



ulm university universität  
**u**ulm

Universität Ulm | 89069 Ulm | Germany

Fakultät für  
Ingenieurwissenschaften  
und Informatik  
Institut für Medieninformatik

# Die Auswirkungen von Zeitdruck auf die Motivation beim Spielen von Serious Games

Bachelorarbeit an der Universität Ulm

**Vorgelegt von:**

Tobias Pickel  
tobias.pickel@uni-ulm.de

**Gutachter:**

Prof. Dr.-Ing. Michael Weber

**Betreuer:**

Julia Greim

2014

Fassung vom 1. Dezember 2014

© 2014 Tobias Pickel

Diese Arbeit ist lizenziert unter der Creative Commons **Namensnennung-Keine  
kommerzielle Nutzung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland**  
Lizenz. Nähere Informationen finden Sie unter  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>.

Satz: PDF-L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub><</sub>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1. Serious Games . . . . .	3
2.1.1. Definition von Serious Games . . . . .	3
2.1.2. Kategorisierung von Serious Games . . . . .	4
2.1.3. RETAIN Modell . . . . .	5
2.2. Motivation . . . . .	6
2.2.1. Definition . . . . .	6
2.2.2. Modell der klassischen Motivationspsychologie . . . . .	7
2.2.3. Beeinflussung von Motivation in Lernumgebungen . . . . .	8
2.2.4. Belegte Effekte von Motivation in Serious Games . . . . .	13
2.2.5. Verbindung zwischen Motivation und Zeitdruck . . . . .	13
2.3. Zeitdruck . . . . .	14
2.3.1. Definition von Zeitdruck . . . . .	14
2.3.2. Effekte von Zeitdruck . . . . .	15
2.3.3. Zeitdruck als Spielelement . . . . .	16
2.4. Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext . . . . .	17
<b>3. Konzeption</b>	<b>19</b>
3.1. Konzeption des Serious Game . . . . .	19
3.1.1. Spielidee . . . . .	19
3.1.2. Konzeption der Grundstruktur anhand des RETAIN Modells . . . . .	21
3.1.3. Konzeption der Spielkernkomponenten und deren Zusammenspiel	25
3.1.4. Konzeption der Zeitdruckvarianten . . . . .	32
3.1.5. Umsetzung des ARCS Modells . . . . .	35
3.2. Konzeption der Studie . . . . .	37
3.2.1. Fragestellung . . . . .	37
3.2.2. Untersuchungsdesign . . . . .	37
3.2.3. Erhebungsinstrumente . . . . .	38
3.3. Konzeption der Kommunikationskomponenten . . . . .	40
3.3.1. Server Komponenten . . . . .	40

## INHALTSVERZEICHNIS

3.3.2. Datenmodell . . . . .	41
<b>4. Realisierung . . . . .</b>	<b>43</b>
4.1. Realisierung des Serious Game . . . . .	43
4.1.1. Kategorisierung nach Johannes Breuer . . . . .	43
4.1.2. Allgemeine Grundstruktur und Komponenten eines Spiels . . . . .	45
4.1.3. Umsetzung der Grundstruktur . . . . .	46
4.1.4. Umsetzung der Spielobjekte . . . . .	48
4.2. Realisierung des Servers . . . . .	61
4.2.1. Grundstruktur des Servers . . . . .	62
4.2.2. Umsetzung der Grundstruktur des Servers . . . . .	62
4.2.3. Realisierung der Studienkomponente . . . . .	63
4.2.4. Realisierung der Spielkomponente . . . . .	64
4.2.5. Realisierung der Schnittstellen . . . . .	65
4.2.6. Realisierung der Verwaltungskomponente . . . . .	65
<b>5. Durchführung der Studie . . . . .</b>	<b>67</b>
5.1. Hypothesen . . . . .	67
5.1.1. Hypothese zur Motivation . . . . .	67
5.1.2. Hypothesen zu den Metadaten . . . . .	67
5.2. Stichprobenbeschreibung . . . . .	68
5.3. Studienablauf . . . . .	68
5.4. Ergebnisse . . . . .	69
5.4.1. Befunde zur Motivation . . . . .	69
5.4.2. Befunde zu den Metadaten . . . . .	72
5.4.3. Berechnung der Teststärke . . . . .	74
5.5. Diskussion . . . . .	74
5.5.1. Diskussion der Ergebnisse zur Motivation . . . . .	74
5.5.2. Diskussion der Metadatenergebnisse . . . . .	75
5.5.3. Mögliche Erklärungen zu den Befunden . . . . .	76
<b>6. Ausblick und Zusammenfassung . . . . .</b>	<b>79</b>
6.1. Zusammenfassung . . . . .	79
6.2. Ausblick . . . . .	80
6.2.1. Mögliche Fragestellungen . . . . .	80
6.2.2. Durchführung an einer Schule . . . . .	81
<b>A. Code Dokumentation . . . . .</b>	<b>83</b>
A.1. Code Dokumentation des Spiels . . . . .	83
A.1.1. Klassenstruktur des Serious Game . . . . .	83

## INHALTSVERZEICHNIS

A.1.2. Zustandsautomaten der Spielobjekte . . . . .	84
A.2. Code Dokumentation des Servers . . . . .	87
A.2.1. Views . . . . .	87
A.2.2. Routen . . . . .	88
A.2.3. Controller . . . . .	88
A.2.4. Modelle . . . . .	89
A.2.5. Datenbank . . . . .	90
A.2.6. Interaktionsmodell . . . . .	90



# 1. Einleitung

Serious Games<sup>1</sup> sind eine spezielle Form von Computerspielen, die neben dem Zweck der Unterhaltung noch einen weiteren Zweck verfolgen. Mit der steigenden Popularität von Serious Games steigt ebenso das Interesse an der Forschung, ob und warum Serious Games Wissen effektiv vermitteln können. Richard Eck warnt in seinem Artikel davor zu behaupten, dass Spiele effiziente Werkzeuge zur Wissensvermittlung sind. Er kritisiert weiter, dass zu viel Energie dafür verwendet wurde zu erforschen, dass Computerspiele zur Wissensvermittlung geeignet sind und zu wenig den Fragen nachgegangen wurde, warum sie geeignet sind. Daher fehlt es auch an detaillierten Erkenntnissen, in welcher Weise ein Serious Game implementiert werden muss, um möglichst effektiv zu sein (Eck, [13]). Es stellt sich die Frage, warum das Spielen von Serious Games überhaupt mehr Freude bereitet, als das Lernen mit Text. James Paul Gee begründet die Lust am Lernen mit Computerspielen durch die erhöhte Motivation des Spielers (Gee, [19]). Diese entsteht unter anderem durch die Möglichkeit selbst in das Spielgeschehen einzugreifen. Dies ist ein Faktor, der bei Büchern oder Videos entfällt.

Am Punkt der Motivation wird diese Arbeit ansetzen und den Zusammenhang von Motivation und Zeitdruck untersuchen. Zeitdruck<sup>2</sup> beschreibt den Unterschied zwischen der für eine Entscheidungsaufgabe benötigten und der vorhandenen Menge an Zeit. Wie in Kapitel 2.3 gezeigt wird, ist Zeitdruck ein etabliertes Spielelement zur Umsetzung einer Herausforderung in Spielen. Es soll in diesem Kontext untersucht werden, in wie weit die Gestaltungsform von Zeitdruck einen Einfluss auf die Motivation nimmt. Dazu wird ein online Evaluationsframework implementiert. Dieses Framework enthält die für die Evaluation notwendigen Komponenten in Form der Fragebogen für die Studie, ein eigens hierfür konzipiertes Serious Game und einen Server, der die beiden Komponenten als Dienste bereitstellt.

Die Struktur dieser Arbeit ist in die Teile Theorie, Konzeption, Realisierung, Studien-durchführung, und Ausblick eingeteilt. Im Theoriekapitel werden die Begrifflichkeiten um Serious Games, Motivation und Zeitdruck definiert und bereits etablierte wissenschaftliche Modelle erläutert. Im Kapitel Konzeption werden die drei Komponenten des Evaluationsframeworks vorgestellt. Diese sind das Serious Game, die Studienkonzepti-

---

<sup>1</sup>Detaillierte Definition in Abschnitt 2.1

<sup>2</sup>Detaillierte Definition in Abschnitt 2.3.1

## 1. EINLEITUNG

on und die Serverkomponente. Im folgenden Realisierungskapitel wird die Umsetzung der in der Konzeption vorgestellten Komponenten dokumentiert. Die Realisierung der Studie wird in das eigene Kapitel der Studiendurchführung ausgelagert. In diesem Kapitel werden die Studienstichprobe sowie die Studienergebnisse dargelegt und diskutiert. Im Abschluss folgt der Ausblick, hier werden zukünftige Anwendungen für das hier vorgestellte Evaluationsframework erläutert. Im Anhangskapitel sind zusätzlich die Codedokumentation und die Dokumentation über die verwendeten Ressourcen des Serious Game zu finden.

## 2. Theoretische Grundlagen

Im folgenden Kapitel sollen die für diese Arbeit relevanten theoretischen Grundlagen vorgestellt und erläutert werden. Es wird mit dem Begriff der Serious Games begonnen. Im Anschluss wird auf die Motivation aus psychologischer Sicht eingegangen. Im Folgenden wird Zeitdruck erst allgemein und zusätzlich als gestalterisches Spielelement behandelt. Zum Abschluss werden noch verwandte Arbeiten in den Bereichen von Serious Games, Motivation und Zeitdruck vorgestellt.

### 2.1. Serious Games

Da für die Umsetzung der gesamten Arbeit ein Serious Game konzipiert und realisiert werden soll, ist es zu Beginn notwendig zu erläutern, was genau unter dem Begriff Serious Games zu verstehen ist. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie verschiedene Serious Games kategorisiert werden können und welche Hilfsmittel bei der Konzeption von Serious Games zur Verfügung stehen.

#### 2.1.1. Definition von Serious Games

Serious Games sind eine besondere Form von Computerspielen. Clark C. Abt befasste sich bereits 1970 mit Serious Games und liefert folgende Definition:

*Games may be played seriously or casually. We are concerned with serious games in the sense that these games have an explicit and carefully thought-out educational purpose and are not intended to be played primarily for amusement. This does not mean that serious games are not, or should not be, entertaining. [7]*

(Spiele können zu einem ernsten Zweck oder in der Freizeit gespielt werden. Wir haben es hier mit ernsten Spielen in dem Sinne zu tun, dass diese Spiele einen ausdrücklichen und sorgfältig durchdachten Bildungszweck verfolgen und nicht in erster Linie zur Unterhaltung gedacht sind. Das heißt nicht, dass ernste Spiele nicht unterhaltsam sind oder sein sollten)

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Eine aktuellere und allgemeiner gefasste Definition liefern David R. Michael und Sandra L. Chen 2005:

*games that do not have entertainment, enjoyment or fun as their primary purpose[37].* (Spiele deren primärer Zweck nicht der Unterhaltung, dem Vergnügen oder dem Spaß dient ).

Es handelt sich bei Serious Games um Spiele, deren hauptsächlicher Zweck nicht die reine Unterhaltung ist, sondern die einen weiteren, tieferen Sinn besitzen. Dieser tiefere Sinn macht aus einem normalen Spiel, das ausschließlich der Unterhaltung dient, ein ernstes, ein Serious Game. Neben dem von Abt postulierten Zweck der Wissensvermittlung haben sich bis zum heutigen Zeitpunkt auch noch zahlreiche weitere Formen von Serious Games entwickelt. So werden Serious Games beispielsweise auch zur Gesellschaftskritik oder zum Anprangern von Missständen verwendet. Als Beispiel sei hier das Spiel Frontier genannt <sup>1</sup>. Der Inhalt des Spieles besteht darin, als illegaler Einwanderer von Afrika nach Europa zu reisen. Die Entwickler versuchen so, junge Menschen für politische Fragen zu sensibilisieren und weisen auf Missstände in der Politik hin. Auch in der Medizin werden vermehrt Serious Games für unterschiedlichste Zwecke eingesetzt. Josef Wiemeyer stellt beispielsweise fest, dass *digitale Spiele – im Sinne von Serious Games – prinzipiell ein großes Potenzial für die sportmedizinische Prävention und Rehabilitation haben* [30]. Da in dieser Arbeit ein Serious Game zur Wissensvermittlung konzipiert werden soll, ist auch der Begriff des Game-Based Learning von Interesse. Marc Prensky definiert das Game-Based Learning als *any marriage of educational content and computer games* (beliebige Verbindung von pädagogischen Inhalten und Computer Spielen) [47]. Es wird klar, dass sich Serious Games und Game-Based Learning darin überschneiden, dass beide Konzepte Computer Spiele benutzen, um ein höheres Ziel zu verfolgen. Der Fokus beim Game-Based Learning liegt dabei rein auf der Wissensvermittlung.

### 2.1.2. Kategorisierung von Serious Games

Die Bereiche, in denen Serious Games eingesetzt werden, sind weit gefächert. Der Versuch Serious Games zu kategorisieren, ist daher nicht trivial. Aus diesem Grund existieren bereits verschiedene Ansätze, Serious Games zu kategorisieren. Johannes Breuer hat in einem Überblick über derzeit aktuelle Möglichkeiten der Kategorisierung die folgende Labelliste erstellt, um eine möglichst präzise Kategorisierung vorzunehmen. Um die Verständlichkeit der Labelliste zu erhöhen, wurde Sie nach dem Label mit Beispielen versehen.

1. Plattform: PC, Iphone

---

<sup>1</sup><http://www.frontiers-game.com/>

2. Inhalt: Bundestagswahlen, Physik
3. Lernziele: historisches Faktenwissen, Sprachkompetenzen
4. Lernmethoden: kooperatives Lernen, Auswendiglernen
5. Zielgruppe: Grundschulkinder, Architekten
6. Interaktionsmodi: Mehrspieler, Einzelspieler
7. Anwendungsgebiete: Schule, Werbung
8. Interface: Tastatur, Gamepad
9. Genre: Adventure, Sportspiel
10. Verfügbarkeit: Download, Applikation für Social-Networking-Seite

(entnommen aus Breuer, [5])

Breuer begründet den großen Vorteil seiner Labelliste mit der Erweiterbarkeit und führt an, dass auch in der Forschung ein *möglichst umfassendes und adaptierbares Klassifikationssystem nützlich* (Breuer, [5]) ist, um mögliche Evaluationskriterien und Methoden zu bestimmen.

### 2.1.3. RETAIN Modell

Das RETAIN Modell wurde von Glenda A. Gunter, Robert F. Kenny und Erik Henry Vick konzipiert. Es unterstützt Entwickler von Serious Games dabei, die fundierten, theoretischen Hintergründe des Instruktionsdesigns von Robert Gagne und James Keller in die Planung eines Serious Games von Beginn an mit einzubeziehen (Gunter,[21]). Instruktionsdesign bezeichnet dabei den Vorgang, Lernprinzipien systematisch zu planen, zu entwickeln und zu evaluieren (Smith,[44]). Das RETAIN Modell beinhaltet eine Grundstruktur zur Konzeption von Serious Games. Diese Grundstruktur basiert dabei auf einer Kombination von Gagnes *Nine Events of Instruction* und Kellers ARCS Modell, welches beim Motivationsdesign eine wichtige Rolle spielt und daher im Abschnitt 2.2.3 näher erläutert wird. Die Übertragbarkeit der *Nine Events of Instruction* auf Spielelemente wurde auch von Christopher Thomas Miller festgestellt [38]. Das RETAIN Modell greift diesen Zusammenhang auf und bezieht neben Spielelementen auch die benötigten didaktischen Elemente mit ein, welche für ein Serious Game benötigt werden. Die vom RETAIN Modell definierte Grundstruktur umfasst folgende Punkte:

1. Spieleinstieg gewährleisten
2. Lehrgegenstand festlegen

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

3. Pädagogische Elemente definieren
4. Spielelemente definieren
5. Spielabschnitte festlegen
6. Kritischen Pfad<sup>2</sup> des Spielverlaufs festlegen
7. Didaktischen Aufbau festlegen
8. Struktur des formativen<sup>3</sup> und summativen<sup>4</sup> Feedback definieren
9. Effekte des mehrfachen Spielens berücksichtigen

(entnommen aus Gunter, [21])

## 2.2. Motivation

Wie schon in Kapitel 1 erwähnt, spielt Motivation beim Lernprozess wie auch beim Design von Serious Games eine zentrale Rolle (Asgari, [34]). Im folgenden Abschnitt soll der Begriff der Motivation definiert werden. Des Weiteren werden drei elementare Modelle zur Beeinflussung von Motivation in Lernumgebungen vorgestellt. Zum Abschluss wird auf bereits durch Studien belegte Effekte von Motivation in Serious Games eingegangen.

### 2.2.1. Definition

Im allgemeinen Sprachgebrauch versteht man unter Motivation, ein Ziel zu besitzen, das mit Anstrengung und ohne Ablenkung erreicht wird. In diesem Sinne definieren Marcus Hasselhorn und Andreas Gold Motivation als *Bereitschaft einer Person sich intensiv und anhaltend mit einem Gegenstand auseinander zu setzen*. [35] Bei näherer Betrachtung wird allerdings klar, dass Motivation keine klare definierte Einheit ist, sondern ein abstraktes Konstrukt, das dabei hilft, die Zielausrichtung des Verhaltens einzelner Personen verständlich zu machen. Rheinberg schlägt daher vor, den Begriff Motivation als *die aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzuges auf einen positiv bewerteten Zielzustand* [49] zu definieren und sämtliche Motivationsphänomene anhand dieser Gemeinsamkeit zu gruppieren.

---

<sup>2</sup>Ein kritischer Pfad ist ein Netz zusammenhängender kritischer Knoten, wobei ein kritischer Knoten einen Knoten beschreibt, dessen frühester Starttermin gleich dessen spätestem Starttermin ist.

<sup>3</sup>Feedback, das als direkte Reaktion auf eine Handlung gegeben wird

<sup>4</sup>Feedback über die Leistung in einem definierten Zeitraum

## 2.2.2. Modell der klassischen Motivationspsychologie

Da im Laufe der Evaluation dieser Arbeit die Motivation von Probanden gemessen werden soll, ist im Vorfeld zu klären, wie Motivation überhaupt gemessen werden kann und welche Messwerkzeuge und Modelle dafür notwendig sind. Das Grundmodell der klassischen Motivationspsychologie (Rheinberg, [48]) hilft bei der Entscheidung darüber, wie und was gemessen werden soll. Es beschreibt in einer sehr vereinfachten Darstellung den Prozess der Motivierung einer Person. Im Überblick besagt das Modell, dass ein personenseitiges Motiv erst in wechselseitiger Beziehung mit einer Situation aktiviert wird und dann in eine aktuelle Motivation resultiert, welche im Anschluss für das eigentliche Verhalten verantwortlich ist. Dieser Prozess wird nochmals in Abbildung 2.1 dargestellt. Ein Motiv ist dabei eine personenspezifische Konstante aufgrund der sich jeder Mensch unterscheidet (Rheinberg, [48]). Zur möglichst genauen Erfassung von motivationalen Einflussfaktoren hat sich die Erfassung der aktuellen Motivation etabliert (Rheinberg, [49]). Da die Situation während des Spiels durch das Spielkonzept beeinflussbar ist, wird im Folgenden geklärt, wie die Situation Einfluss auf die Motivierung nehmen kann und wie das Risiko Wahl Modell bei dieser Aufgabe unterstützt.

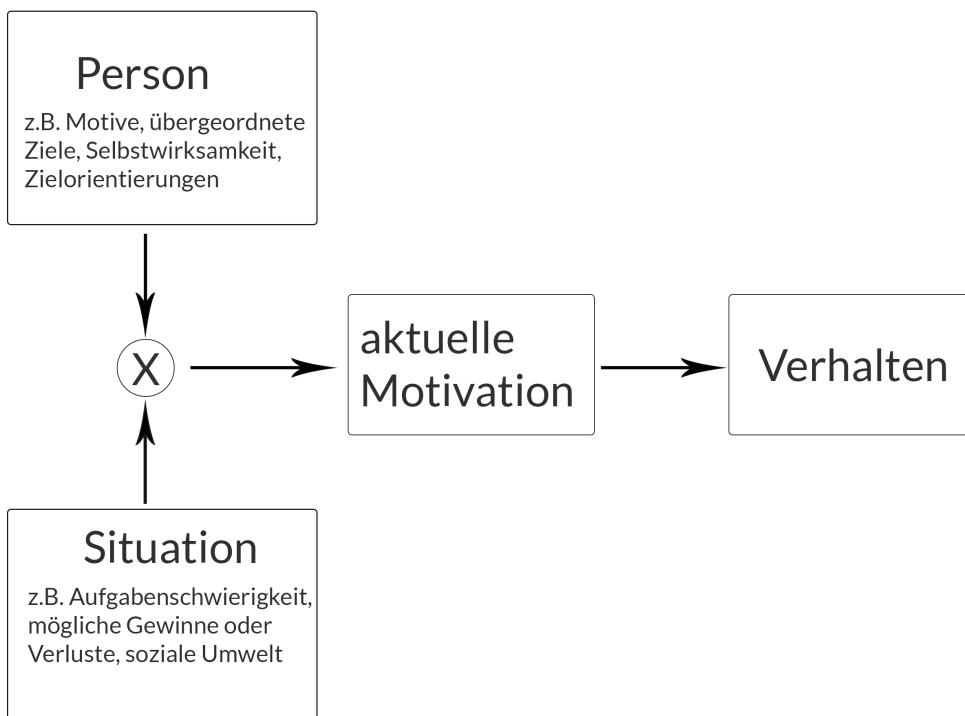


Abbildung 2.1.: Das Grundmodell der Motivationspsychologie (nach Rheinberg, [48])

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

### Risiko Wahl Modell

Das Risiko Wahl Modell wurde zuerst 1957 von Atkinson beschrieben [3]. Er führt an, dass eine mittelschwere subjektive Aufgabenschwierigkeit die optimale Motivierung liefert. Er kommt zu dem Ergebnis, indem er die Wahrscheinlichkeit des Erfolges zum Erfolgsanreiz in Bezug setzt. Beispielsweise ist eine subjektiv leichte Aufgabe nicht motivierend, da der Erfolgsanreiz sehr gering ist und genauso ist eine subjektiv schwere Aufgabe nicht motivierend, da trotz des hohen Erfolgsanreizes die Erfolgswahrscheinlichkeit zu gering ist. So ist bei der Wahl der Aufgabenschwierigkeit ein möglichst allgemeines Mittel zu finden, um die größtmögliche Motivierung zu erreichen (Hasselhorn ,[35]).

### Messen der aktuellen Motivation

Bei der Erfassung der aktuellen Motivation wird eine für die Situation spezifische Aussage getroffen. Der dafür entwickelte Fragebogen zur Erfassung der aktuellen Motivation dient hierfür als Messinstrument (Rheinberg, [49]). Er umfasst die Skalen Erfolgswahrscheinlichkeit, Misserfolgsbefürchtung, Interesse und Herausforderung. Die Erfolgswahrscheinlichkeit misst dabei die Wirksamkeitserwartung. Diese beschreibt die Erwartung ein Ziel durch eigenes Handeln zu erreichen und nicht durch äußeren Zwang. Die Skala Misserfolgsbefürchtung erfasst das Misserfolgsmotiv. Das Misserfolgsmotiv beschreibt dabei die *Fähigkeit, Scham nach Misserfolg zu antizipieren oder zu erleben* (Brandstätter, [4]). Die Skala Herausforderung soll erfassen, ob das Leistungsmotiv angeregt wird. Das Leistungsmotiv lässt sich als *die Neigung, positive Emotionen als Resultat der erfolgreichen Auseinandersetzung mit einem Gütemaßstab* (Brandstätter, [4]) definieren. Die Skala Interesse soll klären, ob die Aktivität überhaupt einen Anreiz bietet. Für das Ergebnis sind besonders die Skalen Interesse und Herausforderung relevant (Rheinberg, [49]). Um im laufenden Prozess einer Lerneinheit, die Motivation besser abzufragen, wurde die online Kurzmessung zur Lernmotivation entwickelt und erprobt (Stiensmeier-Pelster, [28]). Die Kurzmessung besteht aus den Komponenten Spaß, Erfolgszuversicht und handlungsbezogene Umsetzung. Stiensmeier-Pelster gibt an, dass die Items als *gemeinsame Schätzung für den motivationalen Zustand zusammengefasst werden können* [28].

### 2.2.3. Beeinflussung von Motivation in Lernumgebungen

Bei der Optimierung der Lernumgebung auf eine motivierende Grundstruktur existieren abgesehen von den bereits vorgestellten Modellen, zahlreiche Theorien und Forschungsansätze, welche diesen Vorgang thematisieren. Im Folgenden werden drei davon vorgestellt. Kellers ARCS Modell dient als Basis für das in Abschnitt 2.1.3 dar-

gestellte RETAIN Modell. Abschließend wird auf Malon und Leppers Klassifikation zur Förderung der Motivation eingegangen.

### Kellers ARCS Modell

Das ARCS Modell von John M. Keller stammt aus dem Jahr 1987 [31]. Keller befasst sich mit der Problematik, dass Motivation nicht einfach erzeugt werden kann. Es ist nur möglich, ein Umfeld zu schaffen, das Interesse weckt und dazu verleitet, sich mit einem Thema zu beschäftigen. Um dieses Problem zu vereinfachen, definierte Keller das ARCS-Modell, das aus vier Haupt- und insgesamt 12 Unterfragen besteht, die als Checkliste dienen, um ein optimales Umfeld zu schaffen. Keller führt weiter an, dass es wichtig ist, das Motivationsdesign von Beginn an in die Planung eines Instruktionsdesigns mit einzubeziehen.

ARCS steht als Abkürzung für die vier Hauptmerkmale: **Aufmerksamkeit** (Attention), **Relevanz** (Relevance), **Erfolgzuversicht** (Confidence) und **Zufriedenheit** (Satisfaction). Das Merkmal **Aufmerksamkeit** dient dazu, das Interesse des Lernenden zu wecken und über den gesamten Zeitraum der Lerneinheit aufrecht zu erhalten. Dazu schlägt Keller die folgenden Unterpunkte vor:

1. Orientierungsverhalten provozieren
2. Neugier wecken
3. Abwechslung

(entnommen aus Keller, [31])

Die **Relevanz** steht dafür, die Bedeutsamkeit des Lehrstoffes zu vermitteln. Wird davon abgesehen, dass der Lehrstoff allein für ein bestimmtes Ziel vermittelt wird, kann der Lehrstoff an sich die Bedeutsamkeit fördern. Laut Keller müssen hierfür folgende Punkte erfüllt sein:

1. Vertrautheit
2. Lehrzielorientierung
3. Anpassung

(entnommen aus Keller, [31])

Die Förderung von **Erfolgzuversicht** sorgt ebenso zur Steigerung der Motivation eines Lerners. Sie gliedert sich in:

1. Lernanforderungen
2. Gelegenheiten für Erfolgserlebnisse bieten

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

### 3. Selbstkontrolle

(entnommen aus Keller, [31])

Um Demotivation vorzubeugen soll die **Zufriedenheit** durch folgende Punkte gefördert werden:

1. natürliche Konsequenzen
2. positive Folgen
3. Gleichheit und Gerechtigkeit

(entnommen aus Keller, [31])

Niegemann hat das ARCS für die gezielte Verwendung mit multimedialen Umgebungen untersucht und nennt in seiner Ausführung zahlreiche Beispiele für die Umsetzung einzelner Punkte von Kellers ARCS Modell (Niegemann [27]). Zur Steigerung von Aufmerksamkeit nennt er die Verwendung von audiovisuellen Effekten mit der Einschränkung, die Effekte in sinnvollen Maßen einzusetzen. Des Weiteren setzt er auf die Neugier der Lerner und schlägt eine explorative Aufgabengestaltung vor, bei der die Lernenden frei entdecken und erforschen können. Zuletzt nennt Niegemann die Abwechslung durch die Variation der Gestaltung. Die Relevanz kann dadurch beeinflusst werden, indem die Lernenden Stoffgebiete selbst wählen können. Durch personalisierte Sprache und Beispiele aus dem Erfahrungsbereich der Lernenden wird die Relevanz zusätzlich verstärkt. Erfolgszuversicht wird durch die klare Definition von Lernzielen und notwendigem Vorwissen verstärkt. Eine Einstiegsphase und langsames Steigern des Schwierigkeitsgrades sind ebenfalls förderlich. Zufriedenheit wird durch Belohnungen, positive Rückmeldungen und transparente und nachvollziehbare Bewertungsmaßstäbe verstärkt.

Im Kontext von Spielentwicklung und Serious Games haben Glenda Gunter, Robert Kenny und Erik Vick einen Zusammenhang zwischen dem ARCS Modell und von ihnen definierten Spielelementen hergestellt [20]. Dieser Zusammenhang ist in Tabelle 2.1 dargestellt.

Keller's ARCS Model	Common Game Elements
Attention (Aufmerksamkeit)	Scenario exposition, Problem setup
Relevance (Relevanz)	Offer challenge/choice
Confidence (Erfolgszuversicht)	Provide Direction, Elicit action/decision
Satisfaction (Zufriedenheit) / Success	Discernable Outcome Success / Failure screens

Tabelle 2.1.: Vergleich des ARCS Modells und Common Game Elements (nach Gunter, [20])

Aus diesem Zusammenhang wird deutlich, dass Game Design eng mit dem Motivationsdesign von Keller verwoben ist.

### **Deci und Ryans Selbstbestimmungstheorie**

Deci und Ryan haben sich in der Selbstbestimmungstheorie ebenfalls eingehend mit Motivation beschäftigt [14]. Neben der Definition des Begriffs geht es in ihrer Theorie auch darum, Motivation zu fördern. Dies geschieht laut Deci und Ryan maßgeblich über die Gewährleistung der drei psychologischen Grundbedürfnisse **Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit**. Im Kontext einer Lernumgebung muss daher auf diese Faktoren besonderes Augenmerk gelegt werden.

