullehre – Potenziale und Herausforderungen. In S. Strahinger & C. Leyh (Hrsg.), *Gamification und Serious Games* (S. 113–125). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16742-4_9
- Fisher, R. A. (1929). The statistical method in psychical research. *Proc. Soc. Psych. Res.*, 39, 189–192.

- Folmar, D. (2015). *Game it up! Using gamification to incentivize your library* (Bd. 7). Rowman & Littlefield.
- Frenzel, A. C., Pekrun, R. & Götz, T. (2006). Emotionale Voraussetzungen des Lernens. *Handbuch Unterricht* (S. 579–583). Klinkhardt.
- Frost, J. (2020). *Hypothesis testing: An intuitive guide for making data driven decisions* (1st ed.). Statistics by Jim Publishing.
- Fu, F.-L., Su, R.-C. & Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- Garcia, M. B. (2019). 10 Gaming Questionnaires for Evaluating Video Games. Verfügbar 27. April 2021 unter <https://designrshub.com/2019/05/gaming-questionnaires.html>
- Grabner, H. (1923). *Die Funktionstheorie Hugo Riemanns und ihre Bedeutung für die praktische Analyse*. Halbreiter Musikverlag.
- Grabner, H. (2015). *Allgemeine Musiklehre* (26. Auflage). Bärenreiter.
- Groening, C. & Binnewies, C. (2021). The More, the Merrier? - How Adding and Removing Game Design Elements Impact Motivation and Performance in a Gamification Environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1870828>
- Guiard, V. & Rasch, D. (2004). The Robustness of Two Sample Tests for Means - a Reply on Von Eye's Comment. *Psychology Science*, 46, 549.
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Heijden, H. (2004). User acceptance of hedonic information systems. *MIS Q*, 28(4), 695–704.
- Heinzen, T. E., Gordon, M. S., Landrum, R. E., Gurung, R. A. R., Dunn, D. S. & Richman, S. (2015). A Parallel Universe: Psychological Science in the Language of Game Design. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 133–149). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_7
- Herczeg, M. (2018). *Software-Ergonomie: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme* (4. Auflage). De Gruyter Oldenbourg.
- Herzig, P., Ameling, M., Wolf, B. & Schill, A. (2015). Implementing Gamification: Requirements and Gamification Platforms. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 431–450). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_22
- Högberg, J., Hamari, J. & Wästlund, E. (2019). Gameful Experience Questionnaire (GAMEFUL-QUEST): an instrument for measuring the perceived gamefulness of system use. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 29(3), 619–660. <https://doi.org/10.1007/s11257-019-09223-w>
- Holtmeier, L. (2003). Von der Musiktheorie zum Tonsatz. Zur Geschichte eines geschichtslosen Faches. *Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie [Journal of the German-Speaking Society of Music Theory]*, 1–2(1/1), 11–34. <https://doi.org/10.31751/481>

- Hufnagel, C. (2020). *Impact of gamification on individual's motivation and behavior* (Bd. Band 17). Verlag readbox unipress in der readbox publishing GmbH.
- Huguenin, J. (2018). Running user tests with limited resources and experience. In A. Drachen, P. Mirza-Babaei & L. E. Nacke (Hrsg.), *Games user research* (S. 417–430). Oxford University Press.
- Huizinga, J. (2017). *Homo Ludens: Vom Ursprung der Kultur im Spiel* (25. Auflage). Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Hunicke, R., Leblanc, M. & Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. *AAAI Workshop - Technical Report, 1*.
- Huotari, K. & Hamari, J. (2017). A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. *Electronic Markets, 27*(1), 21–31. <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0212-z>
- IJsselsteijn, W. A., de Kort, Y. & Poels, K. (2013). *The Game Experience Questionnaire: The Game Experience Questionnaire*. Technische Universiteit Eindhoven.
- International Organization for Standardization. (2018). Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. Verfügbar 29. Mai 2021 unter <https://www.iso.org/standard/63500.html>
- Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T. & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of Human-Computer Studies, 66*(9), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>
- Jensen, M. (2012). Engaging the learner: Gamification strives to keep the user's interest. *T and D, 66*(1), 40–44.
- Johnson, D., Gardner, M. J. & Perry, R. (2018). Validation of two game experience scales: The Player Experience of Need Satisfaction (PENS) and Game Experience Questionnaire (GEQ). *International Journal of Human-Computer Studies, 118*, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.05.003>
- Juul, J. (2005). *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. MIT Press.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3>
- Koivisto, J. & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management, 45*, 191–210. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.013>
- König, H. (2003). Studienmaterial für die Disziplin Musiktheoretische Grundausbildung (Grundstudium) (Institut für Musik und Musikpädagogik, Abteilung Musiktheorie, Hrsg.; überarbeitet von Bernfried Höhne und Eckhard Laube).
- Kubinger, K. D., Rasch, D. & Moder, K. (2009). Zur Legende der Voraussetzungen des t -Tests für unabhängige Stichproben. *Psychologische Rundschau, 60*(1), 26–27. <https://doi.org/10.1026/0033-3042.60.1.26>