**Kompetenzerleben** wird maßgeblich von der Schwierigkeit der Aufgabe beeinflusst. Es gilt daher, das richtige Maß der Schwierigkeit zu wählen. Eine zu leichte Aufgabe ist ebenso zur Steigerung des Kompetenzerlebens ungeeignet wie eine zu schwierige. Durch konstantes Feedback wird das Kompetenzerleben zusätzlich gestärkt. Diese Aussage deckt sich auch mit dem Risiko Wahl Modell von Atkinson.

**Autonomie** ist in Lernumgebungen stark mit den gewährten Freiheiten der Lernenden gekoppelt. Bieten sich Wahlmöglichkeiten und werden zeitgleich Fristen und Grenzen abgeschwächt, erhöht das das Autonomieerleben.

**Soziale Eingebundenheit** wird vor allem dadurch erhöht, wenn sich die Lernenden als einheitliche Gruppe verstehen und die Bemühungen des Einzelnen von der Gruppe wahrgenommen werden. Deci und Ryan legen den Fokus auf das Kompetenz- und Autonomieerleben, streiten aber nicht ab, dass die soziale Eingebundenheit auch einen, wenn auch kleineren, Einfluss auf die Motivation besitzt (Deci ,[14]).

### **Malon und Leppers Klassifikation zur Förderung der Motivation**

Malon und Lepper befassen sich mit der Förderung von Motivation bei der Gestaltung von Lernmedien [52]. Sie unterscheiden in ihrer Klassifikation von positiven Faktoren zwei Kategorien. Die erste Kategorie umfasst dabei individuelle Faktoren, für die keine weiteren Personen involviert sein müssen. Die zweite Kategorie umfasst zwischenmenschliche Faktoren. Diese können primär angewandt werden, wenn die Lernumgebung für mehrere Personen konzipiert ist.

Malon und Lepper gehen von vier Hauptmerkmalen der individuellen Faktoren aus. Dabei geben sie zusätzliche Informationen, wie jeder Faktor weiter verstärkt werden kann. Das erste Hauptmerkmal ist Herausforderung. Malon und Lepper berufen sich auf zahlreiche Studien, die belegen, dass das richtige Maß an Herausforderung die Motivation fördert. Weiter geben sie vier Untermerkmale an, um die Herausforderung zu erhöhen. Das erste Merkmal sind Ziele. Hat ein Lerner ein Ziel vor Augen, fällt es ihm leichter eine Aufgabe zu bewältigen. Dabei sind kurzfristig erreichbare Ziele motivierender als langfristige Ziele. Das zweite Merkmal ist die Variabilität von Ergebnissen. Da ein Ziel allein nicht ausreichend ist, um eine Herausforderung zu generieren, muss ein Faktor an Unsicherheit und Variabilität erzeugt werden. Dies kann durch per Zufall

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

generierte Aufgaben oder variable Schwierigkeiten erreicht werden. Das dritte Merkmal ist Feedback über den Lernverlauf. Ohne konstruktives und häufiges Feedback wird eine Herausforderung nicht motivierend. Das letzte Merkmal ist die Förderung von Selbstbewusstsein beim Lerner. Schafft es die Herausforderung, das Selbstbewusstsein des Lerners zu steigern, wirkt sich das positiv auf die Motivation aus.

Das zweite Hauptmerkmal ist Neugier. Dabei wird zwischen sensorischer und kognitiver Neugier unterschieden. Sensorische Neugier wird dabei vor allem durch interaktive Elemente stimuliert. Um kognitive Neugier zu stimulieren, wird auf mögliche Wissenslücken des Lerners aufmerksam gemacht.

Das dritte Hauptmerkmal ist Kontrolle. Um das Gefühl von Kontrolle zu verstärken, müssen Wahlmöglichkeiten vorhanden sein. Hat der Lerner die Möglichkeit, selbst Entscheidungen zu treffen, erhöht dies das Gefühl der Kontrolle über die Lernumgebung. Zusätzlich muss eingegriffen werden, wenn der Lerner an einem Punkt nicht weiter kommt. Über zusätzliche Anleitung oder zusätzliche Rückmeldungen kann dem Gefühl des Kontrollverlusts beim Scheitern an einer Aufgabe vorgebeugt werden. Zuletzt ist das Demonstrieren von Macht eine weitere Möglichkeit, das Gefühl der Kontrolle zu verstärken. Dieses Machtgefühl lässt sich beispielsweise durch visuelle Effekte im Spiel verstärken, durch die die Mächtigkeit der Spielfigur unterstrichen wird.

Das vierte Hauptmerkmal ist schließlich Fantasie. Fantasie kann dabei helfen, das Langzeitgedächtnis zu fördern und sich besser an Gelerntes erinnern zu können. Stellt eine Lernumgebung die Möglichkeit dar, eigene Fantasien in das Spiel zu projizieren, beispielsweise durch die Gestaltung der eigenen Spielfigur oder der Umwelt, wirkt sich das positiv auf die Motivation aus.

Die zwischenmenschlichen Faktoren gliedern sich in die Punkte Kooperation, Wettbewerb und Anerkennung. Bei der Umsetzung von Kooperation muss drauf geachtet werden, dass die Kooperation nicht durch die Aufteilung von Teilaufgaben, sondern durch sinnvolle Verteilung von Kompetenzen umgesetzt wird. Ebenso reicht es beim Wettbewerb nicht aus, Aufgabe für Aufgabe gegeneinander im Wettbewerb zu stehen, sondern den gesamten Prozess mehr ineinander zu verzahnen. So, dass beispielsweise ein Fehler in der eigenen Aufgabe, ein Vorteil für den Gegner bedeutet. Anerkennung kann beispielsweise durch Bestenlisten gefördert werden. Um den Effekt noch zu verstärken, wird der Lösungsweg, der zu einem guten Ergebnis geführt hat, mit angegeben. Dadurch können nicht nur andere von der guten Lösung profitieren, sondern werden zudem angespornt, selbst besonders gute und kreative Lösungen zu finden (Malone, [52]).

### **2.2.4. Belegte Effekte von Motivation in Serious Games**

Dass Serious Games eine höhere Motivationswirkung als konventionelle Lehrmedien haben, wurde bereits hinreichend untersucht (Prensky, [46]). Eine aktuelle chinesische Studie, durchgeführt von Zhonggen Yu und Kollegen, untersuchte den Einfluss von Serious Games auf Motivation und Lernerfolg im Geschichtsunterricht [57]. Es wurden dabei 103 Oberschüler zwischen 17 und 18 Jahren in zwei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe bekam die Lerneinheit im klassischen Unterrichtsstil, die zweite spielte ein Serious Game, welches dasselbe Wissen vermittelte. Im Ergebnis ergab sich, dass sich kein Lernvorteil für die Serious Game Gruppe abzeichnete. Dieses Ergebnis wurde 2012 ebenfalls von Marc Motyka [40] erfasst. Die Motivation der Serious Games Gruppe war dafür aber signifikant größer, als die der Kontrollgruppe. Zusätzlich konnte nachgewiesen werden, dass Jungen im Vergleich zu Mädchen ebenfalls signifikant mehr durch Serious Games motiviert werden (Zhonggen, [57]). Deniz Eseryel untersuchte 2014 mit seinen Kollegen den Zusammenhang zwischen Motivation, Engagement und der Fähigkeit zum komplexen Problemlösen im Game Based Learning. In ihrer Studie wurden 88 Teilnehmer im Durchschnittsalter von 15 Jahren befragt. Im Ergebnis kommen sie zu dem Schluss, dass der Grad der Motivation beim Spielen eines Serious Games einen erheblichen Einfluss auf die Problemlösefähigkeit der Testpersonen hatte (Eseryel, [11]). Es wird also klar, dass Motivation nicht nur durch Serious Games gefördert wird, es ergeben sich auch positive Effekte durch die erhöhte Motivation. Als möglichen Grund für die erhöhte Motivierung durch Serious Games wird beispielsweise der Spieltrieb des Menschen und der daraus resultierende Spaß am Spiel angeführt (Malone,[52]). Auch die in Abschnitt 2.2.3 vorgestellte motivierende Grundstruktur von Spielen trägt einen Teil dazu bei. Doch gilt es weiter zu ergründen, welche Details der Spielgestaltung die Motivation von Spielern weiter fördern. Guillaume und Jouvelot haben in diesem Kontext die motivierende Wirkung von Serious Games untersucht [23]. Sie kommen zu dem Schluss, dass motivierende Serious Games genau die richtige Balance aus Herausforderung und Bestätigung der eigenen Fähigkeiten liefern [23]. Es bleibt aber nach wie vor zu klären, durch welche Faktoren Herausforderungen in Serious Games umgesetzt werden können.

### **2.2.5. Verbindung zwischen Motivation und Zeitdruck**

Rekapitulieren wir die Ergebnisse der vorgestellten Theorien, wird klar, dass der Herausforderungsgrad einer Aufgabe mit der Motivation zusammenhängt. Bei dem in Abschnitt 2.2.2 vorgestellten Fragebogen zur aktuellen Motivation wird die Herausforderung als Skala verwendet. Dempsey und Johnson haben das ARCS Modell für Gamedesigner erweitert und sprechen neben der Erfolgsszuversicht, der Herausforderung eine ebenso wichtige Rolle zu [29]. In Malon und Leppers Klassifikation zur Förderung der Motivation

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

ist das erste Element die Herausforderung der Aufgabe. Auch Johannes Breuer nennt in seiner Bestandsaufnahme zum Game-Based Learning die Herausforderung als eines der sechs Kernpunkte von Serious Games [5]. In Deci und Ryans Selbstbestimmungstheorie wird das Kompetenzerleben und dadurch die Motivation maßgeblich durch die Aufgabenschwierigkeit beeinflusst. Auch das Risiko Wahl Modell besagt, dass eine angemessene Aufgabenschwierigkeit zu einer optimalen Motivierung führt. Betrachten wir nun, wie im klassischen Game Design die Schwierigkeit eines Spiels modelliert wird, so wird ersichtlich, dass in vielen Fällen Zeitdruck zum Einsatz kommt. Dabei werden unterschiedliche Gestaltungsvarianten von Zeitdruck verwendet. Um überhaupt Zeitdruck erzeugen zu können, muss der Spieler ein Feedback vom Spiel erhalten, das als Auslöser für den Zeitdruck eingesetzt wird. Dazu werden Timer eingesetzt, die entweder als Countdown eine vorgegebene Zeit nach unten zählen oder als Stoppuhr eine möglichst geringe Bestzeit messen. Zwei Beispiele zur Umsetzung dieser beiden Ansätze sind die Spieleklassiker Super Mario Bros<sup>5</sup> und Sonic the Hedgehog<sup>6</sup>. Während im Spiel Super Mario Bros ein negativer Countdown ab 999 Sekunden benutzt wird, um die Wertung für den erfolgreichen Abschluss einer Spielwelt zu errechnen, wird zu diesem Zweck bei Sonic the Hedgehog ein positiver Zähler verwendet, der von 0 Sekunden nach oben rechnet. Der Spieler muss nun versuchen, durch den schnellstmöglichen Abschluss der Aufgabe eine bestmögliche Wertung zu erhalten. Somit ist Zeitdruck ein Mittel, um die Aufgabenschwierigkeit und dadurch auch den Herausforderungsgrad eines Spiels maßgeblich zu beeinflussen. In Anbetracht der Tatsache, dass die Aufgabenschwierigkeit sowie die Herausforderung in den zahlreichen hier aufgeführten Theorien Einfluss auf die Motivation ausübt, soll der hier angenommene mögliche Zusammenhang im Verlauf dieser Arbeit genauer untersucht werden. Im folgenden Abschnitt soll jedoch zuerst der Begriff Zeitdruck näher erklärt werden.

### 2.3. Zeitdruck

Im folgenden Kapitel wird der Begriff Zeitdruck zuerst genau definiert. Anschließend werden relevante Zeitdruckeffekte vorgestellt, die durch Studien belegt werden konnten. Zum Abschluss wird Zeitdruck als Spielement erläutert.

#### 2.3.1. Definition von Zeitdruck

Cleotilde Gonzalez definiert Zeitdruck wie folgt: *difference between the amount of available time and the amount of time required to solve a decision task* [8] (Unterschied zwischen der für eine Entscheidungsaufgabe benötigten und vorhandenen Menge an

---

<sup>5</sup><http://www.nintendo.com/games/detail/ad5a45fd-b1c2-403c-970a-9e3ffa35a5b8>

<sup>6</sup><http://www.sonicthehedgehog.com/>

Zeit. ) Zeitdruck entsteht also immer genau dann, wenn eine Einschränkung der für eine Aufgabe zugeordneten Zeit vorliegt. Dadurch wird eine Stresssituation beim Lösen dieser Aufgabe erzeugt. Es wird im Folgenden zu klären sein, welche Effekte Zeitdruck allgemein auslösen können, wie Zeitdruck als Spielelement verwendet wird und in wie weit Zeitdruck bereits in Serious Games Anwendung findet.

### 2.3.2. Effekte von Zeitdruck

Eine Reihe von Studien konnte negative Effekte von Zeitdruck bei kognitiv anspruchsvollen Tätigkeiten belegen. Ganushchak und Schiller haben beispielsweise die Fehlerrate bei zweisprachigen Versuchspersonen untersucht [17]. Der Versuchsablauf war wie folgt angelegt: Eine Aufgabe wurde nicht in der Muttersprache der Versuchspersonen gestellt und in einer Gruppe mit und in einer anderen ohne Zeitdruck ausgeführt. Die Gruppe mit Zeitdruck antwortete beim Lösen der Aufgabe häufiger in ihrer Muttersprache, was als Fehler vermerkt wurde. Van Harreveld, Wagenmakers und van der Maas haben den Einfluss von Zeitdruck auf Schachspieler untersucht [24]. Dabei konnten sie widerlegen, dass ein erhöhter Zeitdruck für erfahrene Spieler von Vorteil ist. Für ihre Studie wurden die Spielergebnisse von 300 Teilnehmern eines Onlineschachclubs verwendet. Die Aufteilung der Spielerexpertise erfolgte in vier Gruppen. Von Spielern mit internationalen Titeln bis hin zu Spielern ohne Auszeichnung. Ihr Ergebnis zeigt, dass sobald der Zeitdruck von 30 Minuten auf drei bis zehn Minuten pro Spiel erhöht wird, ist der vermeintliche Spielvorteil des Spielers mit mehr Erfahrung insignifikant. Van Harreveld führt diesen Effekt auf die erhöhte Wahrscheinlichkeit eines spielentscheidenden Fehlers bei hohem Zeitdruck zurück. Ausgehend von diesen Erkenntnissen führt ein zu hoher Zeitdruck also zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, einen Fehler zu begehen.

Neben den hier aufgeführten negativen konnten auch positive Effekte von Zeitdruck nachgewiesen werden. Chajut und Algom haben gezeigt, dass Zeitdruck dazu benutzt werden kann die Aufmerksamkeit während einer Tätigkeit zu erhöhen (Gardner, [18]).

Muss beispielsweise die Ausführung des gelernten Wissens unter Stress erfolgen, bietet sich Zeitdruck an, um Stresstraining zu betreiben. In diesem Kontext haben Driskell, Johnston und Salas eine Studie durchgeführt, um Stresstraining genauer zu untersuchen. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, dass Stresstraining auch bei Konfrontation mit einem neuartigen Stress oder auch mit einer neuartigen Aufgabe einen positiven Einfluss hat [12].

Paul Cairns hat in einer Studie den Effekt von Zeitdruck und Musik auf die Immersion beim Spielen von Computerspielen untersucht. Immersion umfasst die medialen Qualitäten des technischen Systems, die von außen auf einen Benutzer einwirken und durch die Sinnesorgane wahrgenommen werden (Heers, [26]). Der Studienablauf war wie folgt

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

angelegt: Alle Versuchsteilnehmer mussten ein Labyrinth durchlaufen. Dabei gab es vier getrennte Versuchsgruppen. Je zwei mit und ohne Musik als Zeitbeschränkung in jeweils einer dreidimensionalen oder zweidimensionalen Spielwelt. Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass Musik und Zeitdruck einen größeren Effekt auf die Immersion haben, als die Präsentation der Spielwelt (Cairns, [43]). Zusammenfassend hat Zeitdruck besonders im Kontext von Spielen oder zum Zweck von Stresstraining eine positive Wirkung. Im Kontext von Serious Games für Studenten wäre so eine Anwendung zur Prüfungsvorbereitung denkbar.

Ein ebenfalls nicht zu vernachlässigender Aspekt bei der Arbeit mit Zeitdruck sind Persönlichkeitseffekte. Rawlings und Carnie konnten bereits 1989 einen Zusammenhang zwischen dem Umgang mit Zeitdruck und der Persönlichkeit von Versuchspersonen feststellen. Es wurde dabei zwischen extrovertierten und introvertierten Persönlichkeiten unterschieden, wobei Extrovertierte bei viel Zeitdruck und Introvertierte bei wenig Zeitdruck eine bessere Leistung zeigten. Die Studie, die die Aussage von Rawlings und Carnie belegt, wurde mit Hilfe des Wechsler Adult Intelligence Scale Intelligenztests durchgeführt. Der Test wurde für die Studie modifiziert, um die Testaufgaben mit und ohne Zeitdruck abfragen zu können. Die Studienteilnehmer waren zwischen 15 und 27 Jahren alt und in den Geschlechtern gleich verteilt (Rawlings, [10]).

### 2.3.3. Zeitdruck als Spielelement

Robin Hunicke untersuchte 2004 welche Faktoren dafür verantwortlich sind, dass Computerspiele Spaß bereiten. Zu diesem Zweck stellt er eine acht Punkte umfassende Klassifizierung auf. Anhand dieser Klassifikation ist es möglich, Spiele in diesem Kontext zu bewerten. Die Klassifikation umfasst die Punkte: Sensation, Fantasy, Narrative, Challenge, Fellowship, Discovery, Expression und Submission. Dabei sind, wie auch schon bei Malone und Lepper die Punkte Herausforderung und Fantasie enthalten. Als gutes Beispiel zur Umsetzung von Herausforderung, nennt Hunicke Zeitdruck. Ein Überblick über verschiedenste Videospiele macht klar, dass nicht nur Hunicke Zeitdruck als ein zentrales Spielelement vorschlägt. Zeitdruck ist unter anderem in der Liste der „Zehn Elemente für erfolgreiche Spiele“ (Reeves, [6]) zu finden. Zudem ist es eines der ältesten Spielelemente in Computerspielen. Spielklassiker wie Tetris<sup>7</sup> oder Kings Quest III<sup>8</sup> sind Beispiele für eine Implementation von Zeitdruck zur Umsetzung einer Herausforderung (Wolf, [56]). Im Game Design wird Zeitdruck vor allem als zusätzlicher Stressfaktor benutzt, um so die Schwierigkeit einer Aufgabe zu modulieren. Um diesen Vorgang besser zu verstehen, muss der Begriff der Schwierigkeit näher betrachtet und weiter differenziert werden. Nach Adams empfindet jeder Spieler eine individuell

---

<sup>7</sup>[www.tetris.de](http://www.tetris.de)

<sup>8</sup><http://www.infamous-adventures.com/kq3/>

## 2.4. EINORDNUNG IN DEN WISSENSCHAFTLICHEN KONTEXT

empfundene Schwierigkeit einer Spielherausforderung (Adams, [1]). Diese empfundene Schwierigkeit setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

*empfundene Schwierigkeit = absolute Schwierigkeit - (Macht der Spielfigur + Spielerfahrung des Spielers)* (nach Adams, [1]). Die absolute Schwierigkeit beschreibt dabei die Schwierigkeit einer Aufgabe im Vergleich zu einer festgelegten Basisaufgabe. Die absolute Schwierigkeit wird durch einen Stressfaktor variiert. Als Mittel dazu nennt Adams Zeitdruck. Eine Aufgabe ohne Zeitdruck besitzt so eine geringere absolute Schwierigkeit, als dieselbe Aufgabe mit Zeitdruck. In Bezug auf Serious Games reicht es laut Clark Aldrich allerdings nicht aus, eine Zeitbeschränkung über einen Fragebogen zu legen, um ein Serious Game zu konzipieren [2]. Daher soll das im Teilabschnitt 2.1.3 vorgestellte RETAIN Modell angewandt werden, um das Spielelement Zeitdruck auch didaktisch sinnvoll in das zu konzipierende Serious Game einzubetten.

## 2.4. Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext

Eseryel trifft in seiner in Abschnitt 2.2.4 vorgestellten Studie die Aussage, dass es besonders schwierig sei, die Motivation von Spielern vom Anfang des Spiels über die gesamte Dauer aufrecht zu erhalten. Als Vorschlag zur Umsetzung dieser schwierigen Aufgabe nennt er eine herausfordernde Spielgestaltung (Eseryel, [11]). Stephen S. Killingsworth und Douglas Clark untersuchten 2013 den Einfluss der Spielgestaltung auf die Motivation der Spieler. Dabei wurden zwei Versionen eines Spiels verglichen, zum einen ein Runden basierendes und zum anderen ein Echtzeitspiel. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Spieler des Echtzeitspiels signifikant mehr motiviert waren, als die Spieler des Runden basierenden Spiels (Killingsworth, [51]). Es ergibt sich also der Zusammenhang, dass die Spielgestaltung Auswirkungen auf die Motivation nehmen kann. Rekapitulieren wir die gewonnenen Erkenntnisse der vorgehenden Abschnitte wird klar, dass Zeitdruck und Motivation zwei zentrale Elemente in Bezug auf Serious Games darstellen. Wie in Abschnitt 2.3.3 dargelegt ist, ist Zeitdruck ein essentieller Baustein im Game Design und wird auch in Serious Games zur Beeinflussung der Herausforderung eingesetzt. In Abschnitt 2.2.5 wurde die Verbindung von einer Spielherausforderung und der Motivation eines Spielers aufgezeigt. Es ist also ein naheliegender Schluss, den Einfluss von Zeitdruck auf die Motivation eines Spielers zu untersuchen. Bei der Recherche über den Zusammenhang zwischen Motivation und Zeitdruck beim Spielen von Serious Games ist jedoch auffällig, dass die Beziehung beider Elemente im Kontext von Serious Games noch nicht ausreichend untersucht ist. Grüntjens vergleicht in seiner Diplomarbeit an der Universität Koblenz den Einfluss von drei unterschiedlichen Spielkonzepten auf die Motivation der Spieler (Gruentjens, [22]). Die dabei verwendeten Herausforderungen sind Zeitdruck und die Schwierigkeit der Spieldurchführung. Sein erster Ansatz setzt dabei das Spielkonzept von Tetris um. Die verwendete Herausforderung

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

wird dabei ausschließlich durch Zeitdruck erzeugt. Der zweite Ansatz setzt auf das Spielprinzip eines Puzzles auf. Die Herausforderung besteht darin, den Startzustand zu analysieren und die richtige Lösungsstrategie zu entwickeln. Der dritte Ansatz setzt schließlich auf eine Hierarchie von Herausforderungen, welche die ersten beiden Ansätze in einem Spiel vereinen. Grüntjens kommt zu dem Ergebnis, dass der Ansatz mit reinem Zeitdruck die höchste Motivation erzeugt. Der gemischte Ansatz erzeugt am wenigsten Motivation. Allerdings ist zu erwähnen, dass Grüntjens Testgruppe nur aus elf Probanden bestand und er selbst anmerkt, dass der Zusammenhang mit *größeren Probandentests* weiter untersucht werden sollte (Gruentjens, [22]).

Sebastian Töpfer befasste sich 2004 mit dem Einfluss von Zeitdruck beim komplexen Problemlösen und kam im Ausblick seiner Studie zu der folgenden Erkenntnis: *Bezüglich des Versuchsplans wäre es interessant, noch mehr verschiedene Zeitdruck-Levels zu testen, um den Effekt von Zeitdruck genauer differenzieren zu können.* (Töpfer, [53])

Sehen wir von der in Abschnitt 2.3.2 aufgezeigten Korrelation zwischen Immersion und Zeitdruck (Cairns, [43]) ab, wird deutlich, dass im Bereich Zeitdruck, vor allem aber in Verbindung mit Motivation im Kontext von Serious Games, noch Forschungsarbeit zu leisten ist.

# 3. Konzeption

Im Ergebnis dieser Arbeit soll der Einfluss von Zeitdruck auf die aktuelle Motivation näher untersucht werden. Aus diesem Grund wird ein Evaluationsframework konzipiert, das alle notwendigen Elemente zur Umsetzung dieses Ziels enthält. Ferner soll das Framework so variabel aufgebaut werden, dass es auch für zukünftige Forschungsarbeiten verwendet werden kann. Die benötigten Basiskomponenten des Evaluationsframeworks sind: Das **Serious Game**, die **Studie** und eine **Kommunikationskomponente**, die die Integration der beiden anderen Komponenten ermöglicht.

## 3.1. Konzeption des Serious Game

Im folgenden Abschnitt wird die Konzeption des Serious Games *Die Flucht aus dem Dschungel* näher erläutert. Hierzu wird zu Beginn die Spielidee erläutert und das Grundgerüst des Spiels vorgestellt. Es folgt eine detaillierte Beschreibung der Spielkomponenten, sowie die Konzeption der für die Evaluation nötigen Spielvarianten und der Optimierungsmaßnahmen zur optimalen Motivierung der Spieler.

### 3.1.1. Spielidee

Da es sich bei dem zu konzipierenden Spiel um ein Serious Game handelt, muss der Serious Game Aspekt von Beginn an in die Konzeption mit einbezogen werden. Für das hier konzipierte Serious Game, soll dieser Aspekt in Form einer Zuordnungsaufgabe in das Spielformat eingebettet werden. Die Zuordnungsaufgabe, die hierfür verwendet werden soll, besteht aus einem Objekt, das einer bestimmten Kategorie zugehörig ist und einer Auswahl an möglichen Kategorien. Die eigentliche Aufgabe besteht darin, die Kategorie des Objekts zu erkennen und bei der Auswahl, die richtige Kategorie zu selektieren. Die Anforderungen an das Spielformat sind folglich die Umsetzbarkeit der Zuordnungsaufgabe und die Möglichkeit unterschiedliche Formen von Zeitdruck einzubetten. Ein Spielformat, das beide Anforderungen erfüllt, ist der Platformer (Chandler, [25]). Beispiele für Platformer sind die in Abschnitt 2.2.5 erwähnten Spiele: Super Mario Bros<sup>1</sup> und Sonic the Hedgehog<sup>2</sup>. Die Grundbausteine eines Platformers sind

---

<sup>1</sup><http://www.nintendo.com/games/detail/ad5a45fd-b1c2-403c-970a-9e3ffa35a5b8>

<sup>2</sup><http://www.sonicthehedgehog.com/>

### 3. KONZEPTION

die Spielfigur und mehrere Spielwelten, die aus Plattformen aufgebaut sind. Das Ziel ist es, von einem festgelegten Start, zu einem ebenfalls festgelegten Endpunkt und somit in die nächste Spielwelt zu gelangen. Dazu muss die Spielfigur durch Rennen und Springen verschiedene Hindernisse überwinden. Hindernisse können beispielsweise durch Gegenspieler oder auch durch Abstände zwischen den Plattformen realisiert werden, welche durch genau platzierte Sprünge überwunden werden müssen.

Abbildung 3.1 zeigt eine Konzeptzeichnung, wie die Zuordnungsaufgabe in das Spielformat eines Platformers übertragen werden kann. Das Objekt der Zuordnungsaufgabe ist als interaktives Spielobjekt auf dem Spielfeld platziert (Vergleiche 3.1 I). Der Spieler hat die Möglichkeit das Spielobjekt zu aktivieren. Dadurch wird ihm das Objekt der Zuordnungsaufgabe im Spiel angezeigt (Vergleiche 3.1 II). Auf dem Spielfeld existiert für jede Kategorie eine in der Gestaltung unterscheidbare Art von Plattform. Um die Zuordnung vorzunehmen, muss sich die Spielfigur auf die richtige Plattform begeben (Vergleiche 3.1 III). Damit der Spieler ein Feedback erhält, ob seine Wahl richtig oder falsch ist, werden die Übergänge zwischen den einzelnen Spielwelten verwendet. Hat der Spieler durch seine Wahl der Plattform die falsche Kategorie zugeordnet, wird ihm der Übergang in die nächste Spielwelt verwehrt (Vergleiche 3.1 IV). War die Zuordnung hingegen korrekt, wird der Spieler in die nächste Spielwelt transportiert.

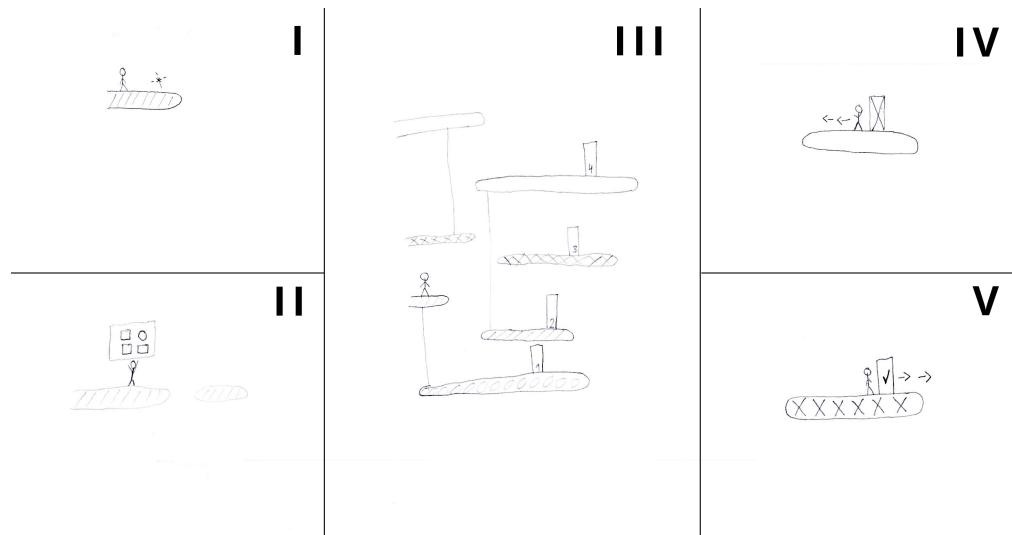


Abbildung 3.1.: Konzeptzeichnung der Fusion von Zuordnungsaufgaben, mit dem Spielformat eines Platformers

Aus dieser Fusion von Spielformat und Lernaufgabe entsteht die eigentliche Spielidee:

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME

Der Protagonist stürzt mit einem Helikopter über einem unbekannten Urwald ab, überlebt den Absturz und muss sich durch den Dschungel einen Weg zurück in die Zivilisation suchen. Auf seinem Weg findet der Spieler Aufzeichnungen von Forschern und Entdeckern, die auch einen Ausweg aus dem Dschungel gesucht haben. Je mehr Aufzeichnungen gefunden werden, desto mehr Hinweise gibt es darauf, wie die Flucht gelingen kann. Der Dschungel besteht aus vier Plattformen und jede dieser Plattformen besitzt als Kategorie ein Gestaltgesetz<sup>3</sup>. Als Objekt der Zuordnungsaufgabe kommen Bilder zum Einsatz, die je ein Gestaltgesetz repräsentieren. Im Dschungel liegen Amulette mit aufgezeichneten Bildern versteckt und jedes der Bilder weist durch sein Gesetz den Weg zum Ausgang. Hat der Protagonist alle Bilder entdeckt und zugeordnet, findet er den Weg aus dem Dschungel.

#### 3.1.2. Konzeption der Grundstruktur anhand des RETAIN Modells

Um bei der Konzeption des Serious Games neben dem Motivationsdesign auch die didaktische Konzeption mit in den Designprozess zu integrieren, wird auf das in Abschnitt 2.1.3 vorgestellte RETAIN Modell zurückgegriffen. Es wurden alle Punkte der Grundstruktur des RETAIN Modells für das Spiel ausformuliert:

##### 1. Spieleinstieg:

Der Spieler beginnt das Spiel mit einem in das Spiel integrierten Tutorial. In dieser Anfangsphase wird weder Zeitdruck erzeugt, noch soll der Lehrgegenstand vermittelt werden. Der Fokus liegt allein darauf, dem Spieler die Spielmechanik und Funktion näher zu bringen. Die Gestaltung der ersten Spielwelt ist so gewählt, dass jede einzelne Spielmechanik an einem erklärten Beispiel ausprobiert werden kann. Bis das erste Event zur Einleitung der Spielgeschichte erreicht wird, müssen alle Spielmechaniken, Laufen, Rennen, Klettern und Springen noch einige Male erfolgreich ausgeführt werden. So kann gewährleistet werden, dass der Spieler die Handhabung des Spiels erfolgreich beherrscht, bevor erste Lerninhalte vermittelt werden. Dadurch wird der Spieler beim Lernen des Lehrgegenstandes nicht durch das Erlernen neuer Spielmechaniken abgelenkt.

##### 2. Lehrgegenstand:

Als Lehrgegenstand sollen die vier Gestaltgesetze: Ähnlichkeit, Geschlossenheit, Prägnanz und Fortsetzung aus der Gestaltpsychologie vermittelt werden. Die Gestaltpsychologie beschäftigt sich unter anderem mit der Erforschung von Wahrnehmungsmustern, die bei allen Menschen in einer ähnlichen Weise reproduziert werden können. Diese Muster wurden von Wolfgang Metzger zu einer Vielzahl von Gestaltgesetzen zusammengefasst [36]. Zu den grundlegenden zählt Metzger unter anderem die hier ausgewählten Gesetze.

---

<sup>3</sup>Definiert in Abschnitt 3.1.2

### 3. KONZEPTION

Das Gesetz der Ähnlichkeit besagt, dass Figuren mit gleichem Aussehen als zusammengehörig wahrgenommen werden. Das Gesetz der Geschlossenheit sagt, dass Figuren, die von einer Linie umfasst werden, als Einheit gesehen werden. Dabei ist es nicht notwendig, dass die Linie komplett durchgezogen ist. Nicht vorhandene Teile des gesamten Bildes werden in der Wahrnehmung ergänzt. Das Gesetz der Prägnanz besagt, dass bei Mehrfachinterpretationen einer Figur stets die einfachste Möglichkeit gewählt wird. Das Gesetz der Fortsetzung beschreibt das Phänomen, dass sich schneidende Linien nicht anhand des Schnittpunkts getrennt, sondern als fortlaufende Objekte erkannt werden (Moser, [39]).

3. Pädagogische Elemente: Der Spieler erkundet das Spielfeld und findet Hinweise und kodierte Beispiele zu den vier Gestaltgesetzen. Es wird daher Exploration angewendet um die Neugier des Spielers anzuregen und das Gefühl zu vermitteln, selbst die Kontrolle zu behalten. Im Verlauf des Spiels werden dann Wiederholungen benutzt, um das Gelernte zu festigen. Der Spieler muss insgesamt 15 Spielwelten durchlaufen, wobei die ersten vier dem Spieleinstand und der Vermittlung der Gestaltgesetze dienen. Die restlichen dienen zur Wiederholung und Übung.
4. Spielelemente: Der Spieler entdeckt frei eine unbekannte Spielwelt. Die Spielfigur muss rennen, klettern und springen, um in alle Bereiche des Spielfelds vorzudringen. Um den Spieler mehr zu fordern, sind Herausforderungen in Form von Gegenspielern, Geschicklichkeit und Zeitdruck vorgesehen.
5. Spielabschnitte:

**Spieleinstand:** Der Spieler wird in das Spiel eingeführt. In einem Tutorial lernt er die Spielmechanik kennen.

**Lernphase:** Der Spieler muss die Gestaltgesetze, kodiert als unterschiedlich gestaltete Plattformen auf dem Spielfeld, finden und die Zuordnung von Beispielbildern auf jeder Plattform verstehen.

**Anwendungsphase:** Der Spieler muss Bilder, die einem Gestaltgesetz zugehörig sind, auf die richtige Plattform bringen, um in die nächste Spielwelt zu gelangen.

**Spielende:** Der Spieler hat alle Spielwelten erfolgreich durchlaufen.

6. Kritischer Pfad: Insgesamt besitzt das Spiel 15 Spielwelten und ein Titelbild. Jede dieser Welten ist einem Spielabschnitt zugeordnet und besitzt eine bestimmte Aufgabe. Das Titelbild zeigt eine Dschungellandschaft und im Anschluss den abstürzenden Helikopter des Protagonisten. Im Folgenden wird der Titel des Spiels eingeblendet. Durch Interaktion gelangt der Spieler in die erste Spielwelt. Er kann das Titelbild ganz nach persönlicher Vorliebe auf sich wirken lassen. Die erste Spielwelt ist als Tutorial für die Spielmechanik angelegt. Der User wird vom

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME

System durch die Spielmechaniken laufen, rennen, springen und klettern geführt. Am Ende der ersten Spielwelt beginnt ein Dialog zur Einführung in die Spielgeschichte. Die zweite Spielwelt schließt das Tutorial durch die Einführung von Gegenspielern ab und es beginnt die Lernphase. Der Spieler wird über Hinweise an die Gestaltgesetze und die Zuordnung zu den vier Varianten der Plattformen im Dschungel herangeführt. Sind alle vier Plattformen entdeckt, betritt der Spieler die dritte Spielwelt. Hier findet der Spieler Beispieldbilder für jedes Gestaltgesetz. Hat der Spieler alle Beispiele durchlaufen, beginnt die nächste Spielwelt sowie die Anwendungsphase. In der vierten Spielwelt muss der Spieler erstmals selbst die richtige Zuordnung vornehmen. Um den Spieler nicht zu überfordern, stehen nur zwei Arten von Plattformen als Auswahl zur Verfügung. Hat der Spieler die richtige Zuordnung getroffen, erreicht er die nächste Spielwelt. Das Prinzip wird nun wiederholt, allerdings mit drei möglichen Plattformen und darauf folgend mit allen vier Plattformen. Die Anwendungsphase läuft mit unterschiedlichen Bildern und Zuordnungsmöglichkeiten solange weiter, bis die letzte Spielwelt erreicht ist. Hier entdeckt der Spieler den Ausgang aus dem Dschungel und ist gerettet. Das Spiel wird beendet. Um jede Spielwelt von Anfang nach Ende zu durchrennen, wird durchschnittlich eine Minute vorgesehen. Für den worst case ergibt sich daher die in Abbildung 3.2 gezeigte Berechnung der Spielzeit.

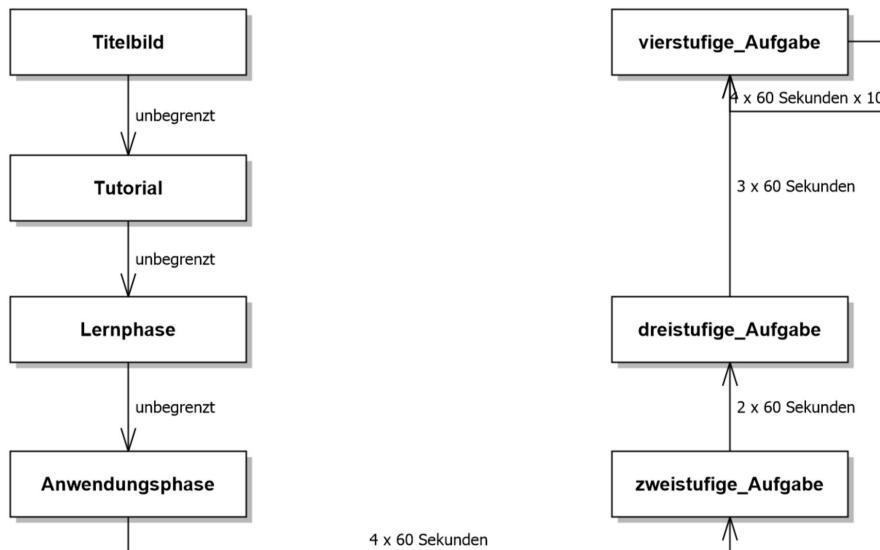


Abbildung 3.2.: Worst case des Spielablaufs im kritischen Pfad

### 3. KONZEPTION

Werden alle Stationen mit der größtmöglichen Anzahl an Fehlern durchlaufen, sind 49 Minuten nötig, plus der Zeit, die für das Tutorial und die Lernphase benötigt werden. Im best case ergibt sich eine Spieldauer von 18 Minuten.

#### 7. Didaktischer Aufbau:

Im Einstieg steht die Vermittlung der Spielemechanik im Fokus. Erst wenn der Spieler schon mit der Interaktion des Serious Game vertraut ist, wird der eigentliche Lehrstoff vermittelt und soll dann anschließend angewandt werden. In der Lernphase werden dem Spieler die verschiedenen Arten von Gestaltgesetzen anhand eines Beispiels beigebracht. Im Anschluss geht es darum, das gelernte Wissen anzuwenden. Es müssen nun in jeder Welt Bilder den richtigen Gestaltgesetzen zugeordnet werden. Dabei wird die Schwierigkeit der Zuordnungsaufgabe ab den ersten drei Einheiten leicht gesteigert. Dies geschieht durch die Variation der Auswahlmöglichkeiten. Im ersten Spielabschnitt der Anwendungsphase hat der Spieler nur zwei Auswahlmöglichkeiten, im Anschluss erhöht sich die Auswahl auf drei. Im nächsten Schritt vergrößert sich die Auswahl auf die finale Schwierigkeit mit vier Möglichkeiten.

#### 8. Formatives Feedback während der Spielabschnitte:

Formatives Feedback wird in zwei Ausprägungen gegeben. Um durch die Zuordnung der Gestaltgesetze auf die vier Spielplattformen möglichst wenig zusätzliche Belastung bei den Lernenden zu erzeugen, wird in der Benutzeroberfläche das Gestaltgesetz der aktuellen Ebene als Text angezeigt. Wechselt der Spieler eine Ebene, passt sich der Text automatisch an die neue Ebene an, wie in der Konzeptzeichnung 3.3 grafisch dargestellt wird.

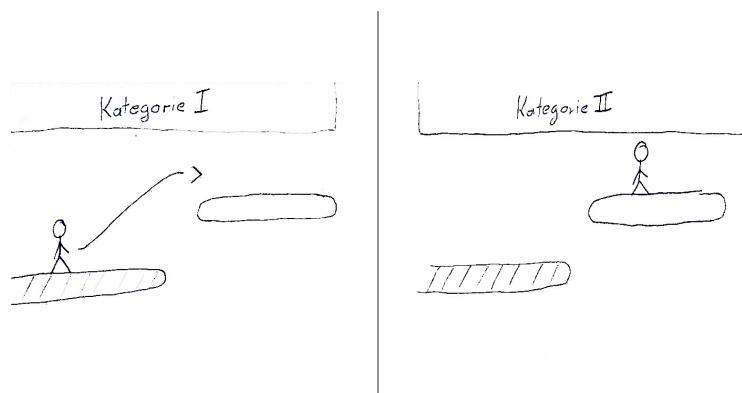


Abbildung 3.3.: Konzeptzeichnung zum formativen Feedback während der Spieler eine Plattform wechselt

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME

Dadurch werden dem Spieler die Namen der Funktionen immer wieder vor Augen geführt. Der zusätzliche Aufwand, sich die für das Spiel notwendige Zuordnung zwischen Plattformen und Gestaltgesetzen zu merken, wird dadurch verringert. Werden Bilder falsch auf die Gestaltgesetze zugeordnet, erhält der Spieler ein sofortiges zweistufiges Feedback über den Fehler. Zum einen wird die Spielfigur zurückgestoßen, wodurch der Spielfluss kurz unterbrochen ist und zum anderen wird eine Meldung in der Benutzeroberfläche angezeigt, die über den Fehler informiert und das gerade ausgewählte Bild nochmals anzeigt. Dadurch erhält der Spieler die Möglichkeit, das Bild ein weiteres Mal zu betrachten und über die richtige Lösung nachzudenken.

#### 9. Summatives Feedback:

Am Ende des Spiels erhält der Spieler eine Zusammenfassung seiner Leistung. Aufgezeigt werden die Zeiten, die benötigt wurden, um jede Spielwelt abzuschließen, die Anzahl der richtigen und falschen Zuordnungen und die Anzahl der Kollisionen mit Hindernissen.

#### 10. Unterstützung und Motivation zum erneuten Spielen:

Für die hier geplante Umsetzung ist ein mehrmaliges Spielen nicht vorgesehen. Allerdings sind einige Maßnahmen zur Förderung des Wiederspielwerts denkbar. So kann das Spielfeld beim erneuten Spielen neu zusammengestellt werden. Dadurch wird verhindert, dass die Spieler nur die Wege lernen und nicht die richtige Zuordnung der Gestaltgesetze. Des Weiteren kann die Einstiegs- und Lernphase optional übersprungen werden. So können Spieler, die die Gesetze und das Spiel schon kennen, direkt in der Anwendungsphase einsteigen.

### 3.1.3. Konzeption der Spielkernkomponenten und deren Zusammenspiel

Zur Umsetzung der vorgestellten Grundstruktur des Serious Games müssen die einzelnen Spielkomponenten konzipiert und ihre Interaktionsmöglichkeiten festgelegt werden. Die elementarsten Spielkomponenten sind die in Abschnitt 3.1.1 vorgestellten Komponenten der Spielwelt und der Spielfigur. Um das Serious Game im geplanten Umfang umzusetzen, müssen diese elementaren Elemente um zusätzliche Komponenten erweitert werden. Es ergeben sich die folgenden Kernkomponenten des Spiels:

#### Spielwelten

Die Spielwelten bilden den Rahmen für die Interaktion aller anderen Spielobjekte. Sie sind somit ein zentrales Element des gesamten Spiels. Jede Spielwelt besteht aus

### 3. KONZEPTION

einem Grundskelett aus Plattformen, das die Grundstruktur des Spielfelds begrenzt. Zeitgleich dienen die Plattformen, wie in Abschnitt 3.1.1 angeführt, als Auswahl an Kategorien für die Zuordnungsaufgabe. Die Physik der anderen Spielobjekte steht mit dem Grundskelett der Spielwelt in Relation. Diese Relation wird als Kollision mit soliden Elementen der Spielwelt beschrieben. Um in der Gestaltung der Spielwelt mehr Möglichkeiten bereitzustellen, stellt die Spielwelt neben dem soliden Grundskelett auch nicht solide Elemente bereit. Diese werden von der Physik der Spielobjekte ignoriert und dienen lediglich der Dekoration und atmosphärischen Gestaltung der Spielwelt. Abbildung 3.4 zeigt im ersten Bild das Grundskelett der Spielwelt und im zweiten Bild die Spielfigur inklusive der Dekorationselemente. Die Spielfigur steht auf dem Grundskelett, wohingegen die Dekorationselemente keinen Einfluss auf die Bewegungsfreiheit der Spielfigur nehmen.

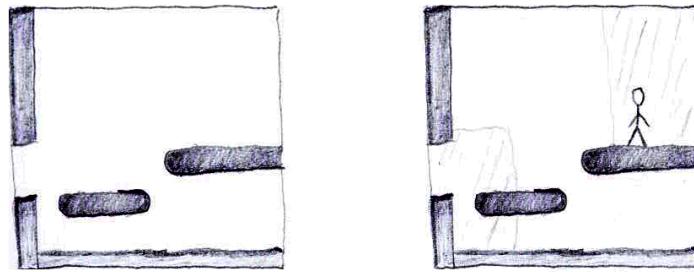


Abbildung 3.4.: Konzeptzeichnung zur Interaktion von Spielwelt und Spielfigur

#### Spielfigur

Die Spielfigur stellt das Zentrum des Spiels dar. Der Spieler hat die direkte Kontrolle und kann über die Spielfigur mit den anderen Spielobjekten interagieren. Diese Interaktion erfolgt über die Physik der Spielfigur. Kommt es zu einer Kollision mit einem anderen Spielobjekt, wird je nach Kollisionspartner eine spezifische Aktion ausgelöst. Eine Kollision mit einem soliden Spielfeldelement bewirkt so beispielsweise, dass die Spielfigur in der Bewegungsfreiheit eingeschränkt ist. Die Spielfigur hat die Basisfähigkeiten laufen, rennen und springen. Durch die Kombination der verschiedenen Fähigkeiten mit sich selbst und der Spielwelt, lassen sich weitere Kombinationsfähigkeiten ausführen. Beim Rennen und Springen wird die Sprunghöhe und -weite erhöht. Nach dem Springen gegen eine Wand, kann sich die Spielfigur durch Laufen gegen die Wand festhalten und

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME

durch Springen anschließend abstoßen, um nach oben zu klettern. Dieser Vorgang ist in Abbildung 3.5 als Konzeptzeichnung zu sehen. Die Interaktion mit dem Spiel wird dabei über die Tastatur abgewickelt. Die Steuerung erfolgt mit beiden Händen, um neben einfachen Steuerungsmanövern auch die Kombinationsfähigkeiten auszulösen.

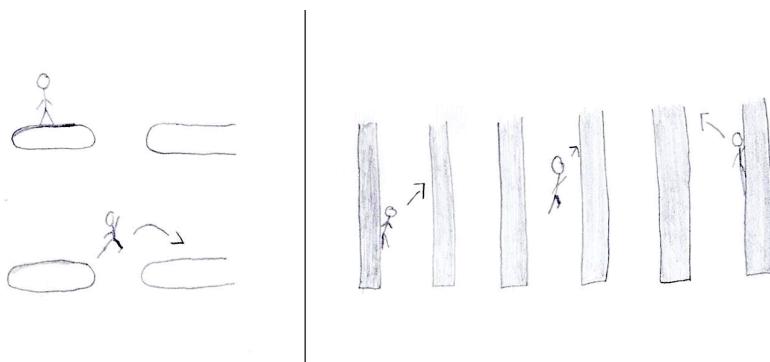


Abbildung 3.5.: Konzeptzeichnung von Sprungaktionen der Spielfigur

#### Amulette

Um das Spielziel zu erreichen, muss der Spieler die in Abschnitt 3.1.1 erläuterte Zuordnungsaufgabe lösen. Dazu werden die Objekte der Zuordnungsaufgabe als Amulette auf dem Spielfeld platziert. Der Spieler kann die Amulette durch eine Berührungen automatisch aufheben. In diesem Moment wird dem Spieler automatisch die hinterlegte Information, in diesem Fall das hinterlegte Bild angezeigt (Vergleiche Abbildung 3.1). Zu jeder Zeit kann der Spieler entweder keinen oder einen Gegenstand tragen. Trägt der Spieler ein Amulett bei sich, hat er die Möglichkeit, es sich jeder Zeit über die Benutzeroberfläche nochmals anzusehen.

#### Spielfeldkarte

Nachdem der Spieler das in Abschnitt 3.1.2 erläuterte Tutorial und die Lernphase erfolgreich abgeschlossen hat, erhält er eine Spielfeldkarte. Wie in Abbildung 3.6 zu sehen ist, zeigt die Spielfeldkarte die Zuordnung der Kategorien, der Zuordnungsaufgabe zu den einzelnen Spielebenen. Reicht dem Spieler das formative Feedback nicht aus, kann er zusätzlich die Spielfeldkarte zu Rate ziehen.

### 3. KONZEPTION

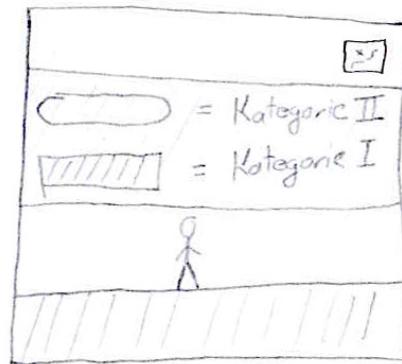


Abbildung 3.6.: Konzeptzeichnung der Spielfeldkarte

#### Spielweltübergänge

Die Spielweltübergänge dienen der Definition des Startpunkts der Spielfigur für die nächste Spielwelt sowie der Definition des Endpunkts der aktuellen Spielwelt. Die Spielfigur löst die Aktion des Spielweltübergangs durch Kollision aus. Dabei spielt es eine Rolle, welches Amulett der Spieler bei sich trägt (Vergleiche Abbildung 3.1). Es wird zwischen den folgenden Fällen unterschieden:

1. Der Spieler trägt kein Amulett bei sich: Der Spieler wird zum Startpunkt der aktuellen Spielwelt gesetzt und erhält ein Feedback, zuerst das Amulett zu suchen.
2. Der Spieler trägt ein Amulett und befindet sich auf der zugehörigen Plattform: Der Spieler wird zum Startpunkt der nächsten Spielwelt transportiert.
3. Der Spieler trägt ein Amulett bei sich und befindet sich auf einer falschen Plattform: Der Spieler erhält ein Feedback, dass die aktuelle Zuordnung nicht korrekt ist.

#### Gegenspieler

Um dem Spieler verschiedene Arten von Herausforderungen anbieten zu können, sind zwei verschiedene Varianten von Gegenspielern vorgesehen. Bei einer Kollision mit dem Spieler bremsen sie ihn ab und lähmen den Spieler für eine Sekunde. Um den Zeitverlust zu vermeiden, muss der Spieler versuchen, ohne Kollision an den Gegenspielern vorbei zu kommen. Hierzu muss er je nach Variante eine andere Strategie benutzen.

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME

Die erste Variante ist der Springer. Dieser besitzt eine feste Position auf dem Spielfeld. Das Interaktionsmuster des Springers besteht aus den zwei Phasen warten und springen. Während des Wartens steht der Springer still an seiner Position und kann aufgrund seiner Größe nicht vom Spieler überwunden werden. Die folgende Strategie, die zur Überwindung des Springers notwendig ist, wird in Abbildung 3.7 abgebildet. Während des Springens bewegt sich der Springer gerade nach oben und der Spieler kann unter ihm hindurch passieren. Jeder Springer besitzt eine eigene Wartezeit und Sprunghöhe, um die Schwierigkeit jedes Springer-Hindernisses zu balancieren.

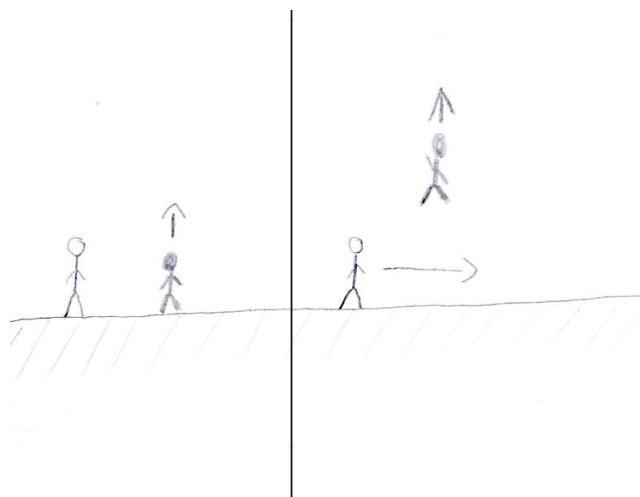


Abbildung 3.7.: Konzeptzeichnung zur Interaktion mit dem Gegenspieler *Springer*

Die zweite Variante des Gegenspielers ist der Läufer. Anders als der Springer, besitzt der Läufer die zwei Interaktionsmuster laufen und wenden. Während des Laufens bewegt sich der Läufer in eine Richtung, nach einer zufälligen Zeit wendet der Läufer und wechselt die Laufrichtung. Der Spieler muss den Läufer durch einen Sprung überwinden. Die Strategie, um den Läufer zu überwinden, wird in Abbildung 3.8 bebildert dargestellt.

### 3. KONZEPTION

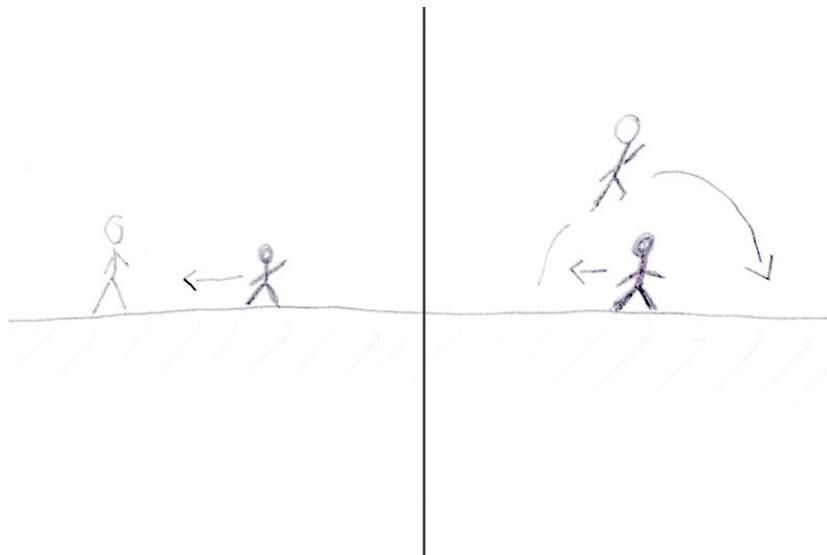


Abbildung 3.8.: Konzeptzeichnung zur Interaktion mit dem Gegenspieler *Läufer*

#### Spieloberfläche

Das User Interface ist kompakt und minimalistisch gehalten, um den Spieler nicht abzulenken. Es besteht aus einem ausklappbaren Balken, der an die obere Leiste des sichtbaren Spielfensters fixiert ist.

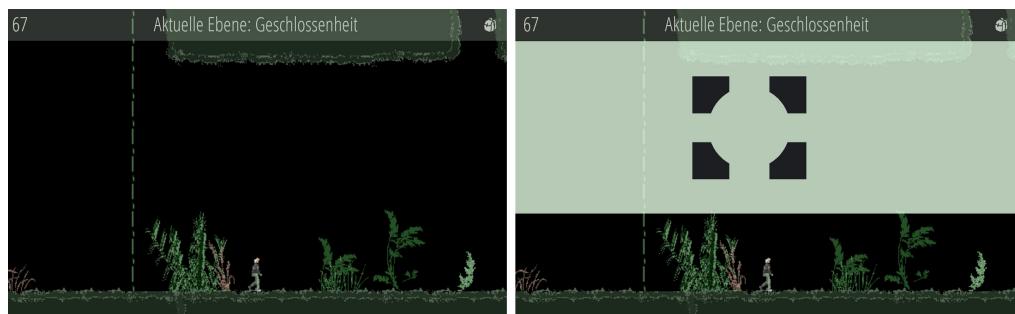


Abbildung 3.9.: Digitaler Mockup der ausklappbaren Informationsbox der Benutzeroberfläche

Daneben Informationen zur aktuellen Ebene, auf der sich der Spieler befindet. Je nach Spielvariation, wird der im kommenden Abschnitt 3.1.4 erläuterte Zähler zur Anzeige der Spielzeit sichtbar. Um größere Bilder und Textdialoge anzuzeigen, klappt sich der Balken nach unten aus und überdeckt teilweise das Spielfeld. Dieser Vorgang wird in Abbildung 3.9 exemplarisch als Mockup dargestellt. Das verwendete Farbschema

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME

wird in Abbildung 3.10 gezeigt. Es orientiert sich am Dschungelsetting des Spiels und ist in Grüntönen gehalten. Die rote Färbung wird für den in Abschnitt 3.1.4 erläuterten Countdown verwendet.



Abbildung 3.10.: Darstellung des Farbschemas der Benutzeroberfläche

#### **Musik**

Die Spielwelten sollen mit Musik unterlegt werden. Zur Variation sollen zwei unterschiedliche Musikstücke im Wechsel angeboten werden. Das Titelbild soll ebenfalls ein eigenes kurzes Musikstück erhalten. Die Musik soll düster sein und die Atmosphäre des Dschungels unterstreichen. Damit die Spielmusik fortlaufend abgespielt werden kann, muss sie so komponiert und arrangiert werden, dass es möglich ist, sie in Endlosschleife abzuspielen.