- Kumar, J. & Herger, M. (2013). *Gamification at work: Designing engaging business software* (1. Aufl.). Interaction Design Foundation. Verfügbar 3. Juli 2021 unter http://www.interaction-design.org/books/gamification_at_work.html
- Landers, R. N. (2014). Developing a Theory of Gamified Learning. *Simulation & Gaming*, 45(6), 752–768. <https://doi.org/10.1177/1046878114563660>
- Landers, R. N., Auer, E. M., Collmus, A. B. & Armstrong, M. B. (2018). Gamification Science, Its History and Future: Definitions and a Research Agenda. *Simulation & Gaming*, 49(3), 315–337. <https://doi.org/10.1177/1046878118774385>
- Landers, R. N., Bauer, K. N., Callan, R. C. & Armstrong, M. B. (2015). Psychological Theory and the Gamification of Learning. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 165–186). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_9
- Law, E. L.-C., Brühlmann, F. & Mekler, E. D. (2018). Systematic Review and Validation of the Game Experience Questionnaire (GEQ) - Implications for Citation and Reporting Practice. *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 257–270. <https://doi.org/10.1145/3242671.3242683>
- Layth Khaleel, F., Ashaari, N., Tengku Wook, Tengku Siti Meriam Tengku Wook & Ismail, A. (2016). Gamification Elements for Learning Applications. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.6.6.1379>
- Leiner, D. J. (2019). Too Fast, too Straight, too Weird: Non-Reactive Indicators for Meaningless Data in Internet Surveys. 13(3), 229–248. <https://doi.org/10.18148/srm/2019.v13i3.7403>
- Lilge, T. & Stein, C. (Hrsg.). (2018). *Spielwissen und Wissensspiele: Wissenschaft und Game-Branche im Dialog über die Kulturtechnik des Spiels* (Bd. 139). transcript.
- Marcus, A. & Rosenzweig, E. (Hrsg.). (2020). *Design, User Experience, and Usability. Interaction Design*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2>
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Jonatha Cape.
- Michels, U. & Vogel, G. (2010). *Dtv-Atlas Musik: Systematischer Teil ; Musikgeschichte von den Anfängen bis zur Gegenwart* (Orig.-Ausg., 2. Aufl., durchges. und aktualisierte Ausg. des im dtv in 2 Bd. 1977 und 1985 erstmals erschienenen dtv-Atlas Musik, Bd. 8599). Deutscher Taschenbuch-Verl.
- Mora, A., Riera, D., Gonzalez, C. & Arnedo-Moreno, J. (2015). A Literature Review of Gamification Design Frameworks. *2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2015.7295760>
- Morschheuser, B., Werder, K., Hamari, J. & Abe, J. (2017). *How to Gamify? A Method For Designing Gamification*. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.155>
- Müller-Radtke, J. (2018). *Emotionale Gestaltung multimedialer Lernumgebungen: der Einfluss visueller Ästhetik und Usability auf affektives Erleben, Motivation und Lernerfolg* (Diss.). wvb - Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

- Nicholson, S. (2015). A RECIPE for Meaningful Gamification. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 1–20). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_1
- Oforu-Ampong, K. (2020). The Shift to Gamification in Education: A Review on Dominant Issues. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 113–137. <https://doi.org/10.1177/0047239520917629>
- Ostashewski, N. & Reid, D. (2015). A History and Frameworks of Digital Badges in Education. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 187–200). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_10
- Pagano, R. R. (2010). *Understanding statistics in the behavioral sciences* (Edition 9, international student edition). Wadsworth Cengage Learning.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D. & Bjork, R. (2008). Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological science in the public interest : a journal of the American Psychological Society*, 9(3), 105–119. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x>
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C. & Borgatto, A. F. (2018). MEEGA+: A Method for the Evaluation of Educational Games for Computing Education.
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C. & Borgatto, A. F. (2017). MEEGA+, Systematic Model to Evaluate Educational Games. In N. Lee (Hrsg.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (S. 1–7). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_214-1
- Phan, M. H., Keebler, J. R. & Chaparro, B. S. (2016). The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS). *Human factors*, 58(8), 1217–1247. <https://doi.org/10.1177/0018720816669646>
- Poels, K., de Kort, Y. & IJsselsteijn, W. A. (2007). *D3.3 : Game Experience Questionnaire: D3.3 : Game Experience Questionnaire*. Technische Universiteit Eindhoven.
- Richter, M. & Flückiger, M. D. (2016). *Usability und UX kompakt*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49828-6>
- Riemann, H. (1906). *Handbuch der Harmonielehre*. Breitkopf & Härtel.
- Rigby, S. & Ryan, R. M. (2011). *Glued to games: How video games draw us in and hold us spellbound*. ABC-CLIO.
- Ruxton, G. D. (2006). The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann–Whitney U test. *Behavioral Ecology*, 17(4), 688–690. <https://doi.org/10.1093/beheco/ark016>
- Sailer, M. (2016). *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-14309-1>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K. & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Sailer, M. & Homner, L. (2020). The Gamification of Learning: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>