#### **Interaktionselemente**

Interaktionselemente sind unsichtbare Spielobjekte, die als Schnittstelle zu anderen Spielkomponenten benutzt werden. Beispielsweise, um nach der Kollision eines Interaktionselements mit der Spielfigur, eine bestimmte Textnachricht in der Spieloberfläche anzuzeigen. Ein weiterer Anwendungsfall der Interaktionselemente ist die Bereitstellung einer Schnittstelle, um mit anderen Komponenten des Gesamtsystems zu kommunizieren.

#### **Relationen der Spielobjekte**

Abbildung 3.11 zeigt den Zusammenhang der einzelnen Spielobjekte.

### 3. KONZEPTION

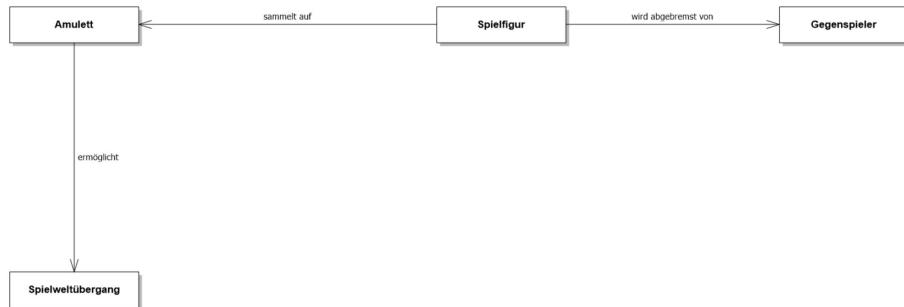


Abbildung 3.11.: Darstellung der Relationen der Spielobjekte

Der Spieler muss die Spielweltübergänge öffnen, indem er ein Amulett einsammelt und zum richtigen Übergang bringt. Dabei wird er von den Gegenspielern abgebremst.

#### 3.1.4. Konzeption der Zeitdruckvarianten

Da sich diese Arbeit mit dem Einfluss von Zeitdruck auf die aktuelle Motivation von Spielern befasst, soll auf die Konzeption der unterschiedlichen Zeitdruckvarianten besonderes Augenmerk gelegt werden. Im Gegensatz zur Herangehensweise von Grüntjens<sup>4</sup>, der unterschiedliche Herausforderungen mit unter anderem Zeitdruck untersuchte, sollen in dieser Arbeit unterschiedliche Gestaltungsformen des Zeitdrucks verglichen werden. Alle Varianten verwenden einen Zähler, um Zeitdruck zu erzeugen. Dabei werden die in Abschnitt 2.2.5 genannten Variationen aufgegriffen. Es ergeben sich daraus die drei folgenden Spielvarianten:

Variante eins dient als Kontrollgruppe und verhält sich bei der Zeitdruckgestaltung neutral. Dies wird dadurch erreicht, dass der Zähler in der Benutzeroberfläche ausgebendet wird, was in Abbildung 3.12 als Mockup dargestellt wird. Dadurch erhält der Spieler kein direktes Feedback, wie viel Zeit er für jede Aufgabe gebraucht hat. Zusätzlich gibt es keine offensichtliche Grenze und der Spieler kann jede Aufgabe in der Zeit lösen, die für ihn optimal ist. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird diese Spielvariante als Variante mit **neutraler Zeitdruckgestaltung** bezeichnet.

---

<sup>4</sup>Vergleiche Abschnitt 2.4

### 3.1. KONZEPTION DES SERIOUS GAME



Abbildung 3.12.: Darstellung der Spielvariante mit neutralem Zeitdruck als Mockup

Variante zwei setzt einen positiven Zähler nach dem Vorbild von Sonic the Hedgehog<sup>5</sup> um. Die Abbildung 3.13 zeigt einen Mockup der Benuteroberfläche mit dem positiven Zähler. Dieser wird aktiv, sobald der Spieler ein Amulett auf dem Spielfeld aktiviert. Der Spieler muss versuchen, einen möglichst niedrigen Zählerstand zu erreichen und setzt sich selbst unter Zeitdruck. Diese Variante wird im Verlauf dieser Arbeit als Variante mit **positivem Zeitdruck** bezeichnet.

---

<sup>5</sup><http://www.sonicthehedgehog.com/>

### 3. KONZEPTION



Abbildung 3.13.: Darstellung der Spielvariante mit positivem Zeitdruck als Mockup

Die dritte und letzte Variante greift wie Super Mario Bros<sup>6</sup> auf einen negativen Zähler zurück. Wie bei der positiven Variante wird der Zähler aktiv, sobald ein Amulett aktiviert wird. In diesem Fall ist der Zähler in der Benutzeroberfläche rot gefärbt und zählt nach unten. Abbildung 3.14 zeigt die Darstellung dieser Variante als Mockup. Ist der Zähler abgelaufen, ist die Mission gescheitert. Durch die von Beginn an gesetzte Limitierung, wird der Spieler vom Spiel, durch eine vorgegebene Menge an Zeit, unter Druck gesetzt. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird diese Spielvariante als Variante mit **negativer Zeitdruckgestaltung** bezeichnet.

<sup>6</sup><http://www.nintendo.com/games/detail/ad5a45fd-b1c2-403c-970a-9e3ffa35a5b8>



Abbildung 3.14.: Darstellung der Spielvariante mit negativem Zeitdruck als Mockup

### 3.1.5. Umsetzung des ARCS Modells

Neben dem Zeitdruck ist die Motivation der Spieler der zweite Grundpfeiler dieser Arbeit. Es ist daher notwendig, eine motivierende Grundgestaltung des Serious Game vorzunehmen, um überhaupt Motivation zu erzeugen. Daher wurde das Spiel unter Berücksichtigung des ARCS Modells konzipiert und realisiert.

#### Aufmerksamkeit:

1. Orientierungsverhalten provozieren: Durch Einblendungen von Erläuterungen während des Spielstarts wird der Spieler mit der Bedienung des Spiels vertraut gemacht. Im späteren Verlauf werden in verschiedenen Abständen Einblendungen zur Weiterführung der Spielgeschichte angezeigt. Durch das minimalistische Benutzerinterface wird eine zusätzliche Ablenkung vermieden und durch die Verwendung von Musik die Immersion gesteigert,
2. Neugier wecken: Der Lernstoff wird nicht direkt vorgegeben, sondern muss selbst aus den im Spiel verstreuten Notizen zusammengefügt werden. Dadurch wird die Neugierde der Spieler angeregt. Zusätzlich wird durch das gewählte Spielsetting eines Dschungels, die Assoziation an Forschen und Entdecken geweckt.

### 3. KONZEPTION

3. Abwechslung: Durch wechselnde Musikstücke und verschiedene Gegenspielertypen in unterschiedlichen Spielwelten, wird die Abwechslung gewährleistet.

#### **Relevanz:**

1. Vertrautheit: Durch die Verwendung eines einfachen Sprachstils und bebilderten Beispielen, soll die Vertrautheit gefördert werden.
2. Lehrzielorientierung: Da das Lösen der Aufgabe direkt als Spielziel in das Serious Game eingebettet wurde, ist die Lehrzielorientierung gegeben.
3. Anpassung: Aufgrund der notwendigen Vergleichbarkeit in der Evaluation wurde auf eine Anpassbarkeit der Spielschwierigkeit verzichtet. Für die zukünftige Anwendung des Spiels, ist eine Wahlmöglichkeit bei der Schwierigkeit denkbar.

#### **Erfolgzuversicht:**

1. Lernanforderungen: In den Varianten mit Zeitdruck wird den Spielern mitgeteilt, wie viel Zeit zum Lösen der Aufgabe übrig ist.
2. Gelegenheiten für Erfolgserlebnisse bieten: Schon während des Tutorials in der ersten Spielwelt, hat der Spieler die Möglichkeit, die verschiedenen Aktionen der Spielfigur zu meistern. Die Schwierigkeit der Zuordnungsaufgaben steigert sich langsam, um den Spielern einen guten Einstieg zu gewähren. Bei der ersten Zuordnung gibt es zwei mögliche Lösungen, bei der zweiten drei und bei der dritten vier. Die verschiedenen Varianten von Gegenspielern liefern zusätzlich die Möglichkeit für kleine Erfolgserlebnisse, sobald der Spieler es geschafft hat, sie zu überwinden.
3. Selbstkontrolle: Der Spieler erhält unter dem Spiel Feedback über richtige und falsche Zuordnungen. Auch ist es ihm möglich, Informationen zur aktuellen Aufgabe und zum Lehrgegenstand über das aktuelle Amulett und die Spielfeldkarte im Spiel abzurufen.

#### **Zufriedenheit:**

1. Natürliche Konsequenzen: Durch die zwei Spielphasen Lernen und Anwenden hat der Spieler die Möglichkeit, sein eben erworbenes Wissen direkt anzuwenden und zu üben.
2. Positive Folgen: Bei einer richtigen Zuordnung erhält der Spieler eine bestärkende Nachricht über seinen Erfolg.

3. Gleichheit und Gerechtigkeit: Jede Spielversion benutzt identische Bewertungskriterien. Es ist daher eine Gleichbehandlung aller Spieler gewährleistet.

## 3.2. Konzeption der Studie

Im Anschluss an die Realisierung des eben vorgestellten Serious Game, sollen die drei Spielvarianten negativ, neutral und positiv hinsichtlich ihrer motivierenden Wirkung verglichen werden. Die Studie soll als Kontrollgruppen-Experiment durchgeführt werden. Die Spielvariante neutral wird in diesem Kontext als Kontrollgruppe dienen.

### 3.2.1. Fragestellung

Hierzu soll die folgende Fragestellung überprüft werden:

Hat die Gestaltungsform des Zeitdrucks einen Einfluss auf die Lernmotivation eines Spielers von Serious Games.

### 3.2.2. Untersuchungsdesign

Die Zielgruppe des Spiels und damit die Studienteilnehmer sind Studenten, die in ihrem Studium mit den Gestaltgesetzen in Berührung kommen. Darunter fallen Beispielsweise Studenten der Medieninformatik oder der Psychologie. Die Zuordnung in die drei Testgruppen soll nach einem Verteilungsalgorithmus erfolgen, der für eine Gleichverteilung der Probanden zwischen den Versuchsgruppen sorgt. Hierzu wird das Geschlecht, das Vorwissen und die Erfahrung mit Computerspielen erfasst. Der genaue Ablauf der Studie wird in Abbildung 3.15 detailliert aufgezeigt. Die Messungen erfolgen unabhängig. Die Kontrollgruppe spielt die Spielvariante mit neutraler Zeitdruckgestaltung, während die anderen beiden Gruppen die Spielvarianten mit positiver und negativer Zeitdruckgestaltung spielen.

### 3. KONZEPTION

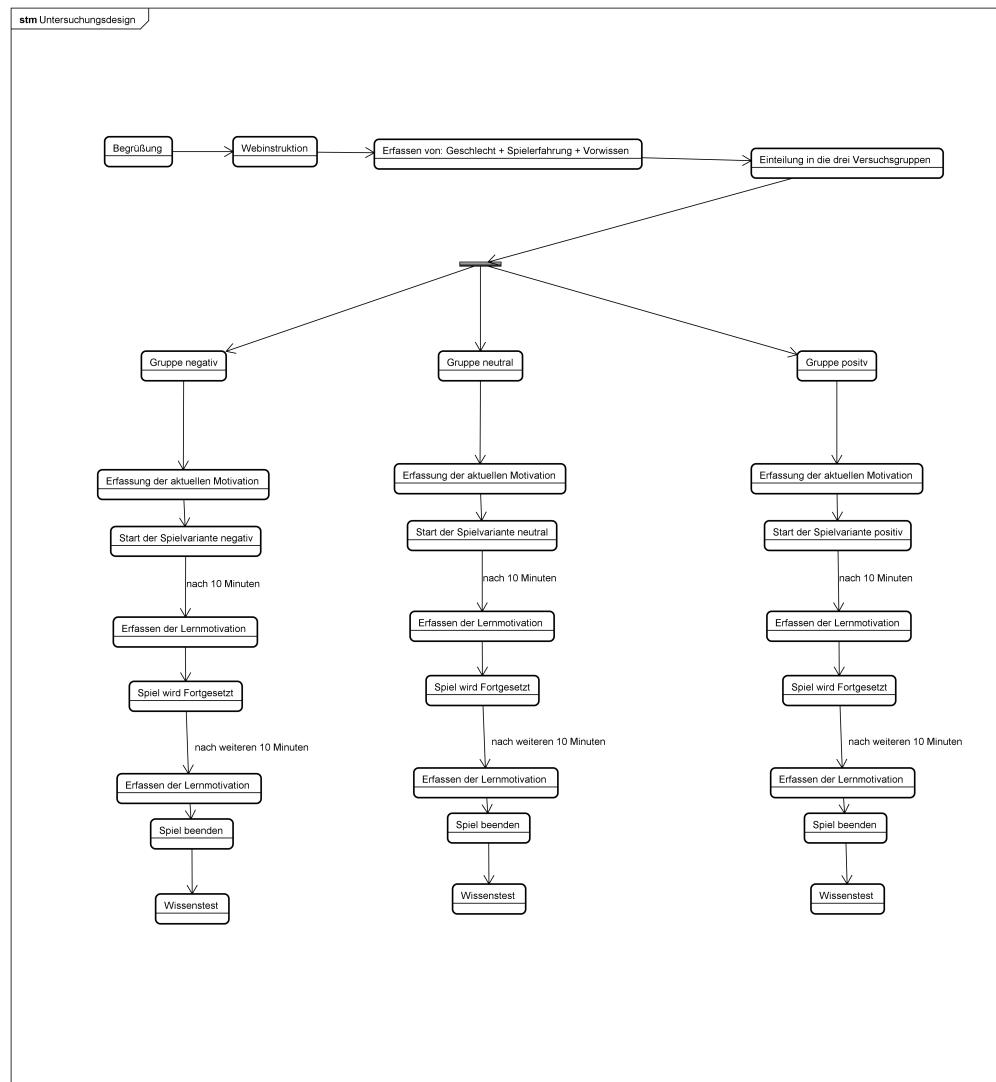


Abbildung 3.15.: Darstellung des Untersuchungsdesigns

#### 3.2.3. Erhebungsinstrumente

Die Eingangsmotivation der Spieler wird durch den in Abschnitt 2.2.2 vorgestellten Fragebogen zur Erfassung der aktuellen Motivation erfasst. Die ursprüngliche Version von Rheinberg wurde minimal angepasst, um besser im Kontext des Serious Games zu arbeiten. Die insgesamt 18 angepassten Items lauten:

1. Ich mag solche Aufgaben und Inhalte.

### 3.2. KONZEPTION DER STUDIE

2. Ich glaube, der Schwierigkeit dieses Spiels gewachsen zu sein.
3. Wahrscheinlich werde ich das Spiel nicht schaffen.
4. Bei dem Spiel mag ich die Rolle des Spielers, der Zusammenhänge entdeckt.
5. Ich fühle mich unter Druck, bei dem Spiel gut abschneiden zu müssen.
6. Das Spiel ist eine richtige Herausforderung für mich.
7. Nach dem Lesen der Instruktion erscheint mir das Spiel sehr interessant.
8. Ich bin sehr gespannt darauf, wie gut ich hier abschneiden werde.
9. Ich fürchte mich ein wenig davor, dass ich mich hier blamieren könnte.
10. Ich bin fest entschlossen, mich bei diesem Spiel voll anzustrengen.
11. Bei Spielen wie diesem, brauche ich keine Belohnung, sie machen mir auch so viel Spaß.
12. Es ist mir etwas peinlich, hier zu versagen.
13. Ich glaube, das kann jeder schaffen
14. Ich glaube, ich schaffe dieses Spiel nicht.
15. Wenn ich das Spiel schaffe, werde ich schon ein wenig stolz auf meine Tüchtigkeit sein.
16. Wenn ich an das Spiel denke, bin ich etwas beunruhigt.
17. Eine solches Spiel würde ich auch in meiner Freizeit spielen.
18. Die konkreten Leistungsanforderungen hier lähmen mich.

Um den Spielfluss möglichst wenig zu stören, wurden von Vollmeyer und Rheinberg die Online Kurzmessungen zur Lernmotivation entwickelt [28]. Der Kurzfragebogen besteht aus drei Items zur Erfassung der Motivation im Lernprozess. Die drei Items, die für den Fragebogen im Spiel verwendet wurden, lauten:

1. Das Spiel macht mir noch Spaß.
2. Ich bin sicher, die richtige Lösung zu finden.
3. Mir ist klar, wie ich weiter vorgehen soll.

### 3. KONZEPTION

Diese drei Komponenten können als *gemeinsame Schätzung für den motivationalen Zustand zusammengefasst* (Stiensmeier-Pelster, [28]) werden. Alle Fragen zur Motivation werden mit einer siebenstufigen Antwortskala mit der verbalen Verankerung (“trifft nicht zu” bis “trifft zu”) erhoben. Der Wissenstest am Ende der Studie fragt die im Spiel vermittelten Inhalte nochmals als normale Zuordnungsaufgabe ab. Zusätzlich zur Erhebung der Motivation in Form der Eingangsmotivation und der Lernmotivation, werden weitere Metadaten während des Spiel gespeichert. Dazu gehören die Anzahl der Fehler bei der Zuordnungsaufgabe, die Anzahl der Kollisionen mit Gegenspielern, der Mittelwert der Zeit pro Spielwelt und der Spielerfolg gemessen an der Anzahl der erfolgreich durchlaufenen Spielwelten. Anhand dieser Daten kann eine Spieldatenanalyse durchgeführt werden, um weitere mögliche Effekte des Zeitdrucks aufzuzeigen und Anstoß für zukünftige Untersuchungen und Fragestellungen zu geben.

## 3.3. Konzeption der Kommunikationskomponenten

Die Kernfunktionalität der Kommunikationskomponente besteht darin eine Verbindung zwischen den Inhalten der Studie und dem Spiel herzustellen. Sie muss fähig sein studienrelevante Informationen in Form von Fragebögen bereitzustellen und aus der Spielumgebung Antworten zu erfragen und für die spätere Auswertung abzuspeichern. Dabei soll weder das Serious Game noch die Studie einen Nachteil erfahren. Da die Studie von mehreren Personen gleichzeitig durchgeführt werden soll, bietet es sich an, die Kommunikationskomponente als Koordinator auszulagern. Eine Möglichkeit zur Umsetzung eines solchen Systems bietet die Client-Server Architektur. Dieses Konzept besteht aus den Komponenten des Servers (Anbieters), der Dienste und der Klienten (Dienstnutzer). Im hier beschriebenen Anwendungsfall würde der Server die Studieninhalte, sowie das Spiel als Dienst anbieten und die Studienteilnehmer können die Dienste als Klienten nutzen (Chantelau, [32]).

### 3.3.1. Server Komponenten

Zur Konzeption des benötigten Servers müssen zuerst alle Dienste in Form von Serverkomponenten definiert werden. Diese Komponenten stellen in der späteren Durchführung die einzelnen Dienste für die Studienteilnehmer bereit.

#### Studienkomponenten

Die Studienkomponente des Servers muss im in der Lage sein, das in Abschnitt 3.2.2 vorgestellte Untersuchungsdesign als Dienst anzubieten. Dafür ist es nötig, auf am Server gespeicherte Daten in Form von Fragebögen und Instruktionstexten zuzugreifen,

### 3.3. KONZEPTION DER KOMMUNIKATIONSKOMPONENTEN

sowie eingehende Probandendaten richtig zu kategorisieren und abzuspeichern. Für die Auswertung ist es zudem notwendig alle gesammelten Daten strukturiert auszugeben.

#### **Spielkomponenten**

Die Spielkomponente des Servers stellt das in Abschnitt 3.1 vorgestellte Spiel als Dienst bereit. Die Probanden sollen das Spiel anfordern und dann auf ihrem Klienten spielen können. Hierzu müssen alle Spieldaten in Form von Programmcode sowie Bild und Tondaten am Server vorliegen.

#### **Schnittstellen zwischen Studien und Spielkomponenten**

Um die Integration der Spiel und der Studienkomponente möglichst nahtlos ineinander zu ermöglichen, sind Schnittstellen zwischen den Komponenten notwendig, welche die Integration und Kommunikation erlauben. Die Instruktion, die Erfassung der demographischen Daten und der Eingangsfragebogen, sollen ohne großen Bruch im selben Programmfenster direkt zur Anzeige des Spiels übergehen. Die Fragebogen zur Motivationserfassung während des Spielens, sollen direkt in die Benutzeroberfläche des Spiels integriert werden. Ebenso soll der Wissenstest am Ende des Spiels in die Gesamt Umgebung integriert sein.

#### **Verwaltungskomponenten**

Zur späteren, einfachen Verwaltung der Komponenten, ist eine zusätzliche Verwaltungskomponente notwendig. Die Verwaltungskomponente erlaubt, die erfassten Daten zu sichten und für die weitere Verarbeitung zu exportieren. Es soll auch ein direkter Zugriff auf die Fragebogen gewährt werden, um in zukünftigen Studien andere Effekte mit anderen Fragebogen zu untersuchen.

#### **3.3.2. Datenmodell**

Für die Speicherung der Daten am Server ist es notwendig, im Vorfeld zu definieren, wie die Daten zu speichern sind. Dazu wurde das in Abbildung 3.16 gezeigte Datenmodell konzipiert.

### 3. KONZEPTION

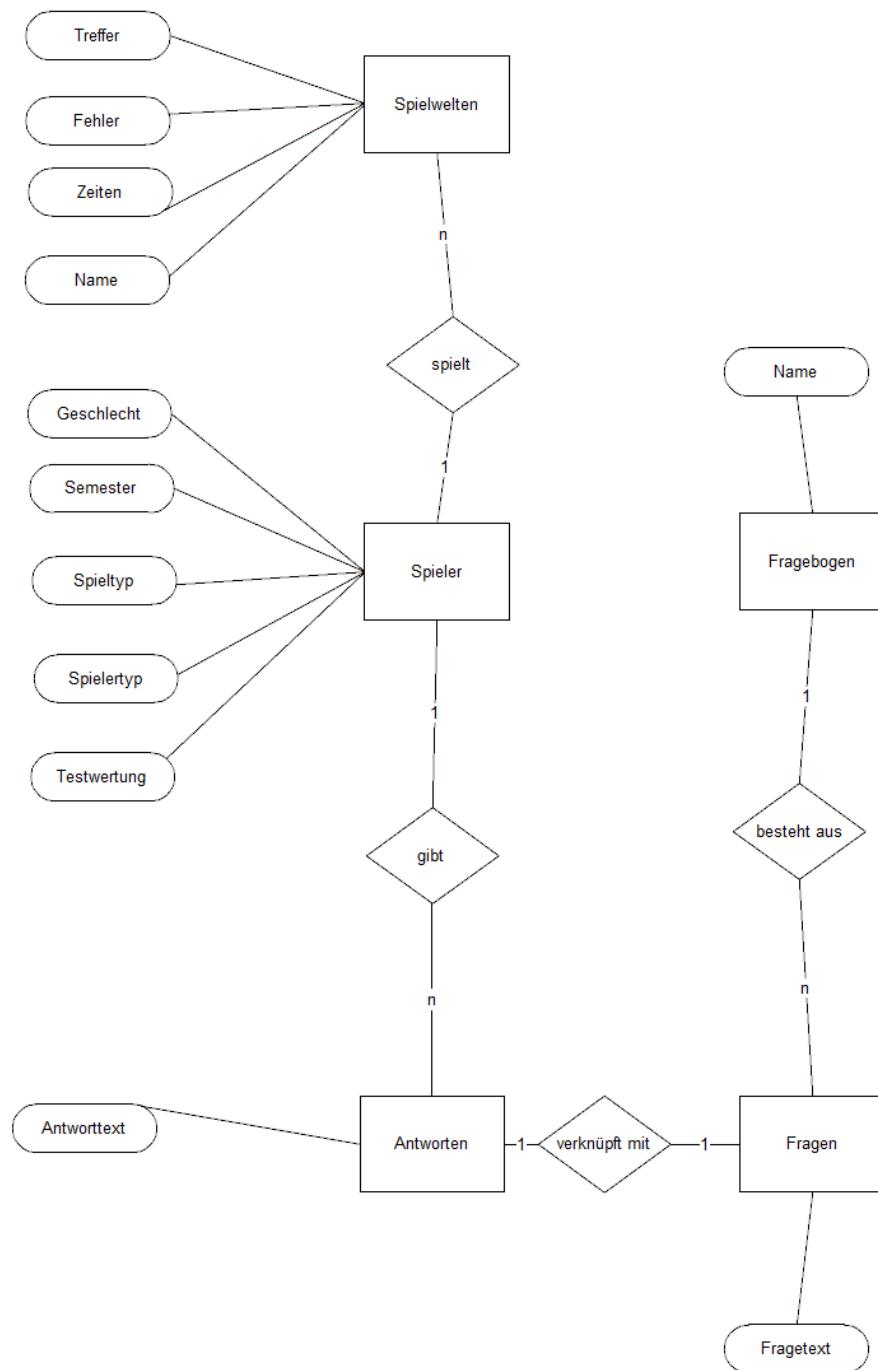


Abbildung 3.16.: Darstellung des Datenmodellkonzepts des Servers

# **4. Realisierung**

Das folgende Kapitel dokumentiert die Realisierung des im vorangehenden Kapitel vorgestellten Evaluationsframeworks. Im ersten Kapitel wird die Realisierung des Serious Games beschrieben. Im Anschluss daran folgt die Dokumentation der Realisierung der Serverkomponente, welche das Serious Game und die Studienkomponenten beinhaltet.

## **4.1. Realisierung des Serious Game**

In diesem Abschnitt wird die Realisierung des Serious Games vorgestellt. Das Spiel wird dazu in die Kategorisierung nach Johannes Breuer eingeordnet. Danach werden grundsätzliche Konstrukte der Spielprogrammierung vorgestellt. Im Anschluss wird erörtert, auf welche Hilfsmittel bei der Implementierung zurückgegriffen wurde und warum. Im nächsten Schritt wird die Realisierung der in der Konzeption vorgestellten Spielobjekte erläutert. Zum Abschluss wird noch der Evolutionsprozess des gesamten Spiels vorgestellt.

### **4.1.1. Kategorisierung nach Johannes Breuer**

Anhand der Konzeption kann nun eine Kategorisierung des Serious Games nach Breuer [5] erfolgen. Die prinzipiellen Designentscheidungen, die das Spieldesign im Ganzen betreffen, werden in diesem Abschnitt zusätzlich aufgeführt und begründet.

#### 1. Plattform: PC

Als Spielplattform wird der PC und als Ausführungsplattform der Internetbrowser gewählt. Dadurch ist die Plattformunabhängigkeit gegeben und eine Installation entfällt. Aus diesem Grund kann die Evaluation mit der hier vorgestellten Plattform in jedem PC-Raum stattfinden. Theoretisch könnte jeder Teilnehmer die Evaluation von zu Hause aus durchführen. Allerdings wäre in diesem Fall die Kontrolle von möglichen Störfaktoren aus der Umgebung nicht gegeben. Für mögliche zukünftige Anwendungen ist die Evaluationsplattform über das Internet direkt zu erreichen. Zusätzlich können durch die Client Server Architektur die Fragebogen in die Oberfläche des Spiels integriert werden. Hierdurch ist eine manuelle Befragung mit gedruckten Bogen nicht mehr notwendig und der Spieler verbleibt auch beim Ausfüllen der Fragebogen in der Spielumgebung.

#### 4. REALISIERUNG

##### 2. Inhalt: Erforschen eines Dschungels

Wie im Abschnitt 2.2.3 aufgezeigt wird, spielen Neugierde und Fantasie eine wichtige Rolle bei der positiven Beeinflussung der Motivation. Daher wurde das Spielsetting in einen unerforschten Dschungel gelegt. Die Atmosphäre soll die Fantasie und den Forscherdrang der Spieler stimulieren.

##### 3. Lernziele: Gestaltgesetze aus der Gestaltpsychologie

##### 4. Lernmethoden: Exploration, Wiederholung

##### 5. Zielgruppe: Studenten der Medieninformatik und Psychologie

##### 6. Interaktionsmodi: Einzelspieler

Ralf Platschkowski konnte in seiner Arbeit zeigen, dass es beim Vergleich eines Einzelspieler- mit einem Mehrspieleransatz keinen signifikanten Einfluss auf die Motivation der Spieler gab (Platschkowski, [45]). Zudem wurde der für die Evaluation angesetzte Fragebogen ursprünglich für individuelles Lernen konzipiert (Rheinberg, [15]). Hinzu kommt, dass die Umsetzung eines Einzelspielerkonzepts mit wesentlich geringerem Aufwand verbunden ist.

##### 7. Anwendungsgebiete: Funktionsweise der Gestaltgesetze vermitteln.

##### 8. Interface: Tastatur

Da die Studie zum Spiel an variablen Orten durchgeführt werden kann, wurde die Tastatur als Eingabegerät gewählt. Zwar ist die Steuerung eines Platformers mit einem Gamepad präziser möglich, aber dafür kann das Spiel so in jedem PC Raum von Universitäten oder Schulen oder auch online von Zuhause aus eingesetzt werden, ohne dass zusätzliche Vorkehrungen getroffen werden müssen.

##### 9. Genre: Platformer

Um den Einfluss von Zeitdruck auf die Motivation von Spielern zu messen, fiel die Designentscheidung beim Spieltyp auf einen Echtzeit-Platformer. Im Vergleich zu einem rundenbasierenden oder statischem Ansatz zeigten Echtzeitspiele einen größeren Einfluss auf die Motivation der Spieler (Papastergiou, Killingsworth, [42, 51]).

##### 10. Verfügbarkeit: Browser Game

Durch die Bereitstellung als Browser Game entfällt die Einrichtung und Installation auf dem Probandenrechner. Hierdurch ist der Aufwand, der damit verbunden ist das Spiel zu spielen, minimal gehalten. Gleichzeitig lässt sich der Browser als Ausführungsplattform optimal mit dem Client Server Modell integrieren.

### 4.1.2. Allgemeine Grundstruktur und Komponenten eines Spiels

Die Kernkomponente eines jeden Echtzeitspiels ist der Game Loop (Spiel Schleife) (Dalmau, [9]). Der Game Loop besteht aus zwei Komponenten, der Update (Aktualisierungs) Funktion und der Render (Zeichnen) Funktion. Je nach Geschwindigkeit des Spiels wird pro Sekunde eine definierte Sequenz an Wiederholungen dieser beiden Funktionen ausgeführt. Die Update Funktion ist dabei dafür zuständig, den Spielzustand, zum Beispiel nach einer Benutzereingabe, zu verändern und die Render Funktion gibt dem Benutzer die Änderung am Bildschirm an, indem beispielsweise die Position eines Bildes verändert wird. Bei der Umsetzung des Spielkonzepts soll jedes Spielobjekt eine eigene Update Methode erhalten. Dadurch lässt sich der Spieldatenmodell modularer und übersichtlicher gestalten. Damit die Render Funktion eine Ausgabe erzeugen kann, müssen entsprechende Grafiken im System hinterlegt sein, mit denen die Render Funktion das aktuelle Bild des Spielzustandes zusammenstellt. Bei diesen Grafiken werden zwei Kategorien unterschieden:

#### 1. Spielweltgrafiken

Die Spielweltgrafiken zeichnen sich dadurch aus, dass sie zum einen statisch sowie nicht animiert sind und dass sie in einem festen Raster angeordnet sind. Dieses Raster definiert die Struktur jeder Spielwelt. Das Gesamtbild der Spielwelt baut sich aus Kacheln auf, die aus einem vorgegebenen Quellbild entnommen und auf dem Spieldatenmodell nach einem vordefinierten Muster angeordnet werden. Abbildung 4.1 zeigt, wie aus dem Vorrat an Spieldatenmodellen auf der linken Seite die Spielwelt auf der rechten Seite zusammengesetzt wird.

#### 2. Spielobjektgrafiken

Die Spielobjektgrafiken sind individuelle Grafiken, die für jedes einzelne Spielobjekt hinterlegt sind. Im Gegensatz zu den statischen Spielweltgrafiken sind die Spielobjektgrafiken animiert. Die Animation entsteht aus einer Animationssequenz der Spielobjektgrafik. Dazu wird ein ähnliches Vorgehen wie bei der Spielweltgrafik eingesetzt. Die Spielobjektgrafik besteht aus einer beliebigen Anzahl an Einzelbildern, die alle eine einheitliche Breite und Höhe aufweisen, zur Illustration ist eine solche Grafik in Abbildung 4.2 zu sehen.

Die eigentliche Animation entsteht dadurch, dass die Update Funktion in jedem Durchlauf des Game Loops einen anderen Ausschnitt aus der Animationssequenz an die Render Funktion übergibt. Die Render Funktion zeichnet so je ein Einzelbild der Animationssequenz hintereinander, so dass die Animation des Spielobjekts entsteht.

#### 4. REALISIERUNG



Abbildung 4.1.: Schema der Spielwelterstellung aus einer festgelegten Anzahl an Kachelbildern



Abbildung 4.2.: Darstellung der Animationssequenz eines Spielobjekts

##### 4.1.3. Umsetzung der Grundstruktur

Damit bei der Realisierung des Spielkonzepts nicht von Grund auf jede Spielfunktion, wie beispielsweise der im vorherigen Abschnitt vorgestellte Game Loop, programmiert werden muss, wird auf ein bereits bestehendes Spieleframework zurück gegriffen, das generische Grundfunktionen der Spieleprogrammierung bereitstellt. Die Grundanforderungen an das Spieleframework waren dabei durch die in Kapitel 3 vorgestellte Gesamtkonzeption vorgegeben. Es ergab sich nach einer Analyse, der am Markt verfügbaren Lösungen, die folgende Auswahl:

###### 1. Crafty<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup><http://craftyjs.com/>

#### 4.1. REALISIERUNG DES SERIOUS GAME

2. LimeJs<sup>2</sup>
3. MelonJs<sup>3</sup>
4. Phaser<sup>4</sup>
5. Scirra<sup>5</sup>
6. Unity<sup>6</sup>

Um die Wahl weiter einschränken zu können, wurden einige einfache Prototypen mit den zur Wahl stehenden Lösungen erstellt, um die Leistungsfähigkeit zu testen und den Arbeitsfluss mit den Programmen bewerten zu können. Der jeweils umgesetzte Prototyp umfasst die in Abschnitt 4.1.2 vorgestellten Grundfunktionen des Game-Loops. Es wurde des Weiteren eine immer identische Spielwelt erstellt und eine Spielfigur mit den Fähigkeiten laufen, rennen und springen hinzugefügt. Abbildung 4.3

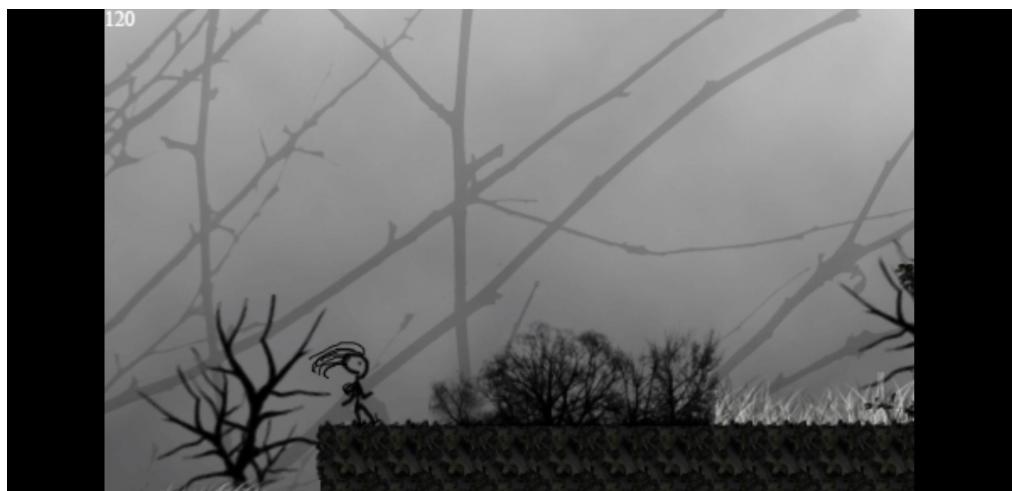


Abbildung 4.3.: Exemplarischer Screenshot des Bewertungsprototypen in MelonJs

Die essentiellen Entscheidungskriterien, die bei der Wahl getroffen wurden, waren dabei:

1. Performanz des Spielprototypen
2. Performanz der Entwicklungsumgebung

---

<sup>2</sup><http://www.limejs.com/>

<sup>3</sup><http://melonjs.org/>

<sup>4</sup><http://phaser.io/>

<sup>5</sup><https://www.scirra.com/>

<sup>6</sup><http://unity3d.com/>

## 4. REALISIERUNG

3. Kosten der Softwarelösung
4. Verwendetes Lizenzierungsmodell
5. Verfügbarkeit des Quellcodes der Softwarelösung
6. Verfügbarkeit und Qualität der Dokumentation

Die endgültige Wahl fiel auf das Phaser Framework, das in Kombination mit der Erweiterung Nadian<sup>7</sup> die Anforderungen an das Konzept und die Bewertungskriterien optimal erfüllen konnte.

### **Realisierung der Grundstruktur anhand des gewählten Spieleframeworks**

Phaser stellt die Grundfunktionen für den Game Loop sowie Unterstützung bei der Initialisierung des Spiels, der Benutzereingabe, Physikberechnungen der Spielobjekte und der Modellierung eines allgemeinen Spielzustandes. Die Erweiterung des Nadian Frameworks bietet Schnittstellen an, die speziell für die Entwicklung eines Platformers ausgelegt sind. Dazu gehören Schnittstellen zur Unterstützung bei der Spielwelterstellung, sowie der Spielobjekterstellung. Dadurch kann der Entwicklungsaufwand erheblich reduziert werden. Die Grundstruktur des Phaser Frameworks basiert auf der Game Klasse. Die Game Klasse enthält den Game Loop, die Physik, die Eingabe und Ausgabefunktionen, sowie den globalen Spielzustand. Jedes Phaserspiel wird durch Definition der drei Funktionen preload, create und update erzeugt. Preload lädt dazu alle nötigen Daten, create erzeugt die Spielwelt sowie die Spielobjekte und update erweitert die Updatefunktion des Game Loops, um den Spielzustand zu verändern. Die Nadian Erweiterung baut auf dieser sehr einfach gehaltenen Grundstruktur, eine erweiterte modulare Struktur auf. Diese umfasst Prototypen für Spielwelten (Level) und Spielobjekte (BaseSprite). Jedes Spielobjekt erhält zusätzlich eine eigene Update Funktion, um die Gesamtstruktur übersichtlicher zu gestalten. Ebenso kann in jedem Spielobjekt zusätzlich zum globalen Spielzustand ein eigener Zustandsautomat<sup>8</sup> definiert werden, um die Zustände der Spielobjekte detailliert beschreiben zu können.

#### **4.1.4. Umsetzung der Spielobjekte**

Abgesehen von der Umsetzung der Grundfunktionen des Serious Games, wird das Spiel erst durch das Zusammenspiel der Spielobjekte komplettiert. Die Struktur der Spielobjekte wurde über Klassen modelliert. Eine vereinfachte Klassenstruktur wird in Abbildung 4.4 dargestellt.

---

<sup>7</sup><https://github.com/jcd-as/nadian>

<sup>8</sup>beschrieben in (Lieggesmeyer [33])

## 4.1. REALISIERUNG DES SERIOUS GAME

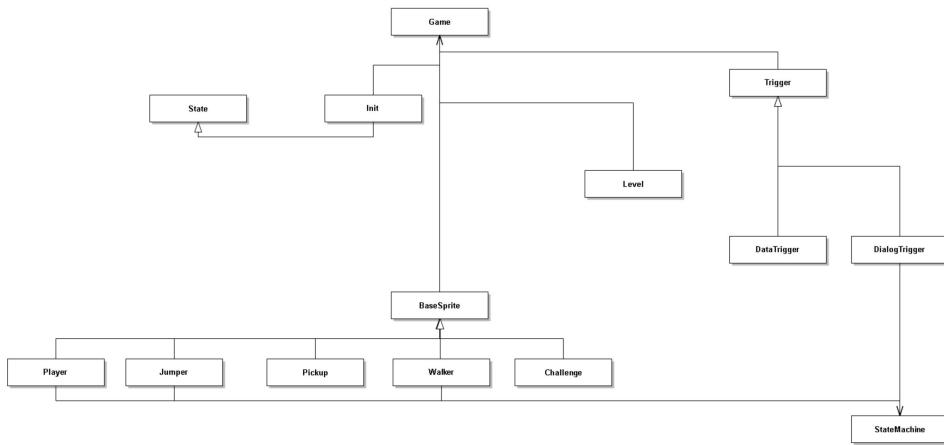


Abbildung 4.4.: Darstellung des vereinfachten Klassendiagramms der Spielobjekte

Ein detailliertes Klassendiagramm mit ausführlicher Beschreibung ist im Anhangskapitel A.1.1 zu finden. Im folgenden Abschnitt soll die Realisierung der einzelnen Spielobjekte dargestellt werden.

### Spielwelten (Level)

Jede Spielwelt wird durch ein eigenes Objekt im Spiel repräsentiert. Die Spielweltklasse definiert dabei, wie groß das Spielfeldraster ist sowie den Pfad zur Quelldatei, aus der die Kacheln entnommen werden. Des Weiteren ist hinterlegt, welche Spielobjekte in dieser Spielwelt enthalten sind sowie der Pfad zur hinterlegten Bilddatei für jedes Spielobjekt. Die Grundstruktur der Spielwelten ist einheitlich auf ein 32 mal 32 Pixel großes Raster festgelegt. Die Quelldatei, aus der die Kacheln entnommen werden, ist ebenso einheitlich und in Abbildung 4.5 zu sehen. Der Bauplan für jede Spielwelt ist als JSON<sup>9</sup> Datei hinterlegt. Das verwendete Werkzeug zur Erstellung dieser Datei ist der Spielwelteditor Tiled<sup>10</sup>. Dieser ist als freie Software speziell für die Spielweltgestaltung entwickelt worden. Um bei der Gestaltung der Spielwelt noch mehr Freiraum zu haben, wurde jede Spielwelt in insgesamt sechs Schichten aufgeteilt. Jede dieser Schichten besitzt dabei eine spezielle Aufgabe. Abbildung 4.6 zeigt den im Folgenden beschriebenen Aufbau der Spielwelt.

1. Benutzerinterface: Die oberste Schicht zeigt das Benutzerinterface an.

---

<sup>9</sup><http://www.json.org/>

<sup>10</sup><http://www.mapeditor.org/>

#### 4. REALISIERUNG



Abbildung 4.5.: Darstellung der Quelldatei, der Spielfeldkacheln

2. Vordergrund Effektschicht: Auf dieser Schicht werden Spielweltelemente gezeichnet, die die Spielfigur überdecken. Hierdurch wird trotz der zweidimensionalen Darstellung ein Eindruck von realistischer Tiefe der Spielwelt vermittelt.
3. Objektschicht: Die Objektschicht beinhaltet alle Spielobjekte, wie beispielsweise die Spielfigur und Spielgegner. Neben der Art des Spielobjekts werden hier auch die genauen Koordinaten sowie optionale zusätzliche Parameter abgespeichert.
4. Grundskelett: Das Grundskelett stellt das Basisgerüst des Spielfelds dar. Alle Elemente auf der Hauptschicht sind bei einer Kollision mit einem Spielobjekt solide und halten so die Spielobjekte im Spielfeld.
5. Hintergrundeffekte: Diese Schicht ist wie die Vordergrundschicht eine Effektschicht, um eine erhöhte Tiefe des Spielfelds zu erzeugen. Im Gegensatz zur Vordergrundschicht werden sie hinter den Spielobjekten angezeigt.
6. Hintergrundbild: Die letzte und unterste Schicht zeigt ein Hintergrundbild zur Dekoration an.

Eine Übersicht über alle Spielwelten ist in Kapitel ?? gegeben.

#### **Spielfigur**

Die Spielfigur basiert auf der BaseSprite Klasse des Nadiion Frameworks und bildet die Schnittstelle zwischen dem Spieler und der Spielwelt. Sie stellt alle Aktionen bereit, die der Spieler in der Spielwelt ausführen kann. Die Interaktion erfolgt dabei über die

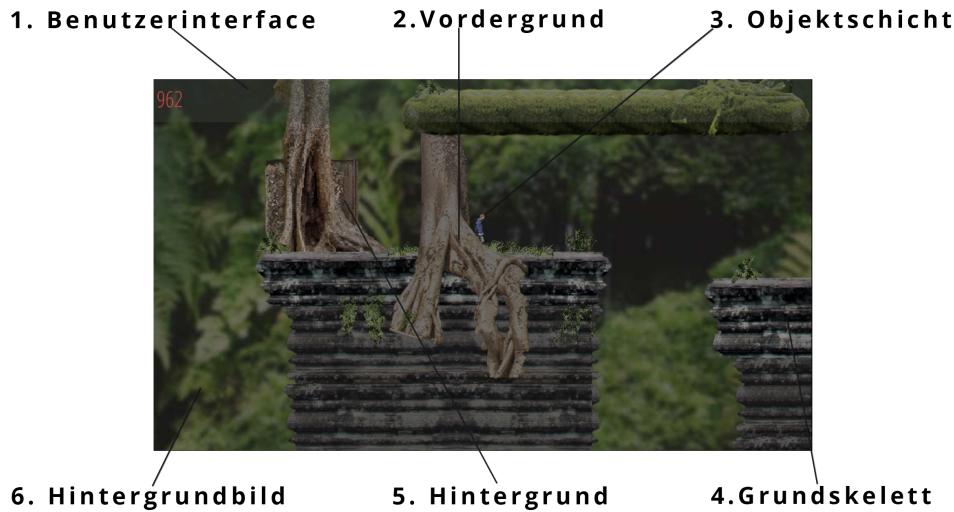


Abbildung 4.6.: Darstellung des Schichtenaufbaus der Spielwelten

Tastatur. Es ist eine Steuerung mit beiden Händen vorgesehen. Wobei die rechte Hand über die Pfeiltasten die grundlegende Navigation übernimmt und die linke Hand über die Leer- und Altaste spezifische Aktionen ausführen kann. Die komplette Beschreibung aller Aktionen in Form des modellierten Zustandsautomaten der Spielfigur würde den Rahmen dieses Kapitels sprengen und ist daher im Anhang A.1.2 zu finden. Zusammengefasst besitzt die Spielfigur die Möglichkeit über die Pfeiltasten zu laufen und über die Altaste zu springen. In Kombination mit der Leertaste ist es möglich, zu rennen und während des Rennens mit Hilfe der Altaste höher und weiter zu springen. An den Wänden der Spielwelt kann sich die Spielfigur festhalten und einen Wandsprung nach oben ausführen. Dazu müssen im richtigen Moment die Pfeiltasten nach links und rechts gedrückt werden. Für die Animationen der Spielfigur wurde auf reale Fotografien<sup>11</sup> zurückgegriffen, die als Vorlage für die Spielfiguren dienen. Durch die Übertragung von realen Bewegungsabläufen in das Spiel, wurde ein realistischer Animationsablauf gewährleistet. Die Abbildung 4.7 zeigt die Umwandlung von Fotografie in Spielobjekt.

---

<sup>11</sup>An dieser Stelle geht mein Dank an Sebastian Rosskopf, der sich als Modell für die Spielfigur zur Verfügung gestellt hat.

#### 4. REALISIERUNG



Abbildung 4.7.: Darstellung der Umwandlung einer Fotografie in eine Spielgrafik der Spielfigur

#### **Amulette**

Die Amulette beinhalten den Pfad zum zugehörigen Bild und die Kategorie der Zuordnungsaufgabe. Kollidiert der Spieler mit einem Bild, wird der Pfad des Bildes an die Spieloberfläche übergeben und das Bild wird in einer Infobox angezeigt. Gleichzeitig wird das Amulett vom Spielfeld entfernt aber intern für die nächste Zuordnungsaufgabe gespeichert. Über die Taste b kann der Spieler das Bild erneut anzeigen lassen. Die Animationssequenz sowie ein Screenshot aus dem fertigen Spiel, sind in Abbildung 4.8 zu sehen. Jedes Amulett wird als pulsierender goldener Gegenstand dargestellt.

#### **Spielfeldkarte**

Die Spielfeldkarte ist als Bild hinterlegt und kann dem Spieler über die Taste m angezeigt und über die Enter-Taste wieder ausgeblendet werden. Abbildung 4.9 zeigt, wie die Spielfeldkarte im Spiel gerade aufgerufen wird.

#### **Spielweltübergänge**

Die Spielweltübergänge gliedern sich in drei Komponenten auf. Die erste Komponente ist das Spielobjekt Challenge (Herausforderung). Die Challenge besteht aus einem unsichtbaren Tor, das bei Berührung mit der Spielfigur zuerst prüft, ob der Spieler aktuell

#### 4.1. REALISIERUNG DES SERIOUS GAME



Abbildung 4.8.: Darstellung des Spielobjekts Amulett im Spiel und als Animationssequenz

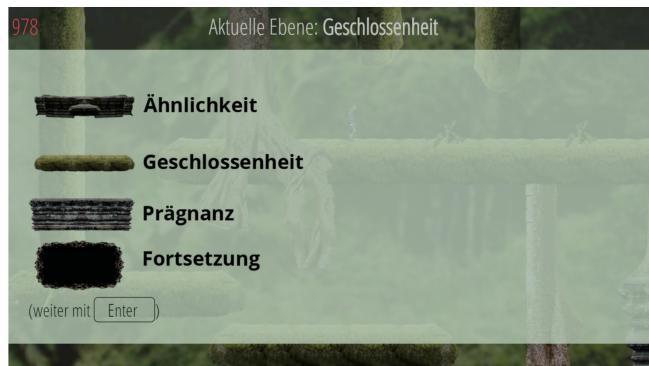


Abbildung 4.9.: Darstellung des Spielobjekts Spielfeldkarte

ein Amulett bei sich trägt. Ist dies nicht der Fall, wird der Spieler zurückgesetzt und eine Feedbacknachricht wird an die Spieloberfläche übergeben, die dem Spieler mitteilt, dass er ein Amulett finden muss, um weiter zu kommen (Vergleiche Abbildung 4.10 I). Trägt der Spieler ein Amulett bei sich, wird geprüft, ob die Kategorie des Amulets mit der Kategorie der Challenge übereinstimmt. Ist das nicht der Fall, wird der Spieler abermals mit einer Feedbacknachricht zurückgesetzt, dass er die falsche Kategorie ausgewählt hat (Vergleiche Abbildung 4.10 II). Zusätzlich wird ihm nochmals das aktuelle Bild angezeigt, damit der Spieler seine Wahl nochmals überdenken kann. Ist die Kategorie korrekt, erhält der Spieler ein positives Feedback (vergleiche Abbildung 4.10 I) und die zweite Komponente tritt in Kraft. Diese Komponente dient als Schnittstelle zum Sammeln von Metadaten während des Spiels und wird im Abschnitt Interaktionselemente näher beschrieben. Nachdem die Metadaten gespeichert sind, tritt schließlich die dritte und

#### 4. REALISIERUNG



Abbildung 4.10.: Darstellung der möglichen Aktionen an den Spielweltübergängen

eigentliche Komponente der Spielweltübergänge in Kraft. Der Spieler wird mit einer aus und einblendenden Animation an den Startpunkt der nächsten Spielwelt transportiert.

#### Gegenspieler

Die Gegenspieler teilen sich, wie in der Konzeption schon erwähnt, in die Variante des Läufers und des Springers auf. Bei einer Kollision mit der Spielfigur wird der Spieler für eine Sekunde gelähmt und in die entgegengesetzte Laufrichtung geschleudert. Das Verhalten der beiden Gegenspieler lässt sich in zwei Phasen einteilen. Die erste Phase ist Warten, die zweite Phase ist die Aktion. Läufer und Springer unterscheiden sich dabei nur in der Aktion. Der Springer steht während des Wartens fest an einer Stelle und bewegt sich während der Aktion nach oben. Der Läufer bewegt sich während des Wartens fest in eine Richtung und ändert bei der Aktion die Laufrichtung. Um für jeden Gegenspieler ein individuelles Verhalten umsetzen zu können, werden neben den Koordinaten von der Spielweltkarte auch noch zwei zusätzliche Parameter erfasst. Diese Parameter sind die Wartedauer und die Geschwindigkeit. So kann für jeden Gegenspieler auf der Spielfeldkarte ein eigenes Verhaltensmuster modelliert werden. Abbildung 4.11 zeigt wie, der Spieler die in der Konzeption geplante Aktion zum Überwinden eines Springers im fertigen Spiel ausführt.



Abbildung 4.11.: Darstellung eines Gegenspielers in der Variante Springer

#### Spieloberfläche

Die Spieloberfläche besteht aus den in Abschnitt 3.1.3 vorgestellten Komponenten. Die Spieloberfläche ist bereits auf Abbildung 4.9 zu sehen. Die Umsetzung erfolgte als

HTML Aufsatz über das eigentliche Spielfenster. Die Platzhalter für die Komponenten werden beim Spielstart definiert. Alle Texte und Bildpfade werden bei einer Änderung vom Spiel an die Spieloberfläche übergeben und dann vom Browser dargestellt. Daher ist eine schärfere Darstellung, als bei einer direkten Darstellung im Spiel möglich, da die Größe des Spiels, je nach Auflösung des Bildschirms skaliert wird. Die Schriftdarstellung direkt im Browser ist dagegen immer optimal lesbar.

## Musik

Für die Hintergrundmusik des Serious Game wurden drei verschiedene Stücke entworfen. Alle drei Kompositionen wurden in C-Moll geschrieben. Durch den dunklen und mysteriös ammutenden Grundcharakter der Tonart, unterstreicht die Hintergrundmusik das Dschungelarrangement. Das erste Stück umfasst 30 Sekunden Länge und wird als Titelmelodie verwendet. Durch den massiven Einsatz von Hall- und Delay-Effekten, wird die räumliche Größe des Dschungels auch akustisch verdeutlicht. Das zweite Musikstück ist 137 Sekunden lang und so angelegt, dass das Abspielen in einer Endlosschleife möglich ist. Es kommt in der ersten Hälfte des Spiels zum Einsatz. In der zweiten Hälfte wechselt die Musik auf das dritte Stück, welches die bisherigen musikalischen Ideen aufgreift, aber mit anderen Instrumenten arrangiert wurde, um Abwechslung zu schaffen. Um die Musikstücke einzuspielen, wurde Propellerheads Reason<sup>12</sup> und ein MidiKeyboard verwendet.

## Interaktionselemente

Die Interaktionselemente sind für den Spieler unsichtbare Schalter, die auf Berührung mit der Spielfigur ausgelöst werden. Insgesamt sind drei unterschiedliche Varianten von Schaltern umgesetzt.

1. Dialogschalter: Dieser Schalter wird als Schnittstelle benutzt, um Zusatzinformationen vom Spielfeld an das Benutzerinterface weiter zu geben. So können beispielsweise Nachrichten für den Spieler angezeigt werden.
2. Fragebogenschalter: Der Fragebogenschalter löst das Event zum Anzeigen eines Fragebogens zur Datenerhebung aus und dient so als Schnittstelle zu den Evaluationskomponenten.
3. Datenschalter: Der Datenschalter ist Teil des Spielweltübergangs. Er erfasst in jeder Spielwelt Daten zum Spielerverhalten. Es werden die Fehler in der Zuordnungsaufgabe, die Zeitdauer der Zuordnungsaufgabe und alle Kollisionen mit Gegenspielern erfasst.

---

<sup>12</sup><https://www.propellerheads.se/products/reason/>

## 4. REALISIERUNG

### **Realisierung der Zeitdruck Varianten**

Um die drei Varianten des Spiels umzusetzen, wurden drei Versionen des Initiationsscripts des Spiels geschrieben. Jede Version nimmt die nötigen Anpassungen am Spiel vor, um die jeweilige Zeitdruckvariante umzusetzen. Die Anpassungen umfassen die folgenden Änderungen für die negative, die positive und die neutrale Variante:

1. Textpassagen in der Spielgeschichte, welche das Spielkonzept erklären
2. Die Zähler des Spiels, die je nach Variante nach unten, nach oben oder gar nicht zählen.
3. Die Zählerfarbe in der Spieloberfläche, die rot, grün oder transparent ist.
4. Die Bedingung, nach der eine Spielwelt wiederholt werden muss, die entweder gilt, wenn der Zähler abgelaufen ist, ein Limit überstiegen wird oder nie eintritt.

### **Evolution**

Das Serious Game wurde nach dem Vorgehensmodell des evolutionären Prototyping [54] entwickelt. Im Laufe der Implementierung wurden immer wieder Benutzertests durchgeführt. Das Spiel wurde von ausgewählten Testspielern gespielt und entsprechendes Feedback in Konzeption und Realisierung umgesetzt. Der folgende Abschnitt zeigt die Evolution des Spiels, von der ersten Konzeptimplementierung bis zur finalen Version.

#### 1. Gameplay

Im Gameplay wurde zu Beginn die Kletteraktion über Pflanzen umgesetzt, die der Spielfigur den Weg nach oben gewährten. Der Kletternvorgang entpuppte sich während der Testspiele als zu langatmig und langweilig. Die Geschwindigkeit des Spiels wurde durch das Klettern stark herausgenommen und abgebremst. In Anbetracht der Zeitdruckvariante, zeichnete sich der bremsende Kletternvorgang als noch ungeeigneter ab. Um den Spielfluss und die Geschwindigkeit des Spiels konstant zu halten, wurden die Kletterpflanzen aus dem Spiel entfernt und gegen die Wandsprungfähigkeit des Spielers getauscht. Das Klettern erfolgt nun über Sprungaktionen an den Wänden der Spielwelt. Dadurch ist der Spieler mehr gefordert und bleibt auf das Spiel fokussiert. In den ersten Spielversionen waren noch keine Gegenspieler vorgesehen. Es stellte sich aber schnell heraus, dass der Schwierigkeitsgrad so viel zu gering ausgefallen ist, das Spiel zu schnell langweilig wurde und an Reiz verlor. Daher wurden die zwei Gegenspieler in Form der Läufer und Springer ins Spiel eingeführt. In den ersten Versionen des

## 4.1. REALISIERUNG DES SERIOUS GAME

Spiels wurde ein Nichtspielercharakter in Form eines Schamanen eingeführt, welcher dem Spieler die Spielgeschichte näher bringen sollte. Im Verlauf des Spiels zeichnete sich aber ab, dass es zum einen unlogisch ist, warum der Schamane dem Spieler wohl gesinnt ist, während alle anderen Dschungelbewohner als Gegenspieler agieren und zum anderen passte der Schamane nicht perfekt in die mysteriöse Atmosphäre des Spieleinstarts. Daher wurde der Schamane im Verlauf gestrichen und die Spielgeschichte wird dem Spieler nun indirekt über Aufzeichnungen von Forschungsgruppen vermittelt. Die Aufzeichnungen decken sich mehr mit dem Gefühl des Erforschens und der Neugier.

### 2. Grafik

Die Spielgrafik wurde im Laufe der Evolution immer weiter verfeinert und weiterentwickelt. Zu Beginn wurde auf sehr einfache, selbstgezeichnete Texturen zurückgegriffen. Diese wurden im Verlauf immer feiner gezeichnet und schließlich in der finalen Version teilweise mit Texturen überzogen, um ein noch realistischer anmutendes Bild zu erhalten. Die Evolution der Spielgrafik kann an der Veränderung der Quelldateien der Spielweltkacheln nachvollzogen werden, die in Abbildung 4.12 zu sehen ist.