- Sauro, J. & Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*. Elsevier Morgan Kaufmann.
- Schell, J. (2020). *Die Kunst des Game Designs : Bessere Games konzipieren und entwickeln*. mitp.
- Schmidt, R., Brosius, C. & Herrmann, K. (2017). Ein Vorgehensmodell für angewandte Spielformen. In S. Strahinger & C. Leyh (Hrsg.), *Gamification und Serious Games* (S. 15–29). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16742-4_2
- Schöbel, S. & Söllner, M. (2019). Leitfaden für die Identifikation, Auswahl und Kombination von Gamification-Elementen am Beispiel des Lernkontextes. In J. M. Leimeister & K. David (Hrsg.), *Chancen und Herausforderungen des digitalen Lernens* (S. 143–164). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59390-5_8
- Schreyer, J. (1911). *Lehrbuch der Harmonie und der Elementarkomposition*. Merseburger.
- Schwartz, B. (2011). *Anleitung zur Unzufriedenheit: Warum weniger glücklicher macht* (3. Aufl., Bd. 36867). Ullstein.
- Seaborn, K. & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>
- Semler, J. (2016). *App-Design: Alles zu Gestaltung, Usability und User Experience* (1. Auflage). Rheinwerk.
- Suits, B. (2005). *The grasshopper: Games, life and utopia*. Broadview Press.
- Tesche, Y. (Hrsg.). (2018). Digitale Nutzung in Deutschland 2018. Verfügbar 21. Juni 2021 unter https://www.bvdw.org/fileadmin/user_upload/BVDW_Marktforschung_Digitale_Nutzung_in_Deutschland_2018.pdf
- Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S. & Cristea, A. I. (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy. *Smart Learning Environments*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1>
- Toda, A. M., Toledo Palomino, P., Oliveira, W., Rodrigues, L., Klock, A., Gasparini, I., Cristea, A. & Isotani, S. (2020). How to Gamify Learning Systems? An Experience Report using the Design Sprint Method and a Taxonomy for Gamification Elements in Education. *Educational Technology & Society*, 22, 47–60.
- Tractinsky, N., Katz, A. & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with Computers*, 13(2), 127–145. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(00\)00031-X](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(00)00031-X)
- Vansteenkiste, M. & Ryan, R. M. (2013). On psychological growth and vulnerability: Basic psychological need satisfaction and need frustration as a unifying principle. *Journal of Psychotherapy Integration*, 23(3), 263–280. <https://doi.org/10.1037/a0032359>
- Walz, S. P., Hamari, J., Deterding, S., Zimmerman, E., Bogost, I., Linehan, C., Kirman, B., Roche, B., Pesce, M. & Rigby, S. (2015). *The Gameful World : Approaches, Issues, Applications*. MIT Press.
- Werbach, K. (2014). (Re)Defining Gamification: A Process Approach. In D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, A. Kobsa, F. Mattern, J. C. Mitchell, M. Naor, O.

- Nierstrasz, C. Pandu Rangan, B. Steffen, D. Terzopoulos, D. Tygar, G. Weikum, A. Spagnolini, L. Chittaro & L. Gamberini (Hrsg.), *Persuasive Technology* (S. 266–272). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07127-5_23
- Werbach, K. & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- Werbach, K. & Hunter, D. (2015). *The Gamification Toolkit : Dynamics, Mechanics, and Components for the Win*. Wharton School Press.
- Wilcox, R. R. (2012). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing* (3. ed.). Elsevier/Academic Press.
- Zaric, N., Roepke, R., Gottschlich, M. & Schroeder, U. (2020). Interactive Gamification Analytics Tool (IGAT). In I. Marfisi-Schottman, F. Bellotti, L. Hamon & R. Klemke (Hrsg.), *Games and Learning Alliance* (S. 57–68). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63464-3_6
- Zichermann, G. & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps* (1. Aufl.). O'Reilly.

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Masterarbeit mit dem Thema: *Entwicklung eines Prototyps einer Lernumgebung für interaktive Funktionsanalyse-Übungen nach einem Gamification- Ansatz* selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Potsdam, den 05.07.2021

(Ort, Datum)

A handwritten signature in black ink that reads "Florian Reuss". The word "Florian" is written in a cursive script, and "Reuss" is written in a more upright, slightly cursive style. The signature is enclosed in a simple, hand-drawn oval shape.

(Unterschrift)