#### 4. REALISIERUNG



Abbildung 4.12.: Darstellung der Evolution der Spielfeldkacheln

Die Animationen wurden, wie in Abschnitt 4.1.4 erläutert, verfeinert und aus realen Bewegungen erzeugt. Abbildung 4.13 zeigt den Vergleich einer frühen Variante der Spielfiguranimationssequenz mit der finalen Version.

#### 4.1. REALISIERUNG DES SERIOUS GAME



Abbildung 4.13.: Darstellung der Evolution der Spielfiguranimation

### 3. Leveldesign

Das Leveldesign startete mit langen, schlauchartigen Spielwelten, wie es in Abbildung 4.14 zu sehen ist.



Abbildung 4.14.: Darstellung des schlauchartigen Leveldesigns früher Entwürfe

Es stellte sich aber heraus, dass die Laufwege zwischen den Lernaufgaben zu groß waren. Um die Wege zu verkürzen, wurden zuerst pro Spielwelt mehrere Lernaufgaben auf das Spielfeld gesetzt, wie es in Abbildung 4.15 zu sehen ist.

#### 4. REALISIERUNG



Abbildung 4.15.: Darstellung des zweiten Evolutionsschritts des Leveldesigns

Verlor ein Spieler eine Spielwelt, musste allerdings von vorn begonnen werden. Erfolgreich abgeschlossene Abschnitte wurden so mehrfach gespielt, was im Feedback der Testspieler negativ auffiel. Daher wurden die Spielwelten komplett neu gestaltet und in eine kurze, quadratische Form gebracht, wie es in Abbildung 4.16 zu sehen ist.



Abbildung 4.16.: Darstellung des finalen quadratischen Leveldesigns

Dadurch wurden die Laufwege verringert und erfolgreich beendete Aufgaben mussten nicht doppelt gespielt werden.

## 4.2. Realisierung des Servers

Das folgende Kapitel stellt die Realisierung der Serverkomponente vor. Der Server stellt das Spiel und die Studienkomponenten als Dienst bereit, damit die Studie ohne großen Installationsaufwand durchführbar ist. Im Folgenden wird die Grundstruktur des Servers vorgestellt. Im Anschluss daran die Umsetzung der Grundstruktur und die Umsetzung der einzelnen Komponenten. Eine detaillierte Beschreibung des Gesamtsystems ist im Anhangskapitel A.2 zu finden.

## 4. REALISIERUNG

### 4.2.1. Grundstruktur des Servers

Die Grundstruktur setzt das Model View Controller Design Pattern (Fowler, [16]) um. Dieses Design Pattern gliedert sich in drei Komponenten auf. Das Model beinhaltet domänenspezifische Informationen, die View repräsentiert die Daten des Modells in der Benutzeroberfläche und der Controller nimmt Benutzereingaben entgegen und dient als Schnittstelle zwischen der View und dem Model. Für die persistente Speicherung der Daten auf dem Server kommt eine Datenbank zum Einsatz.

### 4.2.2. Umsetzung der Grundstruktur des Servers

Die Model View Controller Struktur des Servers wird mit Hilfe des php<sup>13</sup> Frameworks Laravel<sup>14</sup> umgesetzt. Dieses Framework hat sich durch optimale Kompatibilität, hohe Entwicklungsgeschwindigkeit, hohe Ausführungsgeschwindigkeit und volle Übereinstimmung mit den Vorgaben aus der Konzeption durchgesetzt. Das Laravel Framework setzt das Model View Controller Pattern, wie Abbildung 4.17 zeigt, um. Das Framework

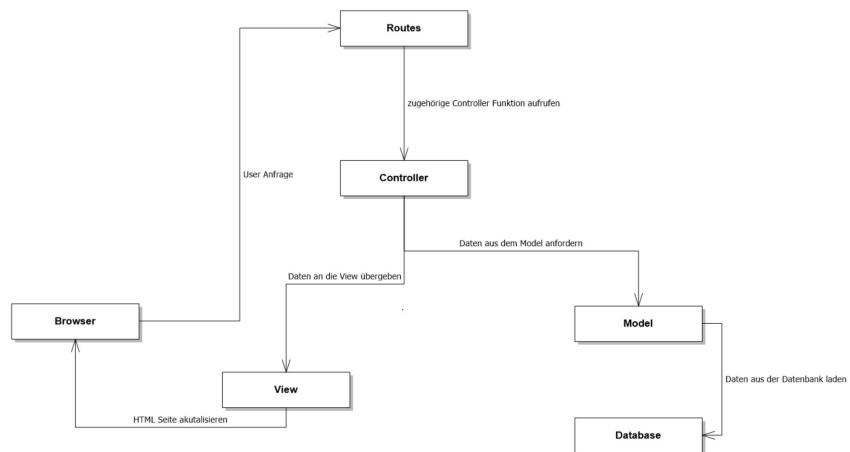


Abbildung 4.17.: Darstellung der Struktur des Laravel Frameworks

besteht aus den Routes, dem Controller, den Models der Datenbank und den Views. Die Routes nehmen die Anfrage eines Benutzers aus dem Browser entgegen und delegieren sie an den zugehörigen Controller. Dadurch ist es möglich, eine modulare Hierarchie von Controllern aufzubauen, um die Gesamtstruktur übersichtlicher zu gestalten. Der Controller ruft im Anschluss Informationen aus dem Model ab. Das Model ist im Falle

<sup>13</sup><http://php.net/>

<sup>14</sup><http://laravel.com/>

des Laravel Frameworks auch die Schnittstelle zur Datenbank. Für die Umsetzung der persistenten Datenspeicherung wird auf ein objektrelationales Datenbankmodell (Vossen, [55]) zurückgegriffen. Dieses Modell bildet die Datenstruktur der Datenbank als Objektmodell ab. Die Modelle stellen also eine Abbildung der Datenbank in Objektform dar. Über Zugriffsfunktionen erhalten die Objekte die Daten aus der Datenbank und geben diese im Anschluss an den Controller weiter. Für dieses Projekt wurde aufgrund der weiten Verbreitung und hohen Kompatibilität auf eine MYSQL<sup>15</sup> Datenbank zurückgegriffen. Hat der Controller alle notwendigen Daten über die Modelle aus der Datenbank erhalten, gibt er die Daten an die Views weiter. Diese erzeugen dann eine neue HTML Seite im Browser.

### 4.2.3. Realisierung der Studienkomponente

Für die Realisierung der Studienkomponenten muss zum einen der Studienablauf über den Server modelliert werden, zum anderen müssen die Daten in Form von Fragebogen hinterlegt und Studienteilnehmer sowie Antworten von Studienteilnehmern erfasst und gespeichert werden. Dazu wurden die Fragebogen und Studienteilnehmer als Modelle abgebildet.

#### Modelle der Studienkomponente

Für die Umsetzung der Studienkomponenten wurden die folgenden Modelle konzipiert:

1. Player: Das Playermodell ist für die Speicherung der Spielerdaten zuständig. Der Spieler besitzt ein Geschlecht, ein Alter, einen Spieltyp und einen Spielertyp. Der Spieltyp ist für die spätere Unterscheidung der Spielvarianten nötig, wohingegen der Spielertyp für die Einteilung in die Testgruppen benötigt wird.
2. Questionnaire: Das Questionnairemodell modelliert einen Fragebogen. Es besitzt einen Namen und dient zur Kategorisierung der Questions. Über die Questionnairemodelle können die einzelnen Questions der Fragebogen gruppiert werden. Im späteren Ablauf kann durch die unterschiedlichen Varianten an Fragebogen entscheiden werden, welcher Fragebogen zu welcher Zeit angezeigt werden soll, ohne dass die Zuordnung der Fragen verloren geht.
3. Question: Das Questionmodell bildet die Fragen ab, aus denen ein Fragebogen besteht. Es beinhaltet einen Fragetext und den zugehörigen Fragebogen.
4. Answer: Die Answer modelliert die Antworten der Spieler. Sie besteht aus einem Antworttext, dem zugehörigen Spieler und einer zugehörigen Frage.

---

<sup>15</sup><http://www.mysql.de/>

## 4. REALISIERUNG

### **Controller und Views der Studienkomponente**

Die Controllerfunktionen der Studienkomponente bestehen aus den Komponenten die für die Umsetzung des in Abschnitt 3.2.2 konzipierten Untersuchungsdesigns benötigt werden:

1. start: Die Startfunktion lädt die Daten für den Eingangstest aus der Datenbank und startet die View zur Begrüßung und Instruktion des Spielers
2. createPlayer: Hat der Spieler den Eingangsfragebogen ausgefüllt, wird die Einteilung in eine der drei Testgruppen vorgenommen und über die Gameview das eigentliche Spiel gestartet. Die Einteilung erfolgt nach einem fest vorgegebenen Algorithmus. Dieser besteht aus zwei Schritten. Im ersten Schritt wird der Spieler anhand seiner Angaben über das Geschlecht, das Vorwissen und die Spielerfahrung in eine von acht Spielergruppen eingeteilt. Im nächsten Schritt wird er der Spielvariante zugeteilt, welche die aktuell kleinste Anzahl dieser Spielergruppe enthält. Um die Gesamtgruppengrößen der drei Spielvarianten auf einem gleichen Stand zu halten, wird zusätzlich geprüft, ob die aktuelle Teilnehmerzahl der Spielgruppe eine vorher festgelegte Grenze nicht überschreitet. Ist dies doch der Fall, wird der Spieler in die aktuell kleinste Spielgruppe eingeteilt.
3. midQuestions,endQuestions: Diese beiden Funktionen laden die Interventionsfragebogen in der Mitte und am Ende des Spiels aus der Datenbank und übergeben sie an das Spiel. Im Anschluss sorgen sie dafür, dass die eingehenden Antworten ebenfalls richtig abgespeichert werden.
4. test: Nachdem der Endfragebogen ausgefüllt ist, wird das Spiel beendet und die Test-View wird gestartet. Diese beinhaltet alle Zuordnungsaufgaben des Spiels, die nochmals ausgefüllt werden müssen.
5. end: Ist der Test beendet, startet die Endfunktion den letzten View der Studienkomponente, der eine Danksagung für die Teilnehmer einblendet und das Ende der Studie signalisiert.

#### **4.2.4. Realisierung der Spielkomponente**

Da das Spiel als Browserspiel umgesetzt wurde, kann es direkt als HTML Seite vom Server bereit gestellt werden. Die eigentlichen Spieldaten sind direkt in Form der Javascript Dateien und Quellbilder auf dem Server abgelegt. Eine Speicherung in der Datenbank hätte im Fall des Spiels keine weiteren Vorteile, würde aber zu Leistungseinbrüchen führen. Die Spielkomponente enthält daher nur das Levelmodell. Dieses Modell speichert die Metainformationen des Spielers in jeder Spielwelt. Die enthaltenen

Metainformationen sind die Zeit, die für die Zuordnungsaufgabe benötigt wurde, die Fehler, die bei der Zuordnungsaufgabe gemacht wurden, alle Kollisionen mit Gegen Spielern und dem Spielweltnamen, sowie eine Referenz auf den aktuellen Spieler für die spätere Zuordnung.

#### **4.2.5. Realisierung der Schnittstellen**

Die verwendete Schnittstelle, um die Fragebogen der Studienkomponente in das Spiel zu integrieren, ist AJAX (Zakas, [41]). Über AJAX ist es möglich, asynchrone Anfragen vom Browser abzusenden. So können Daten vom Spiel zum Server übertragen werden, ohne dass das Spiel unterbrochen werden muss. Die zwei Komponenten der Schnittstelle, sind die entsprechenden Interaktionselemente, die die AJAX Anfrage absetzen und der Server, der auf die Anfrage Antwortet. Die Routen des Server handeln die Anfrage wie jede beliebige andere Anfrage ab, nur die Views der AJAX Anfragen rendern keine vollständige HTML Seite, sondern nur die Elemente, welche für die Anfrage benötigt werden. Beispielsweise werden für die Interventionsfragebogen nur die Formulardaten der Fragebogen ausgegeben.

#### **4.2.6. Realisierung der Verwaltungskomponente**

Die Verwaltungskomponente dient zur Administration der Evaluation. Die Verwaltungskomponente besteht aus einer Startseite mit einer Auswahlmöglichkeit der unterschiedlichen Funktionen, aus der Verwaltung der Fragebogen, der Verwaltung der Ergebnisse und einer Statistik aller bisherigen Studienteilnehmer. Die Verwaltungskomponente definiert keine eigenen Modelle. Es werden lediglich vorhandene Daten gesichtet oder modifiziert. Der Controller der Verwaltungskomponente umfasst die folgenden Funktionen:

1. Die Adminstart-Funktion erzeugt direkt die AdminStart-View. AdminStart-View: Die Auswahlmöglichkeit zwischen Fragebogen, Statistiken und Ergebnisverwaltung wird erzeugt.
2. Über die Question-Funktion können neue Fragen zu einem Fragebogen hinzugefügt oder bestehende Fragen abgeändert werden. Eine Übersicht aller aktuellen Fragen wird an die Questions-View übergeben. Questions-View: Ein Formular zur Bearbeitung von neuen oder vorhandenen Fragen, sowie zur Zuordnung zu Fragebogen wird angezeigt.
3. Alle bisherigen Spieler mit ihren zugehörigen Antworten werden aus der Datenbank geladen und an die Results-View übergeben. Results-View: Alle gesammelten Ergebnisse der Fragebogen werden angezeigt.

#### 4. REALISIERUNG

4. Die Statistics-Funktion liest die Anzahl aller Spieler und Spielgruppen aus und übergibt diese an die Statistics-View. Statistics-View: Eine Übersicht über alle registrierten Teilnehmer wird angezeigt.

# 5. Durchführung der Studie

Diese Arbeit hat zum Ziel einen möglichen Einfluss der Zeitdruckgestaltung auf die Motivation von Spielern von Serious Games zu untersuchen. Dieses Kapitel stellt die Ergebnisse und deren Diskussion vor.

## 5.1. Hypothesen

Durch die in Kapitel 2 gewonnen Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen der Motivation, dem Maß an Herausforderung und Zeitdruck als Mittel zur Umsetzung einer Herausforderung im Game Design, stellt sich die Frage ob unterschiedliche Gestaltungsformen von Zeitdruck wirklich einen Einfluss auf die Motivation von Spielern haben. Hierzu werden die im folgenden Abschnitt definierten Hypothesen untersucht.

### 5.1.1. Hypothese zur Motivation

$H1_1$ : Es existiert ein Unterschied zwischen den Mittelwerten der gemessenen Motivation von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H1_0$ : Es existiert kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der gemessenen Motivation von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

### 5.1.2. Hypothesen zu den Metadaten

Alle Metadaten wurden im Verlauf des Spiels automatisch erhoben und sollen zusätzlich auf mögliche Effekte der Zeitdruckgestaltung untersucht werden. Für die Metadatenanalyse sind daher die folgenden Hypothesen aufgestellt worden:

$H2_1$ : Es existiert ein Unterschied zwischen den Mittelwerten der Fehlerrate von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H2_0$ : Es existiert kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der Fehlerrate von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H3_1$ : Es existiert ein Unterschied zwischen den Mittelwerten der Treffer von Spielern mit Gegenspielern, in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H3_0$ : Es existiert kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der Treffer von Spielern mit Gegenspielern, in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

## 5. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

$H4_1$ : Es existiert ein Unterschied zwischen den Mittelwerten des Spielerfolgs von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H4_0$ : Es existiert kein Unterschied zwischen den Mittelwerten des Spielerfolgs von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H5_1$ : Es existiert ein Unterschied zwischen den Mittelwerten der gemessenen Motivation von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

$H5_0$ : Es existiert kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der gemessenen Motivation von Spielern in den drei Testgruppen neutral, positiv und negativ.

### 5.2. Stichprobenbeschreibung

Die Untersuchung wurde mit Hilfe von freiwilligen Studenten durchgeführt. Die Studenten wurden mit Hilfe von Werbung in Vorlesungen, Aushängen und Flyern akquiriert. Die Stichprobe enthält 36 Studenten, davon haben 9 weibliche und 27 männliche Probanden teilgenommen. Die Verteilungen der Semester, des Vorwissens in Bezug auf Computerspiele und des Vorwissens zum Lerngegenstand sind in den folgenden Abbildungen 5.1, 5.2, 5.3, zu sehen. Dabei wurde beim Semester das Hochschulsemester erfasst. Das Vorwissen sowie die Erfahrung mit Computerspielen wurde mit einer siebenstufigen Likert-Skala erfasst. Die Testgruppen wurden durch einen Verteilungsalgorithmus randomisiert in drei Gruppen mit je 12 Teilnehmern eingeteilt.

### 5.3. Studienablauf

Die Studie wurde in einem Zeitraum von drei Wochen durchgeführt. Die Studienteilnehmer wurden in den immer gleichen PC Pool O28/1001 der Universität Ulm eingeladen und die Studie wurde abgesehen von der Einverständniserklärung vollständig am PC durchgeführt. So konnte gewährleistet werden, dass die Instruktion sowie die Fragebögen immer identisch ausgeführt wurden. Bei Gruppen von Probanden wurde darauf geachtet, alle Probanden getrennt voneinander zu platzieren, so dass eine Interaktion untereinander nicht möglich war. Auf die Wiedergabe von Musik wurde aufgrund von sporadischen Ausfällen bei Testläufen im PC Raum verzichtet um ein einheitliches Studienergebnis zu erhalten. Von dieser Abweichung abgesehen wurde das in Abschnitt 3.2.2 vorgestellte Untersuchungsdesign konsequent umgesetzt.

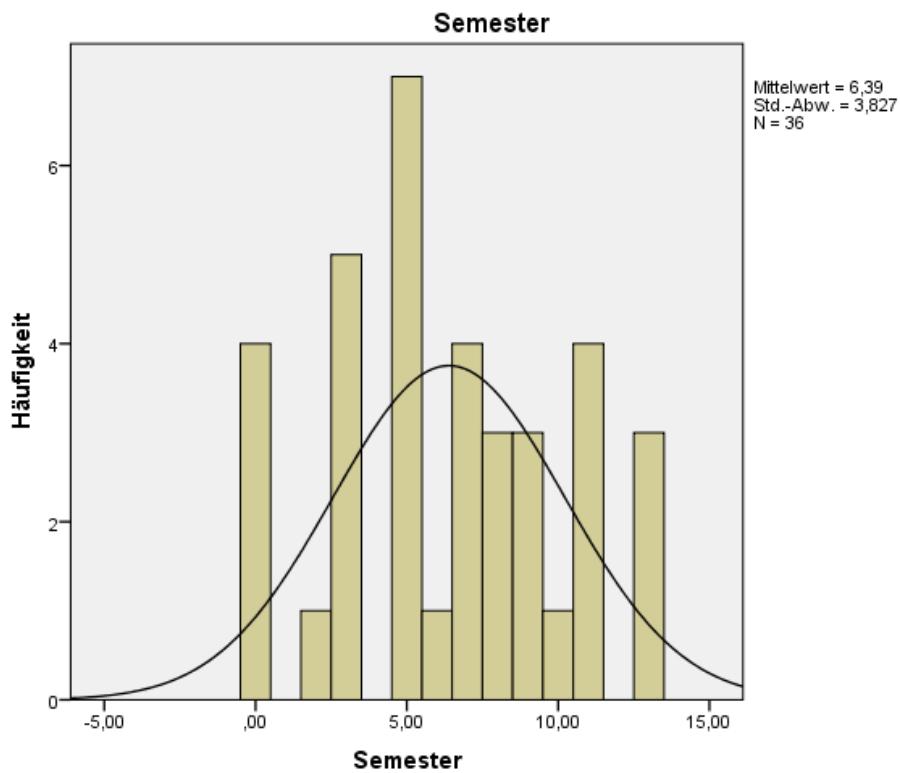


Abbildung 5.1.: Verteilung der Stichprobe nach Semester

## 5.4. Ergebnisse

Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS 21<sup>1</sup> aufbereitet und statistisch analysiert. Statistische Bedeutsamkeit erlangen Signifikanzniveaus in der dieser Arbeit ab einem Wert von  $p < .05$ . Alle numerischen Werte wurden auf zwei Dezimalstellen gerundet.

### 5.4.1. Befunde zur Motivation

Zu Beginn werden die Befunde zur Motivation aufgezeigt. Darunter fallen die deskriptiven Statistiken, Prüfung von Vorbedingungen und abschließend die Prüfung der Hypothese H1.

<sup>1</sup><http://www-01.ibm.com/software/de/analytics/spss/>

## 5. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

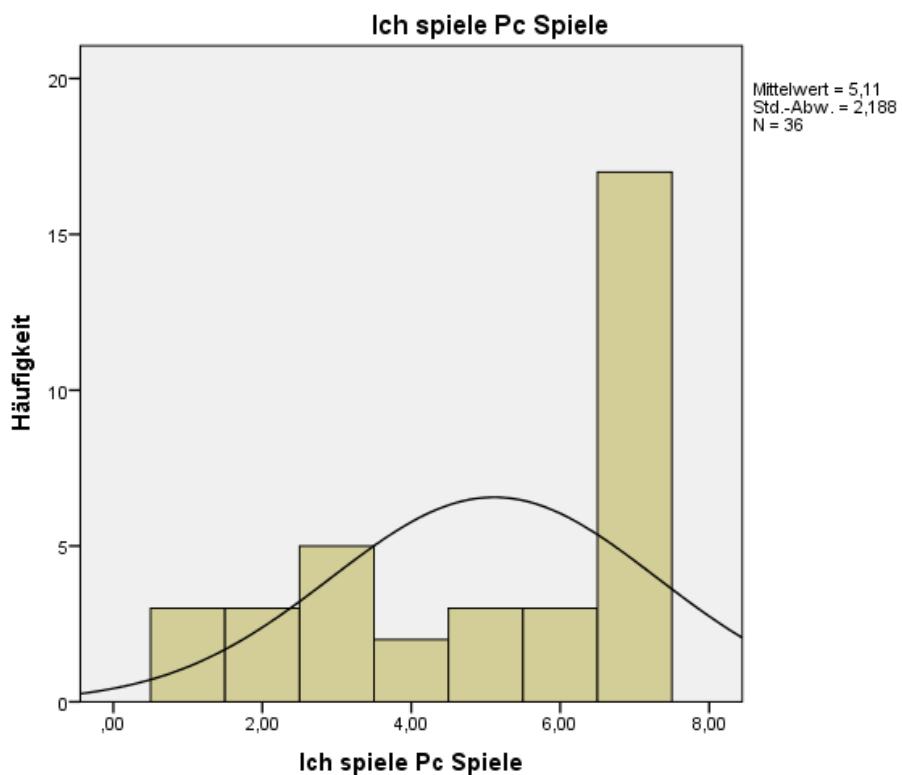


Abbildung 5.2.: Verteilung der Stichprobe nach Vorwissen zum Lerngegenstand

### Deskriptive Statistiken

Die folgende Tabelle zeigt die Mittelwerte der Eingangsmotivation in Form des FAM Fragebogens und des motivationalen Zustands während des Spiels aus der Online Kurzmessung. Dabei ist die Standardabweichung in Klammern angeben. Die Abkürzungen H, M, I, E stehen für die Skalen des FAM Fragebogens: Herausforderung, Misserfolgsbefürchtung, Interesse und Erfolgswahrscheinlichkeit. Die Daten wurden mit einer siebenstufigen Likert-Skala erhoben.

	Motivation	H	M	I	E
negativ	4,75 (1,86)	4,81 (.87)	2,42 (1,07)	4,88 (.57)	4,81(.85)
positiv	4,69 (1,24)	4,23 (.88)	1,45 (.78)	4,67 (1,00)	5,17 (.65)
neutral	5,06 (1,10)	4,63 (.90)	2,38 (1,16)	4,32 (.93)	4,71 (1,13)

Tabelle 5.1.: Vergleich der Mittelwerte der erfassten Motivation

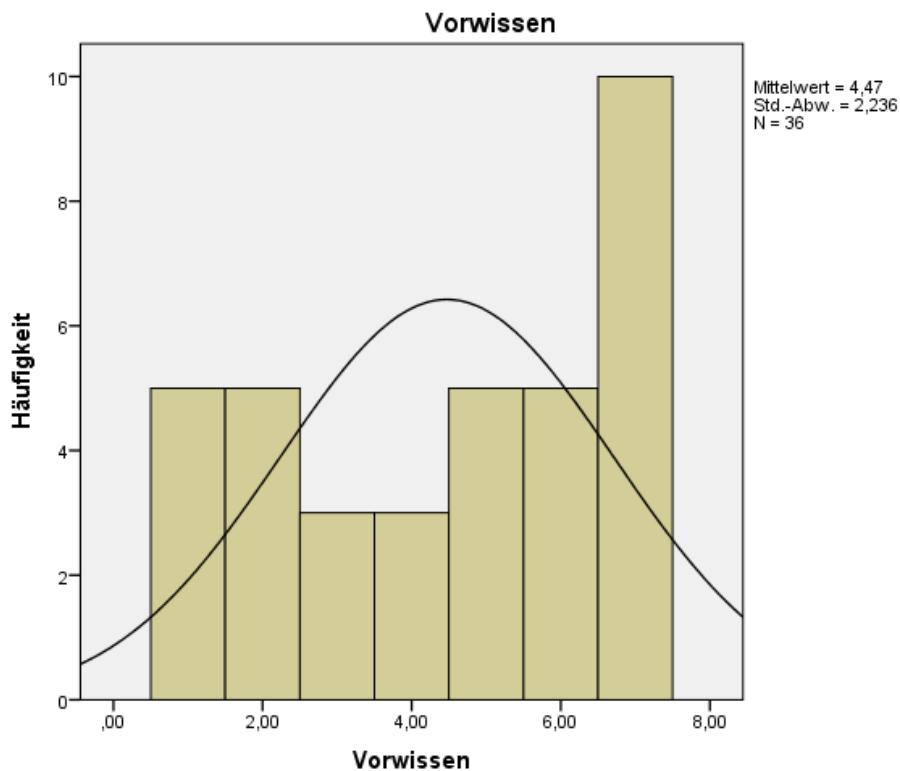


Abbildung 5.3.: Verteilung der Stichprobe nach Computerspielerfahrung

### Reliabilität und Vorbedingungen

Bei der Reliabilitätsüberprüfung ergaben sich folgende Cronbachs  $\alpha$

Die Prüfung der Vorbedingungen der Normalverteilung und der Varianzhomogenität zur Berechnung einer Anova wurden mit dem Shapiro-Wilk und dem Levene-Test durchgeführt. Der Shapiro-Wilk Test ergab, dass die empirische Verteilung der Motivationsmessung signifikant von einer Normalverteilung abweicht. Der Levene-Test ergab, dass die Varianzhomogenität nicht angenommen werden kann. Aus diesem Grund wurde davon abgesehen die Hypothese mit einer Anova zu überprüfen. Es wurde auf den Kruskal-Wallis-Test zurückgegriffen.

### Prüfung der Hypothese H1

Um einen möglichen Einfluss der Zeitdruckgestaltung auf die Motivation der Spieler zu untersuchen wurde ein Kurskal-Wallis-Test berechnet. Die unabhängige Variable war dabei die Zeitdruckgestaltung, die abhängige Variable die Motivation. Der Motivati-

## 5. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

	Cronbachs $\alpha$
Motivation	.82
Herausforderung	.48
Misserfolgsbefürchtung	.79
Interesse	.60
Erfolgswahrscheinlichkeit	.56

Tabelle 5.2.: Cronbachs  $\alpha$  der Fragebögen zur Motivation

onswert wurde wie von Stiensmeier vorgeschlagen, bei ausreichender Reliabilität zu einem Wert zusammengefasst [28]. Das Ergebnis des Kruskal-Wallis-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen negativ, positiv und neutral,  $X^2(2) = .47$   $p=.79$ .

### 5.4.2. Befunde zu den Metadaten

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Metadatenanalyse vorgestellt. Die Metadaten wurden zusätzlich während des Spielverlaufs erhoben, es kam dabei zu folgenden Befunden:

#### Fehler

Die Fehlerdaten beschreiben wie viele Zuordnungsaufgaben im Spiel falsch gelöst wurden. Die Mittelwerte der Fehler sind in Tabelle 5.3 aufgelistet. Die Skala reicht dabei von 0 Fehlern bis zum gemessenen Maximum von 10 Fehlern Um einen möglichen Ein-

	Mittelwert (Standardabweichung)
Negativ:	1,83 (1,75)
Positiv:	3,50 (2,50)
Neutral:	4,00 (2,95)

Tabelle 5.3.: Mittelwerte der Fehler

fluss der Zeitdruckgestaltung auf die Fehlerrate zu überprüfen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse gerechnet. Der Faktor war die Zeitdruckgestaltung, abhängige Variable war die Fehlerrate während des Spiels. Die Vorbedingungen wurden erneut mit dem Levene-Test und dem Shapiro-Wilk-Test überprüft und waren in diesem Fall beide erfüllt. Es zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt der Zeitdruckgestaltung, auf die Fehlerrate,  $F(2,33)=2.57$  ,  $p=.09$ .

### Treffer

Ein Treffer bezeichnet die Kollision des Spielers mit einem Gegenspieler.<sup>2</sup> Die Mittelwerte der Treffer sind in Tabelle 5.4 aufgelistet. Die Treffer wurden zwischen 0 und dem gemessenen Maximum von 95 Treffern erfasst. Um einen möglichen Einfluss der

	Mittelwert (Standardabweichung)
Negativ:	34,50 (25,07)
Positiv:	45,50 (19,62)
Neutral:	34,91 (22,82)

Tabelle 5.4.: Mittelwerte der Treffer

Zeitdruckgestaltung auf die Treffer zu überprüfen wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse gerechnet. Der Faktor war die Zeitdruckgestaltung, abhängige Variable waren die Anzahl der Treffer des Spielers mit Gegenspielern. Bei der Prüfung der Vorbedingungen stellte sich heraus, dass die Normalverteilung nicht angenommen werden kann. Es wurde die Hypothese H3 daher mit dem Kruskal-Wallist-Test überprüft. Es zeigte sich dabei kein signifikanter Haupteffekt der Zeitdruckgestaltung, auf die Trefferquote,  $\chi^2(2) = 2.55 p=.28$ .

### Spielerfolg

Der Spielerfolg wurde dadurch gemessen, bis in welche Spielwelt der Spieler in der vorgegeben Zeit gekommen ist. Die Skala des Spielerfolgs entspricht der Anzahl der Spielwelten und reicht von 1 bis 15. Die Mittelwerte des Spielerfolgs sind in der folgenden Tabelle 5.5 abgebildet: Der Faktor ist die Zeitdruckgestaltung, abhängige Variable

	Mittelwert (Standardabweichung)
Negativ:	6,25 (3,41)
Positiv:	7,00 (3,25)
Neutral:	7,50 (2,15)

Tabelle 5.5.: Mittelwerte des Spielerfolgs

ist der Spielerfolg. Bei der Prüfung der Vorbedingungen stellte sich heraus, dass die Normalverteilung nicht angenommen werden kann. Es wurde die Hypothese H4 daher mit dem Kruskal-Wallist-Test überprüft. Es zeigte sich dabei kein signifikanter Haupteffekt der Zeitdruckgestaltung, auf den Spielerfolg,  $\chi^2(2) = 1.61 p=.45$ .

---

<sup>2</sup>Skala: 0-unbegrenzt

## 5. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

### Endtestwertung

Die Endtestwertung erfasst, wie viele Zuordnungsaufgaben beim Abschlusstest richtig gelöst wurden. Es wurden insgesamt 8 Aufgaben abgefragt. Die Endtestwertung besitzt folglich eine Skala von 0 bis 8. Die Mittelwerte der erfassten Daten sind in Tabelle 5.6 abzulesen. Der Faktor ist die Zeitdruckgestaltung, abhängige Variable ist der Abschluss-

	Mittelwert (Standardabweichung)
Negativ:	6,17 (2,08)
Positiv:	7,00 (1,70)
Neutral:	6,67 (1,44)

Tabelle 5.6.: Mittelwerte der Endtestwertung

test nach dem Spiel. Bei der Prüfung der Voraussetzungen stellte sich heraus, dass die Normalverteilung nicht angenommen werden kann. Es wurde die Hypothese H5 daher mit dem Kruskal-Wallis-Test überprüft. Es zeigte sich dabei kein signifikanter Haupteffekt der Zeitdruckgestaltung auf den Abschlusstest,  $\chi^2(2) = 1.37$   $p=.50$ .

### 5.4.3. Berechnung der Teststärke

Aufgrund der negativen Befunde wurde abschließend die Teststärke mit G\*Power<sup>3</sup> berechnet. Als Eingabeparameter wurden das definierte Signifikanzniveau von  $\alpha=0.05$  sowie die 36 Teilnehmer angegeben. Zudem wurde ein Effekt mittlere Größe angenommen. Die berechnete Wahrscheinlichkeit unter diesen Bedingungen einen Effekt zu finden betrug 23 Prozent.

## 5.5. Diskussion

Analog zum Abschnitt Ergebnisse folgt die Diskussion der Reihenfolge der aufgestellten Hypothesen. Am Ende des Abschnitts wird auf die möglichen Gründe eingegangen, die zu den Ergebnissen geführt haben könnten.

### 5.5.1. Diskussion der Ergebnisse zur Motivation

Es konnte kein statistisch bedeutender Unterschied zwischen den Gestaltungsvarianten ermittelt werden. Das Ergebnis spricht also zunächst dafür, dass die Zeitdruckgestaltung keinen Einfluss auf die Motivation nimmt. Das Ergebnis ist sehr deutlich und selbst in den deskriptiven Statistiken sind kaum Unterschiede zu sehen. Mögliche Gründe,

---

<sup>3</sup><http://www.gpower.hhu.de/>

die zu diesem Ergebnis geführt haben, werden näher und im Zusammenhang mit den Ergebnissen aus der Analyse der Metadaten in Abschnitt 5.5.3 erläutert. Da in diesem Kontext noch keine Vergleichsstudien oder Modelle existieren, ist es trotz des negativen Befundes zu rechtfertigen weitere Studien im Bereich der Zeitdruckgestaltung in Serious Games durchzuführen. Vor allem unter Berücksichtigung der geringen Teststärke sind weitere Vergleichsstudien anzuraten. Wie in Abschnitt 2.3.3 gezeigt wurde, handelt es sich bei Zeitdruck um ein etabliertes und weit eingesetztes Gestaltungsmittel beim Spieldesign. Da bei der Konzeption und dem Design von Serious Games der zusätzliche Faktor, der das Spiel zum Serious Game macht, mit einbezogen werden muss, ist auch bei der Verwendung von etablierten Spielelementen darauf zu achten, welchen Einfluss diese auf den Spieler und dadurch gegebenenfalls auch auf den „Serious-Faktor“ haben. Im Falle des Zeitdrucks ist hier noch Forschungsarbeit zu leisten, um den richtigen Einsatz von Zeitdruck in Serious Games definieren und detailliert beschreiben zu können.

### **5.5.2. Diskussion der Metadatenergebnisse**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der zusätzlichen Metadatenanalyse diskutiert. Erhoben wurden die Fehler bei der Zuordnungsaufgabe, den Kollisionen mit Gegenspielern in Form von Treffern, dem Spielerfolg gemessen an der Zahl der durchlaufenen Spielwelten und der Wertung des Endtests am Spielende.

#### **Fehler**

Bei der Betrachtung der Fehler fällt auf, dass hier im Gegensatz zu den anderen Messungen der deutlichste Unterschied zwischen den Gruppen auszumachen ist. Für zukünftige Untersuchungen ist hier das meiste Potential zu finden. Ein interessanter Aspekt ist dabei, dass bei der Betrachtung der Mittelwerte, die Gruppe mit negativer Zeitgestaltung am wenigsten Fehler gemacht hat. Die positive Gruppe hat im Mittel eineinhalb Fehler, die neutrale im Mittel zwei Fehler mehr begangen als die negative Gruppe. Wird diese Beobachtung mit den Ergebnissen von Harreveld [24] verglichen, wäre eigentlich zu erwarten gewesen, dass die neutrale Gruppe am wenigsten Fehler macht. Aus der Beobachtung der Probanden während des Spielens kann dieser Effekt erklärt werden. Es stellte sich heraus, dass die Spieler mit der negativen Zeitdruckgestaltung vermehrt überlegter gespielt haben. In den Gruppen neutral und positiv wurde eher ein Versuch und Irrtum Ansatz gewählt. Aufgrund dieses Vorgehens wurden auch mehr Fehler gemacht. Dieses Phänomen sollte in zukünftigen Studien genauer untersucht werden.

## 5. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

### Treffer

Bei der Betrachtung der Treffer kann die Beobachtung, die bei den Fehlerergebnissen getroffen wurde, weiter bestätigt werden. Auch wenn kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen auszumachen war, gibt es einen Unterschied bei der Betrachtung der Mittelwerte. Die negative Gruppe befindet sich auf einem ähnlichen Niveau wie die neutrale Gruppe, wohingegen die positive Gruppe im Mittel zehn Treffer mehr verursacht hat. Dies unterstreicht die besonnenere Vorgehensweise der negativen Gruppe.

### Spielerfolg

Auch beim Spielerfolg zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Es wäre eigentlich zu erwarten gewesen, dass die Gruppen mit Zeitdruck im Spielverlauf weiter kommen, als die Gruppe ohne Zeitdruck. In diesem Fall könnte die Beobachtung auf die hohe Anzahl der Spieler mit Vorwissen und Spielerfahrung in allen Gruppen zurückzuführen sein.

### Endtestwertung

Der Vergleich der Endtestwertung ergibt ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Selbst der direkte Vergleich der Mittelwerte zeigt keine großen Unterschiede. Dieser Effekt ist vermutlich auf das vermehrte Vorwissen der Probanden zurückzuführen. In diesem Kontext wäre eine Wiederholung der Studie ausschließlich mit Probanden ohne Vorwissen und ein zusätzlicher Vortest sinnvoll, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

### 5.5.3. Mögliche Erklärungen zu den Befunden

Da nicht nur die Hypothese H1 zur Motivation verworfen werden musste, sondern auch alle Hypothesen zu den Metadaten kein signifikantes Ergebnis zeigen konnten, ist davon auszugehen, dass der gewählte Zeitdrucklevel für die Stichprobe zu liberal angesetzt war. Diese Vermutung lässt sich mit den Zeitdaten der Spielwelten stützen. Abgesehen von den Tutorials schafften es die Spieler die Spielwelten in Bestzeiten zwischen 60 und 100 Sekunden pro Spielwelt zu durchlaufen. Die Grenze des Zählers war bei 120 Sekunden festgelegt und wurde so in fast allen Fällen unterschritten. Zusätzlich könnte der Zähler in der Benutzeroberfläche zu klein gewählt worden sein. In kommenden Versionen könnte der Zähler noch größer und deutlicher gestaltet werden um mehr Aufmerksamkeit zu erlangen. Durch die Kombination aus den überraschend guten Zeiten und der möglicherweise zu unscheinbaren Gestaltung des Zählers ist denkbar, dass in den Gruppen negativ und positiv nicht genug Zeitdruck erzeugt wurde, um einen

aussagekräftigen Unterschied zu erhalten. Dieser Effekt ist unter Umständen auch auf den hohen Anteil der sehr spielerfahrenen Probanden zurückzuführen. Wie von Töpfer vorgeschlagen sollte mit mehreren Zeitdruckstufen getestet werden [53], da es aktuell noch kein Verfahren gibt, um das richtige Maß an Zeitdruck im Vorfeld zu bestimmen. Hierbei fehlt es an Modellen und Theorien über die richtige Wahl. Aufgrund der, trotz einer Verlängerung der Studiendauer, ohnehin schon geringen Probandenzahl war dieses Vorgehen für die vorgestellte Evaluation keine Option. Ein weiterer Punkt, der die Studienergebnisse beeinflusst haben könnte, ist der große Anteil an Probanden mit Vorwissen. Ein Zusammenhang von Vorwissen und Motivation konnte bereits nachgewiesen werden (Narciss, [50]). In der Konsequenz hätten die Probanden mit Vorwissen aus der Studie ausgeschlossen werden müssen, was im Gegenzug die Anzahl der Probanden halbiert hätte. Des Weiteren war die Verteilung zwischen männlichen und weiblichen Testpersonen nicht ideal, da überwiegend männliche Probanden an der Studie teilgenommen haben. Zudem könnte die Spieldauer mit 20 Minuten zu kurz gewesen sein. Bei einer erneuten Erhebung könnte eine längere Spieldauer angesetzt werden. Auch der Verzicht auf die Spielmusik aufgrund von technischen Problemen bei den zur Verfügung stehenden Computern kann einen Einfluss auf das Ergebnis verursacht haben. Dieser Umstand spielt insbesondere mit den Umgebungsgeräuschen in den Computerräumen der Universität eine Rolle. Da die Studie während des normalen Betriebs durchgeführt wurde war der Störlärm je nach Tag und Uhrzeit unterschiedlich ausgeprägt. Durch den Wegfall der Musik über Kopfhörer konnte dieser Umstand nicht ausgeglichen werden. Des weiteren könnten die von Rawlings [10] untersuchten Persönlichkeitseffekte einen Einfluss gehabt haben. Hierzu müssten die zwei Gruppen von intro- und extrovertierten Spielern getrennt untersucht werden, um einen Effekt auszuschließen. Zuletzt konnten abgesehen von den bekannten Persönlichkeitseffekten bei der Beobachtung der Spieler während der Studie unterschiedliche Spielertypen ausgemacht werden. Diese unterschieden sich maßgeblich darin wie das Spielprinzip verstanden und umgesetzt wurde. Die erste Gruppe zeichnet sich dadurch aus, dass das Spielprinzip schnell verstanden wurde und auch schnell umgesetzt werden konnte. Dies zeigt sich daran, dass das Tutorial sehr schnell durchgespielt wurde und der Spielerfolg ebenfalls sehr groß ausfiel. Die zweite Gruppe benötigte mehr Zeit für das Tutorial konnte aber nach der längeren Einlernphase das Spiel ohne weitere Probleme spielen. Die dritte Gruppe benötigte ebenfalls längere Zeit im Tutorial, konnte das Spielprinzip in den folgenden Spielwelten nur schlecht umsetzen, was sich auch auf den Spielerfolg niedergeschlagen hat. Aus dieser Beobachtung heraus, stellt sich die Frage, nach welchen Faktoren die Spieler das Spielprinzip eher gut oder eher schlecht verstehen und anschließend umsetzen können. Eine Möglichkeit zum Ausgleich dieses Effekts wäre, ein selbstbestimmtes Tutorial anzubieten. Der Spieler spielt solange, bis er selbst angibt das Spielprinzip verstanden zu haben. Erst dann beginnt die eigentliche Messung. Dadurch starten

## 5. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

alle Spieler auf einem ähnlichen Level. Zusammenfassend wird klar, dass sehr viele Faktoren einen Einfluss auf die Ergebnisse genommen haben können. Aufgrund des zusätzlichen Mangels von Vergleichsstudien ist es schwierig, eine finale Aussage zu treffen. Die vorgestellte Erhebung zeigt vor allem auf, wie komplex die Untersuchung von Spielelementen ist und ebenso, dass noch zahlreiche Untersuchungen durchgeführt werden müssen, um die erfassten Ergebnisse zu bestätigen.

# **6. Ausblick und Zusammenfassung**

Im folgenden Kapitel wird zuerst eine kurze Zusammenfassung des Inhalts sowie der Ergebnisse dargestellt. Anschließend werden unter dem Punkt Ausblick weitere Fragestellungen diskutiert, die in zukünftigen Arbeiten behandelt werden könnten.

## **6.1. Zusammenfassung**

Auf der theoretischen Ebene zeigt sich ein Bedarf für umfassende Theorien und Studien zum Thema Konzeption und Gestaltung von Serious Games. Das in Abschnitt 2.1.3 vorgestellte Retain Modell liefert eine erste Ausgangsbasis, weitere detaillierte und vor allem spezialisierte Modelle sind aber wünschenswert, um den Entwicklungsprozess von Serious Games zu optimieren. Diese Arbeit hat zum Ziel, einen Aspekt des Motivationsdesigns zu beleuchten und eine Evaluationsumgebung bereitzustellen mit der noch weitere Fragestellungen in diesem Bereich untersucht werden können. Beim Studium gängiger Motivationstheorien im Umfeld von Serious Games konnte in Abschnitt 2.2.5 festgestellt werden, dass der Herausforderungsgrad einer Aufgabe ein wichtiger Einflussfaktor auf die Motivation ist. Ferner wurde in Abschnitt 2.3.3 aufgezeigt, dass Zeitdruck im Game Design ein gängiges Mittel zur Beeinflussung des Schwierigkeitsgrads einer Herausforderung ist. Dabei wird bei der Umsetzung des Zeitdrucks prinzipiell zwischen drei Gestaltungsvarianten unterschieden. Eine neutrale Gestaltung ohne Zeitdruck, eine negative Gestaltung, welche durch einen ablaufenden Zähler umgesetzt wird und eine positive Gestaltung, die durch einen nach oben laufenden Zähler realisiert wird. Es wurde im Verlauf der Arbeit ein möglicher Einfluss dieser drei Gestaltungsvarianten des Zeitdrucks auf die Motivation der Spieler von Serious Games untersucht. Dazu wurde das in Kapitel 3 vorgestellte Framework konzipiert und wie in Kapitel 4 aufgezeigt, implementiert. Die Hauptkomponente des Frameworks besteht aus einem Webserver. Dieser beinhaltet, das Serious Game *die Flucht aus dem Dschungel*, welches in den drei vorgestellten Gestaltungsvarianten des Zeitdrucks hinterlegt ist. Der Lehrgegenstand setzt die Gestaltgesetze der Wahrnehmungspsychologie als Zuordnungsaufgabe um. Dabei ist das Serious Game so ausgelegt, dass durch minimale Änderungen der Lehrgegenstand gegen eine andere Zuordnungsaufgabe getauscht werden kann. Eine weitere Komponenten des Frameworks sind die Fragebögen. Diese sind in Form einer Datenbank hinterlegt und können über ein Webformular modifiziert werden. Durch

## 6. AUSBLICK UND ZUSAMMENFASSUNG

die variable Gestaltungsmöglichkeit der Spielvariante, des Lerngegenstandes und der Fragebögen kann das Framework auch für zukünftige Anwendungen weiter verwendet werden.

Im Rahmen der Studiendurchführung konnte das gesamte Framework über mehrere Wochen unter realen Bedingungen ausgeführt werden. Alle Anforderungen an die Komponenten wurden erfüllt und die Interaktion zwischen Serious Game und der Studienkomponente erfolgte wie geplant. Eine mögliche zukünftige Verwendung zur Untersuchung weiterer Forschungsfragen und gegebenenfalls eine Weiterentwicklung der Komponenten ist zu begrüßen.

Die Ergebnisse der Studienauswertung konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Gestaltungsvarianten der Spiele und der Motivation der Spieler feststellen. Dies ist eventuell auf eine zu kleine Stichprobe, Teilnehmern mit zu viel Spielerfahrung und Vorwissen, gepaart mit einer zu liberalen Wahl der Zeitdruckstufen zurück zu führen. In diesem Kontext wäre es interessant die Studie mit einer größeren Probandengruppe mit weniger Vorwissen und moderater Spielerfahrung bei gleichzeitig höherem Zeitdruck zu wiederholen.

### 6.2. Ausblick

In diesem Abschnitt werden mögliche Fragestellungen für zukünftige Studien erläutert, sowie die Möglichkeit eine Kooperation mit Schulen zur Gewinnung von Schülern als Probanden anzustreben.

#### 6.2.1. Mögliche Fragestellungen

Auch wenn die Ergebnisse der Studie keine direkten Erkenntnisse aufzeigen konnten, lassen sich eine Vielzahl von zukünftigen Fragestellungen aus den Ergebnissen ableiten. Zum einen könnte der direkte Einfluss auf die erlebte Herausforderung der Aufgaben näher untersucht werden. Auch wäre es interessant den Einfluss von verschiedenen Zeitdrucklevels in Kombination mit den Gestaltungsvarianten auf die Motivation, die Fehlerrate sowie den Lerneffekt zu prüfen. Eine Prüfung inwieweit der Verzicht auf Musik wirklich einen Einfluss auf die oben angeführten Punkte hat oder nicht, könnte ebenfalls untersucht werden. Des Weiteren stellt sich die Frage ob die unterschiedlichen Gestaltungsformen einen Einfluss auf die Immersion ausüben. Zudem wäre ein Vergleich der Zeitdruckgestaltung bei unterschiedlichen Spielformen denkbar. Verhält sich beispielsweise der Einfluss von Zeitdruck beim Lösen eines Webquizes ähnlich wie beim Spielen eines Serious Games. Ein weiteres Untersuchungsfeld für das das hier vorgestellte Framework eingesetzt werden könnte, ist die Untersuchung der Faktoren, die Einfluss auf das Spielverständnis ausüben. Es konnte beobachtet werden, dass

bestimmte Personen das Spielprinzip sehr schnell, andere sehr langsam begreifen. Es stellt sich die Frage, welchen Faktoren in diesem Kontext eine Rolle spielen und wie Serious Games für die einzelnen Zielgruppen möglichst optimal angepasst werden können.

### 6.2.2. Durchführung an einer Schule

Da ein Hauptproblem der durchgeführten Studie darin bestand, geeignete Probanden zu finden, würde sich für zukünftige Fragestellungen die Kooperation mit einer Schule anbieten. Die Probleme der unzureichenden Testgruppengröße sowie Gleichverteilung zwischen den Geschlechtern können so einfach gelöst werden. Im Rahmen des Informatikunterrichts könnte das Serious Game beispielsweise mit dem Lehrgegenstand der Datentypen in einer modernen Programmiersprache, wie JAVA<sup>1</sup> modifiziert werden. Können mehrere Klassen zur Teilnahme rekrutiert werden, ist auch ein mehrfaktorielles Studiendesign aus Zeitdruckgestaltung und Zeitdrucklevel umsetzbar.

---

<sup>1</sup><http://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/>



# A. Code Dokumentation

## A.1. Code Dokumentation des Spiels

### A.1.1. Klassenstruktur des Serious Game

Die Hauptklasse des Spiels ist die Game-Klasse. Die Game-Klasse definiert den Namen, den Viewport, den globalen Zähler zur Umsetzung des Zeitdrucks, den Spielzustand und alle Metadaten über den Spieler. Über die Methode Go wird der initiale Spielzustand erzeugt und das Spiel beginnt. Die State-Klasse beschreibt die Spielzustände. Der Spielzustand gibt während des Spiels Zugriff auf alle wichtigen Komponenten. Über ausgelesene Daten und die Manipulation des Spielzustands wird der Spielverlauf gesteuert. Die Methoden der State-Klasse werden in folgender Reihenfolge aufgerufen: Zuerst lädt Preload alle Spieldaten für den State vor. Die Create-Methode erfasst Daten über die Spielplattform und kann benutzt werden, um zusätzliche Funktionen vor dem Beginn des States auszuführen. Die Update-Methode wird während des Spiels in jeder Spielrunde aufgerufen. Hierdurch kann der Spielzustand im laufenden Spiel beeinflusst werden. Die Init-Klasse ist der erste State, welcher der Game-Klasse beim Ausführen der Go-Methode übergeben wird. Im Init-State werden alle Basisressourcen geladen und der Startbildschirm wird initialisiert. Über die Methode Count wird je nach Spielversion der Zeitdruckzähler in der Benutzeroberfläche gestartet. Die Level-Klasse beschreibt alle Spielwelten des Spiels. Dazu werden Farben, Musik, Sounds, Spritesheets, Bilder und räumliche Dimensionen definiert. Die Methoden der Level-Klasse dienen primär dazu, aus den in JSON abgespeicherten Spielfeldinformationen und den hinterlegten Bildern das Spielfeld zu generieren. Die Klasse Statemachine modelliert einen endlichen Automaten. Durch diese Klasse können die Zustände der einzelnen Spielkomponenten einfacher verwaltet werden. Die Statemachine hält eine Liste aus Wertepaaren, welche die Zustände und Übergangsfunktionen definieren. Über die Methode Consume-Event kann ein Zustandsübergang ausgeführt werden. Mit GetState wird der aktuelle Zustand zurückgegeben und mit Reset kann der Automat in den Anfangszustand zurückgesetzt werden. Die Trigger-Klasse beschreibt Schalter, die auf dem Spielfeld platziert werden und durch den Spieler oder das Spiel selbst ausgelöst werden können. Die Trigger-Klasse hält die Koordinaten und die Größe des Schalters auf dem Spielfeld. Die Methoden des Schalters dienen zum aktivieren, deaktivieren, zurücksetzen und prüfen,

## A. CODE DOKUMENTATION

ob der Schalter aktiviert ist. Von der Basistrigger-Klasse leiten sich die spezialisierten Klassen DataTrigger und DialogTrigger ab. Der DataTrigger übermittelt am Levelende die aktuellen Metainformationen des Spiels an den Server. Der Dialogtrigger enthält alle Texte des Spiels und besitzt eine Methode, um über eine Statemachine ausgewählte Texte in der Spieloberfläche anzuzeigen. Die BaseSprite-Klasse beschreibt alle Spielobjekte auf dem Spielfeld, einschließlich der Spielfigur. Dazu enthält sie Informationen über den Namen, die Koordinaten und die Größe des Spielobjekts. Über die Resetmethode lassen sich die Spielobjekte an ihren Startpunkt zurücksetzen. Die Spielobjekte Player, Jumper, Walker, Pickup und Challenge leiten sich von der Basesprite-Klasse ab. Die Methoden von Player, Jumper und Walker werden im nächsten Abschnitt im Kontext der Zustandsautomaten der Spielobjekte näher erläutert.

### A.1.2. Zustandsautomaten der Spielobjekte

Um die verschiedenen Zustände der einzelnen Spielobjekte zu verwalten, besitzen alle Spielobjekte, die mit der Spielwelt interagieren können, einen eigenen Zustandsautomaten. In diesem Automaten sind alle Zustände inklusive der Übergangsfunktionen des Spielobjekts hinterlegt. Der Spieler ist für die wesentliche Interaktion im Spiel vorgesehen. Im Folgenden wird der Zustandsautomat des Spielerobjekts näher erläutert und als Adjazenzliste dargestellt.

1. idle: walking, jumping, stunned, challenged, stoping, openBackpack, openMap
2. walking: idle, jumping, running, falling, stunned, challenged, stoping, walljumping
3. running: idle, walking, jumping, falling, stunned, challenged, stoping, walljumping
4. jumping: walking, falling, recovering, stunned, challenged, stoping, walljumping
5. walljumping: idle, jumping, walking, falling, stunned, challenged, stoping
6. recovering: idle
7. falling: idle, challenged, stunned, stoping, walljumping
8. stunned: idle, stunned
9. challenged: idle, stoping
10. openBackpack: stoping
11. openMap: stoping
12. stoping: idle

Der zugehörige Zustandsautomat modelliert alle Aktionen und Relationen der Spielfigur. Der Basiszustand idle beschreibt die Spielfigur im Ruhezustand. Die Spielfigur zeigt keine Animation und bewegt sich nicht. Aus diesem Zustand kann die Spielfigur über eine Interaktion des Spielers anfangen zu laufen und in den Zustand walking wechseln. Oder aber durch Interaktion des Spielers springen und in den Zustand jumping wechseln. Wird der Spieler von einem Gegner getroffen, ändert sich der Zustand in stunned. Trifft der Spieler auf ein Tor, wechselt der Zustand in challenged. Der Zustand stoping wird bei Dialogen vom System aufgerufen. Über Interaktion kann der Spieler das aktuelle Bild oder eine Karte aufrufen. Der Zustandsautomat wechselt dann in openBackpack oder openMap. Der Zustand walking beschreibt die Spielfigur im laufenden Zustand. Während sich die Spielfigur in diesem Zustand befindet, bewegt sie sich konstant nach links oder rechts. Dazu wird eine Laufanimation angezeigt. Wie auch im Basiszustand kann die Spielfigur springen, getroffen werden, ein Tor treffen und durch einen Dialog gehalten werden. Aus dem laufenden Zustand ergeben sich aber auch neue, mögliche Zustandsübergänge. Über Benutzerinteraktion kann die Spielfigur schneller laufen. Der Zustand wechselt dann in running. Läuft die Spielfigur über einen Abgrund, ändert sich der Zustand in falling. Trifft die Spielfigur auf eine solide Wand, wechselt der Zustand in wallJumping. Der Zustand running kann nur über walking erreicht werden. Die Unterschiede zwischen walking und running sind die Geschwindigkeit, mit der sich die Spielfigur bewegt und die angezeigte Laufanimation. Sonstige Zustandsübergangsfunktionen zwischen walking und running sind identisch. Der Zustand jumping umschreibt die Spielfigur während des Springens. Die Spielfigur wird nach oben hin beschleunigt und es wird eine eigene Sprunganimation angezeigt. Aus dem Sprungzustand kann die Spielfigur durch Landen auf einer soliden Fläche in den recovering Zustand wechseln. Landet die Spielfigur nicht auf einer soliden Fläche, geht der Zustand entsprechend in falling über. Durch Interaktion des Spielers kann die Spielfigur während des Springens bewegt werden. Der Zustand wechselt dann in walking. Auch während eines Sprungs kann die Spielfigur mit einem Gegner oder einem Tor kollidieren. Der Zustand wechselt wie oben zu stunned und challenged. Bei einem Sprung hat das System ebenso die Möglichkeit, ein stoping zu erzwingen. Kollidiert die Spielfigur während eines Sprungs mit einer soliden Wand, wechselt der Zustand in walljumping. Der walljumping Zustand beschreibt die Spielfigur während sie sich an einer Wand festhält um einen Wandsprung auszuführen. Dabei rutscht die Spielfigur langsam an der Wand nach unten, bis sie den Boden erreicht oder der Spieler einen Wandsprung ausführt. Der walljumping Zustand hat ebenso wie walking, running und jumping eine eigene Animation. Aus dem walljumping Zustand kann die Spielfigur durch die bereits erläuterten Bedingungen in die Zustände, idle, walking, jumping, falling, stunned, challenged und stoping gelangen. Der falling Zustand beschreibt die Spielfigur im freien Fall. Trifft die Spielfigur auf festen Boden, kommt sie zurück in den idle Zustand. Übergänge nach stunned, challenged,

## A. CODE DOKUMENTATION

stoping und walljumping sind durch die gegebenen Bedingungen ebenso möglich. Der stunned Zustand beschreibt den Spieler, sobald er von einem Gegner getroffen wurde. Der Treffer wird dem Spieler deutlich gemacht, indem die Spielfigur entgegengesetzt zur Laufrichtung zurückgeschleudert und zusätzlich eine Trefferanimation abgespielt wird. Wird die Spielfigur erneut getroffen, wechselt der Zustand wieder in stunned. Ansonsten wird nach Ablauf eines Timers automatisch in den idle Zustand gewechselt. Der Zustand challenged wird durch eine Kollision mit einem Torobjekt erreicht. Die Übergänge in andere Zustände sind abhängig von der Art des Tores und dem Bilditem, das der Spieler bei sich trägt. Passen Bild und Tor zusammen, wird das Tor geöffnet und der Zustand geht über in idle. Passen sie nicht zusammen, geht der Zustand in stoping über, um dem Spieler ein Feedback anzuzeigen. Der openbackpack Zustand zeigt das aktuelle Bilditem an, welches der Spieler mit sich führt. Um den Spielfluss zu unterbrechen, wechselt der Zustand automatisch zu stoping. Der Zustand openMap verhält sich analog zu openBackpack, nur, dass nicht das aktuelle Bilditem, sondern eine statische Karte angezeigt wird. Der Zustand stoping wird dazu benutzt, den Spielfluss anzuhalten und ein Dialogfenster mit variablem Inhalt anzuzeigen. Alle Eingaben des Benutzers werden ignoriert. Ausgenommen der Entertaste, mit der das Dialogfenster wieder geschlossen wird, anschließend geht der Zustand in idle über. Abgesehen von der Spielfigur, welche das detaillierteste Zustandsmodell besitzt, sind noch die Gegner, Läufer und Springer, sowie der Dialogschalter mit Zustandsautomaten konzipiert.

Der Läufer besitzt folgende Zustände:

1. idle: walking
2. walking: idle, walking

Entweder der Läufer steht still und befindet sich im idle Zustand oder der Läufer bewegt sich in eine Richtung und wechselt in den walking Zustand. Nach Ablauf eines Zählers wechselt der Läufer automatisch erneut in den walking Zustand. Beim Übergang wird allerdings die Laufrichtung des Läufers umgekehrt. Alternativ kann der Läufer wieder in den idle Zustand wechseln und angehalten werden.

Der Springer besitzt folgende Zustände:

1. idle: jumping
2. jumping: idle, jumping

Der Springer startet im idle Zustand. Nach Ablauf eines Zählers wechselt er automatisch in den jumping Zustand. Während des jumping Zustands wird der Springer nach oben beschleunigt. Nach Ablauf eines weiteren Zählers geht der Zustand automatisch in den

idle Zustand über. Der Dialogschalter besitzt für jeden Dialog, der dem Spieler angezeigt wird, einen eigenen Zustand. Insgesamt hält der Zustandsautomat des Dialogschalters 25 Zustände mit hinterlegten Texten für die Dialoge des Spiels.

## A.2. Code Dokumentation des Servers

Da alle Daten im laufenden Spielbetrieb erfasst werden, ist ein eigens für das Spiel konzipiertes Serversystem notwendig. Das System ist nach dem Modell View Controller Pattern konzipiert und besteht aus einer objektrelationalen Datenbank, Modellen, Controllern, Views und Routen. Das System ist in zwei Teilbereiche aufgespalten. Der erste Bereich stellt das Spiel und die Fragebogen für den Benutzer zur Verfügung. Der zweite Bereich dient als Verwaltungswerkzeug zur Erstellung und Verwaltung von Fragebogen sowie der Verwaltung der gesammelten Daten.

### A.2.1. Views

Alle Views sind als PHP Dateien auf dem Server hinterlegt und werden durch den Controller aufgerufen und mit Werten für die Variablen befüllt. Für die Darstellung des Spielerbereichs existieren folgende Views:

1. Start: Der Spieler wird begrüßt und der Eingangsfragebogen wird durchgeführt
2. Game: Das Spiel ohne Zeitdruck wird gestartet
3. Game-n: Das Spiel mit negativem Zeitdruck wird gestartet
4. Game-p: Das Spiel mit positivem Zeitdruck wird gestartet
5. Midquestions: Der Fragebogen in der Mitte des Spiels wird angezeigt.
6. Endquestions: Der Fragebogen zum Ende des Spiels wird angezeigt.
7. Test: Ein Wissenstest zum Abschluss des Spiels wird angezeigt.
8. Thanks: Ergebnisse der Spielleistung und Danksagung an die Spieler werden angezeigt.
1. AdminStart: Die Auswahlmöglichkeit zwischen Fragebogen oder Ergebnisverwaltung wird angezeigt.
2. Questions: Ein Formular zur Bearbeitung von neuen oder vorhandenen Fragen sowie zur Zuordnung zu Fragebogen wird angezeigt.

## A. CODE DOKUMENTATION

3. Results: Alle gesammelten Ergebnisse der Fragebogen werden angezeigt.
4. Statistics: Eine Übersicht über alle registrierten Teilnehmer wird angezeigt.

### A.2.2. Routen

Die Routen des Servers sind die Schnittstelle zwischen dem Browser und dem Controller des Servers. Der Spieler startet auf der Route /player. Auf dieser Seite wird eine Begrüßung angezeigt. Danach folgen die Fragen des Eingangstests. Über einen Button am Ende des Formulars wird es über einen POST verarbeitet und das Startbild des Spiels wird nach abgeschlossener Verarbeitung der Anfrage angezeigt. Im Spielverlauf werden nach Abschluss jeder Spielwelt Daten über die Leistung und den Spielverlauf des Spielers an den Server geschickt. Dies wird durch eine AJAX-Anfrage auf /player/data realisiert. Die Abfrage des Fragebogens in der Mitte und am Ende des Spiels wird ebenfalls über eine AJAX-Anfrage gelöst. Die Anfragen gehen über die Routen /player/midquestions und /player/endquestions. Ist der Endfragebogen vollständig verarbeitet, wird dem Spieler eine statische Seite mit den eigenen Leistungen und einer Danksagung für die Teilnahme angezeigt. Der Administrator startet auf der Route /admin. Hier erhält er die Auswahl Fragebogen über /admin/questions zu verwalten oder sich Ergebnisse über /admin/results anzusehen.

### A.2.3. Controller

Die Controller dienen als Schnittstelle zwischen den Modellen und den Views. Eine Route ruft die zugeordnete Controller Funktionen auf, welche über die Modelle auf die Datenbank zugreifen und anschließend eine View mit Daten befüllen und als HTML Seite an den Browser zurückliefern. Für jede Serverfunktion ist ein Controller zuständig. Es gibt daher einen Spiel-Controller und einen Admin-Controller. Der Spiel-Controller hat folgende Funktionen:

1. playerstart: Die Daten des Eingangsfragebogens werden über das Questionnaire Objekt angefordert und anschließend der Start View übergeben.
2. createplayer: Ein neues Player-Objekt wird angelegt und mit Daten aus der Response der Start View befüllt und gespeichert. Anschließend wird für jede Frage ein Antwortobjekt erzeugt, dem die Antwort aus der Response zugeordnet wird. Vor dem Abspeichern wird mit jeder Antwort noch das zugehörige Player-Objekt verknüpft. Sind alle Fragen beantwortet, übergibt die Funktion das Player-Objekt an die Game View.
3. writedata: Ein neues Levelobjekt wird erzeugt, gespeichert und mit Spielinformationen befüllt, die das Spiel über einen AJAX Request abgesendet hat.

4. midquestions: Der Fragebogen für den mittleren Test wird aus der Datenbank geladen und an die Midquestions View übergeben.
5. midquestionsdone: Analog zum Eingangsfragebogen werden die Antworten verarbeitet und abgespeichert.
6. endquestions: Der Fragebogen für den Endtest wird aus der Datenbank geladen und der Endquestions View übergeben.
7. endquestionsdone: Die Antworten des Spieler werden verarbeitet und über die Modellklassen in der Datenbank gespeichert. Zum Abschluss wird Thanks View zurückgegeben.

Der Admin-Controller umfasst folgende Funktionen:

1. start: Es wird die Startseite für das Administrationsinterface erzeugt. Dieses gibt die Auswahl zwischen der Verwaltung der Fragebogen und der Sichtung der Ergebnisse.
2. showquestions: Alle vorhandenen Fragen werden aus der Datenbank geladen und an die Questions View übergeben.
3. changequestions: Es wird durch alle Felder der Fragen gelaufen und alle Änderungen an Fragen werden gespeichert. Abschließend werden die bearbeiteten Fragen wieder dem Questions View übergeben.
4. newquestion: Eine neue Frage wird aus den Formulardaten des Question Views erzeugt und abgespeichert.
5. results: Alle Antworten werden aus der Datenbank geladen und der Results View übergeben.

#### A.2.4. Modelle

Analog zum Datenmodell existiert aufgrund des objektrelationalen Ansatzes für jede Tabelle eine Modellklasse.

1. Player: Der Spieler besitzt ein Geschlecht, ein Alter und einen Typ. Der Typ ist für die spätere Unterscheidung der Spielvarianten nötig.
2. Level: Der Level enthält für jede Spielwelt die aktuellen Metainformationen, bestehend aus der Aufgabenzeit, den Fehlern, den Treffern, dem Spielweltnamen und einem Spieler.

## A. CODE DOKUMENTATION

3. Questionnaire: Der Questionnaire besitzt einen Namen und dient zur Kategorisierung der Questions. Jeder Questionnaire hat daher über eine Methode Zugriff auf definierte Questions.
4. Question: Jede Question besteht aus einem Fragentext und dem zugehörigen Questionnaire.
5. Answer: Die Answer besteht aus einem Antworttext, einem zugehörigen Spieler und einer zugehörigen Frage.

### A.2.5. Datenbank

Für die persistente Speicherung der Daten wird eine objektrelationale Abbildung zwischen einer relationalen Datenbank und den objektorientierten Modellklassen gewählt. Das Datenmodell ist in Abbildung 3.16 zu sehen und entspricht weitestgehend den Objektklassen der Modelle. Unterschieden wird nur durch weitere Zusatzinformationen, wie beispielsweise Zeitstempel und Identifikationsnummern.

### A.2.6. Interaktionsmodell

Der gesamte Ablauf der Interaktion zwischen Klient, Server und Spiel wird in Abbildung A.2 dargestellt.

## A.2. CODE DOKUMENTATION DES SERVERS

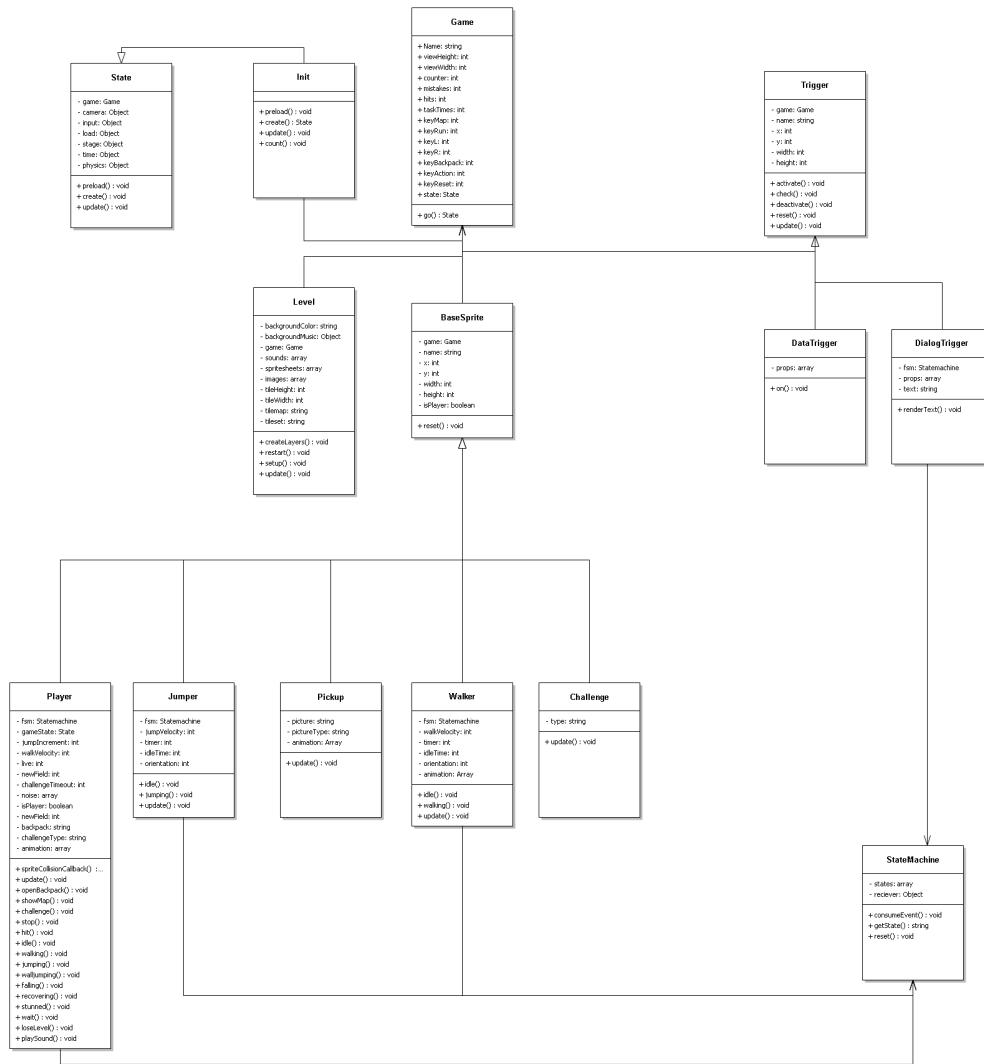


Abbildung A.1.: Klassendiagramm der Spielobjekte

## A. CODE DOKUMENTATION

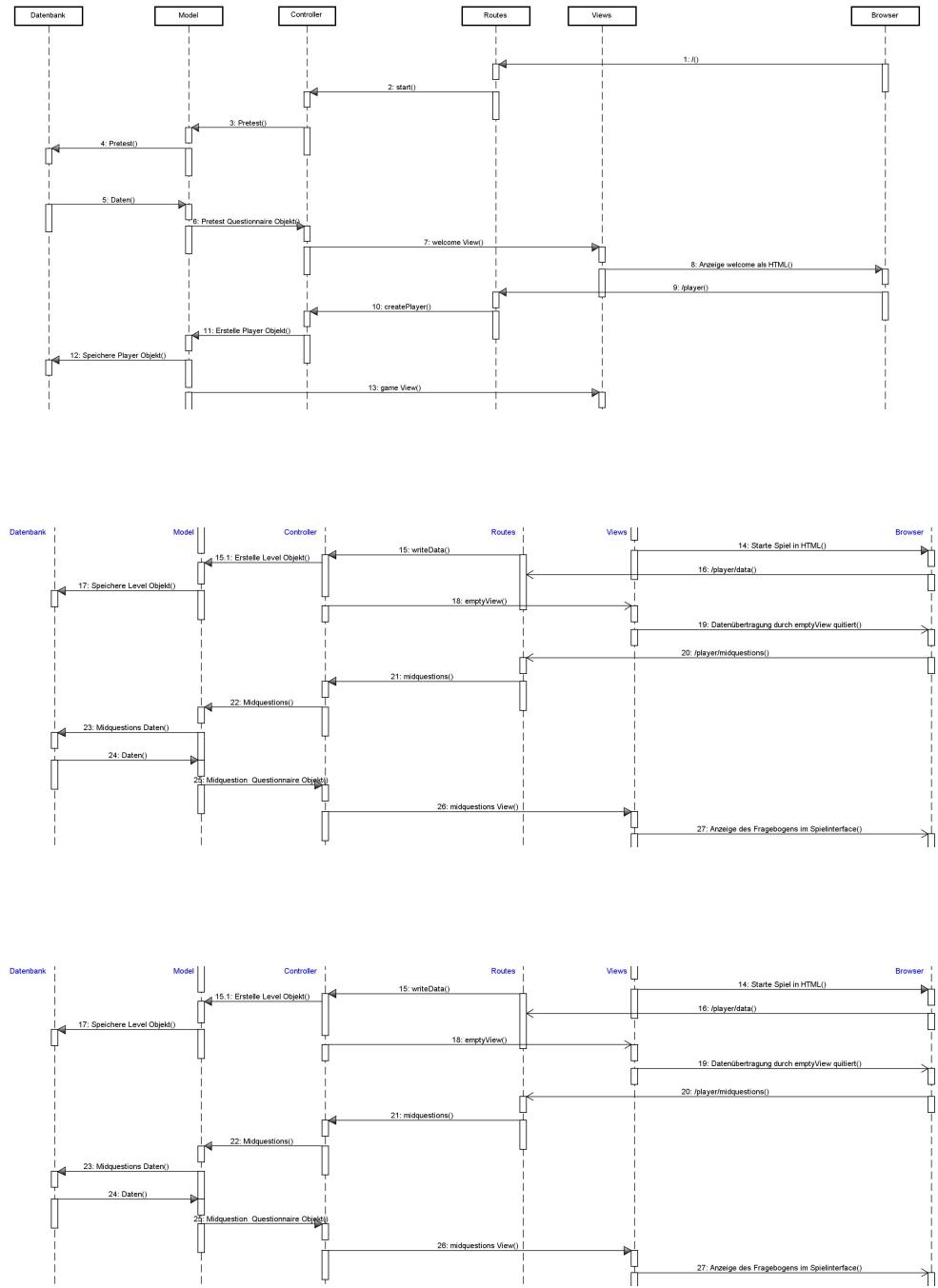


Abbildung A.2.: Kommunikationsmodell des Servers mit den Klienten

# Abbildungsverzeichnis

2.1. Das Grundmodell der Motivationspsychologie (nach Rheinberg, [48]) . . . . .	7
3.1. Konzeptzeichnung der Fusion von Zuordnungsaufgaben, mit dem Spielformat eines Platformers . . . . .	20
3.2. Worst case des Spielablaufs im kritischen Pfad . . . . .	23
3.3. Konzeptzeichnung zum formativen Feedback während der Spieler eine Plattform wechselt . . . . .	24
3.4. Konzeptzeichnung zur Interaktion von Spielwelt und Spielfigur . . . . .	26
3.5. Konzeptzeichnung von Sprungaktionen der Spielfigur . . . . .	27
3.6. Konzeptzeichnung der Spielfeldkarte . . . . .	28
3.7. Konzeptzeichnung zur Interaktion mit dem Gegenspieler <i>Springer</i> . . . . .	29
3.8. Konzeptzeichnung zur Interaktion mit dem Gegenspieler <i>Läufer</i> . . . . .	30
3.9. Digitaler Mockup der ausklappbaren Informationsbox der Benutzeroberfläche . . . . .	30
3.10. Darstellung des Farbschemas der Benutzeroberfläche . . . . .	31
3.11. Darstellung der Relationen der Spielobjekte . . . . .	32
3.12. Darstellung der Spielvariante mit neutralem Zeitdruck als Mockup . . . . .	33
3.13. Darstellung der Spielvariante mit positivem Zeitdruck als Mockup . . . . .	34
3.14. Darstellung der Spielvariante mit negativem Zeitdruck als Mockup . . . . .	35
3.15. Darstellung des Untersuchungsdesigns . . . . .	38
3.16. Darstellung des Datenmodellkonzepts des Servers . . . . .	42
4.1. Schema der Spielwelterstellung aus einer festgelegten Anzahl an Kachelbildern . . . . .	46
4.2. Darstellung der Animationssequenz eines Spielobjekts . . . . .	46
4.3. Exemplarischer Screenshot des Bewertungsprototypen in MelonJS . . . . .	47
4.4. Darstellung des vereinfachten Klassendiagramms der Spielobjekte . . . . .	49
4.5. Darstellung der Quelldatei, der Spielfeldkacheln . . . . .	50
4.6. Darstellung des Schichtenaufbaus der Spielwelten . . . . .	51
4.7. Darstellung der Umwandlung einer Fotografie in eine Spielgrafik der Spielfigur . . . . .	52
4.8. Darstellung des Spielobjekts Amulett im Spiel und als Animationssequenz	53

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

4.9. Darstellung des Spielobjekts Spielfeldkarte . . . . .	53
4.10. Darstellung der möglichen Aktionen an den Spielweltübergängen . . . . .	54
4.11. Darstellung eines Gegenspielers in der Variante Springer . . . . .	54
4.12. Darstellung der Evolution der Spielfeldkacheln . . . . .	58
4.13. Darstellung der Evolution der Spielfiguranimation . . . . .	59
4.14. Darstellung des schlauchartigen Leveldesigns früher Entwürfe . . . . .	59
4.15. Darstellung des zweiten Evolutionsschritts des Leveldesigns . . . . .	60
4.16. Darstellung des finalen quadratischen Leveldesigns . . . . .	61
4.17. Darstellung der Struktur des Laravel Frameworks . . . . .	62
5.1. Verteilung der Stichprobe nach Semester . . . . .	69
5.2. Verteilung der Stichprobe nach Vorwissen zum Lerngegenstand . . . . .	70
5.3. Verteilung der Stichprobe nach Computerspielerfahrung . . . . .	71
A.1. Klassendiagramm der Spielobjekte . . . . .	91
A.2. Kommunikationsmodell des Servers mit den Klienten . . . . .	92

# **Tabellenverzeichnis**

2.1. Vergleich des ARCS Modells und Common Game Elements (nach Gunter, [20]) . . . . .	10
5.1. Vergleich der Mittelwerte der erfassten Motivation . . . . .	70
5.2. Cronbachs $\alpha$ der Fragebögen zur Motivation . . . . .	72
5.3. Mittelwerte der Fehler . . . . .	72
5.4. Mittelwerte der Treffer . . . . .	73
5.5. Mittelwerte des Spielerfolgs . . . . .	73
5.6. Mittelwerte der Endtestwertung . . . . .	74



# Literaturverzeichnis

- [1] ADAMS, Ernst: *Fundamentals of Game Design*. New Riders, 2014
- [2] ALDRICH, Clark: *The Complete Guide to Simulations and Serious Games: How the Most Valuable Content Will Be Created in the Age Beyond Gutenberg to Google*. Pfeiffer & Company, 2009
- [3] ATKINSON, John W.: Motivational determinants of risk-taking behavior. In: *Psychological Review* 64 (1957), Nr. 6, S. 359–372
- [4] BRANDSTÄTTER, Veronika ; OTTO, Jürgen H: *Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Motivation und Emotion*. Hogrefe Verlag, 2009
- [5] BREUER, Johannes: Spielend lernen? Eine Bestandsaufnahme zum (Digital) Game-Based Learning / Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen. 2010. – Forschungsbericht
- [6] BYRON REEVES, J. Leighton R.: *Total Engagement: How Games and Virtual Worlds Are Changing the Way People Work and Businesses Compete*. Harvard Business Press, 2013. – 12 S.
- [7] CLARK, Abt C.: *Serious Games*. Viking Press, 1970
- [8] CLEOTILDE GONZALEZ, Christian L. Javier F. Lerch L. Javier F. Lerch: Instance-Based Learning in Dynamic Decision Making. In: *Cognitive Science* 27 27 (2003), S. 591–635
- [9] DALMAU, Daniel Sánchez-Crespo: *Core Techniques and Algorithms in Game Programming*. New Riders, 2004
- [10] DAVID RAWLINGS, Debbie C.: The Interaction of EPQ Extraversion with WAIS Subtest performance under timed and untimed conditions. In: *Personality and Individual Differences* 10 (1989), Nr. 4, S. 453–458
- [11] DENIZ ESERYEL, Dirk Ifenthaler Xun Ge Raymond M. Victor Law L. Victor Law: An Investigation of the Interrelationships between Motivation, Engagement, and Complex Problem Solving in Game-based Learning. In: *Educational Technology & Society* 17 (2014), Nr. 1, S. 42–53

## LITERATURVERZEICHNIS

- [12] DRISKELL, Johnston J. H. & Salas E. J. E. J. E.: Does stress training generalize to novel settings? In: *Human Factors* 43(1) (2001), S. 99–110
- [13] ECK, Richard V.: Game- Based LEARNING:It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless.... In: *EDUCAUSE review* 41 (2006), Nr. 2, S. 1–16
- [14] EDWARD L. DECI, Richard M. R.: *Intrinsic motivation and the process of learning: Beneficial effects of contextualization, personalization, and choice*. Springer, 1985
- [15] FALKO RHEINBERG, Bruce D. B. Regina Vollmeyer V. Regina Vollmeyer: FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktuller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. In: *Diagnostica* 47 (2001), Nr. 2, S. 57–66
- [16] FOWLER, Martin: *Patterns für Enterprise-Application-Architekturen*. mitp Verlags GmbH & Co. KG, 2003
- [17] GANUSHCHAK, & Schiller N. O. L. Y. Y. L. Y.: Speaking one's second language under time pressure: An ERP study on verbal self-monitoring in German-Dutch bilinguals. In: *Psychophysiology* 46 (2009), Nr. 10.1111/j.1469-8986.2008.00775.x, S. 410–419
- [18] GARDNER, D. G.: Task complexity effects on non-task-related movements: A test of activation theory. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 45 (1990), Nr. 10.1016/0749-5978(90)90012-X, S. 209–231
- [19] GEE, James P.: What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. In: *Computers in Entertainment (CIE) - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment* 1 (2003), Nr. 1, S. 20–20
- [20] GLENDA A. GUNTER, Erik H. V. Robert F. Kenny K. Robert F. Kenny: Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. In: *Education Tech Research Dev* 56 (2008), S. 511–537
- [21] GLENDA A GUNTER, Erik Henry V. Robert F. Kenny K. Robert F. Kenny: A Case for a Formal Design Paradigm for Serious Games. In: *The Journal of the International Digital Media and Arts Association* 3 (2006), Nr. 1, S. 1–19
- [22] GRÜNTJENS, Dominik: *Vergleich gamebasierter Motivationskonzepte hinsichtlich ihrer Einsetzbarkeit in der Schulungssoftware für eine Industrieanlage*, Universität Koblenz, Diplomarbeit, 2009
- [23] GUILLAUME DENIS, Pierre J.: Motivation-Driven Educational Game Design Applying Best Practices to Music Education. In: *ACE 05 Proceedings of the 2005*

*ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology* 1 (2005), S. 462–465

- [24] HARREVELD, Wagenmakers E-J. & van der Maas H. L. J. F.: The effects of time pressure on chess skill: An investigation into fast and slow processes underlying expert performance. In: *Psychological Research* 71 (2007), Nr. 10.1007/s00426-006-0076-0, S. 591–597
- [25] HEATHER CHANDLER, Rafael C.: *Fundamentals of Game Development*. Jones & Bartlett Learning, 2011
- [26] HEERS, R.: *Being There. Untersuchungen zum Wissenserwerb in virtuellen Umgebungen*. (Dissertation, Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften, Tübingen), 2005
- [27] HELMUT M. NIEGEMANN, Silvia Hessel Alexandra Hein Matthias Hupfer Annett Z. Steffi Domagk D. Steffi Domagk: *Kompendium multimediales Lernen*. Springer Science & Business Media, 2008
- [28] JOACHIM STIENSMEIER-PELSTER, Falko R.: *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept*. Hogrefe Verlag, 2002
- [29] JOHN Dempsey, Burke J.: The development of an ARCS gaming scale. In: *Journal of Instructional Psychology* 25 (1998), Nr. 4, S. 215–221
- [30] JOSEF WIEMEYER, Prof. D. m.: Gesundheit auf dem Spiel? – Serious Games in Prävention und Rehabilitation. In: *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 61 (2010), Nr. 11, S. 252–257
- [31] KELLER, John M.: Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. In: *Journal of Instructional Development* 10 (1987), Nr. 3, S. 2–10
- [32] KLAUS CHANTELAU, René B.: *Multimediale Client-Server-Systeme*. Springer Verlag, 2008
- [33] LIGGESMEYER, Peter: *Software-Qualität: Testen, Analysieren und Verifizieren von Software*. Springer Science & Business Media, 2009
- [34] MAHBOUBEH ASGARI, David K.: Motivation, Learning, and Game Design. In: *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* 1 (2009), Nr. 67, S. 1166–1182
- [35] MARCUS HASSELHORN, Andreas G.: *Pädagogische Psychologie: erfolgreiches Lernen und Lehren*. W. Kohlhammer Verlag, 2009. – S.103

## LITERATURVERZEICHNIS

- [36] METZGER, Wolfgang: *Gestalt-Psychologie. Ausgewählte Werke aus den Jahren 1950 bis 1982.* Kramer, 1999
- [37] MICHAEL, David R. ; CHEN, Sande: *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform.* Thomson Course Technology, 2006
- [38] MILLER, Christopher T.: *Games: Purpose and Potential in Education: Purpose and Potential in Education.* Springer, 2008. – S.87
- [39] MOSER, Christian: *User Experience Design.* Springer Verlag, 2012
- [40] MOTYKA, Marc: Persuasion und Wissenserwerb durch Serious Games im Politikunterricht. In: *Universitaet Kassel Reihe Studium und Forschung* 21 (2012), Nr. 1, S. 6–122
- [41] NICHOLAS C. ZAKAS, Joe F. Jeremy McPeak M. Jeremy McPeak: *Professional Ajax.* John Wiley & Sons, 2011
- [42] PAPASTERGIOU, Marina: Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. In: *Computers & Education* 52 (2009), S. 1–12
- [43] PAUL CAIRNS, Anna Coxm A. Imran N.: Immersion in Digital Games: Review of Gaming Experience Research. In: *Handbook of Digital Games* 1 (2014), Nr. 10.1002/9781118796443.ch12, S. 339–361
- [44] P.L. SMITH, T. J. R.: *Instructional Design.* John Wiley & Sons Inc., 2004
- [45] PLATSCHKOWSKI, Ralf: *DOES COLLABORATIVE GAMEPLAY ENHANCE LEARNING WITH AN EDUCATIONAL COMPUTER GAME?*, University of Twente Faculty of Social Sciences Educational Science, Diss., 2012
- [46] PRENSKY: Digital game-based learning. In: *ACM Computers in Entertainment* 1 (2003), Nr. 1, S. 1–4
- [47] PRENSKY, Marc: *Digital game-based learning.* Continuum-3pl, 2008
- [48] RHEINBERG, Falko: *Motivation 7. Aufl.* W. Kohlhammer Verlag, 2008
- [49] RHEINBERG, Prof. Dr. F.: *Motivationsdiagnostik.* Hogrefe, 2004
- [50] S. NARCISS, K. H.: Fostering achievement and motivation with bug-related tutoring feedback in a computer-based training for written subtraction. In: *Learning and Instruction* 16 (2006), Nr. 4, S. 310–322

## LITERATURVERZEICHNIS

- [51] STEPHEN S. KILLINGSWORTH, Douglas C.: Connecting Learning Goals and Component Cognitive Skills in Digital Games. In: *Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (2013), S. 2728–2733
- [52] THOMAS W. MALONE, Mark R. L.: Making Learning Fun: A Taxonomy of Intrinsic Motivation for Learning. In: *Aptitude, Learning and Instruction* 3 (1987), S. 223–253
- [53] TÖPFER, Sebastian: *Instanzenbasiertes Lernen: Der Einfluss von Zeitdruck und Persönlichkeitsmerkmalen beim Komplexen Problemlösen mit dem Water-Purification-Plant-Szenario*, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Diplomarbeit, 2004
- [54] VETTER, Max: *Objektmodellierung: Eine Einführung in Die Objektorientierte Analyse und das Objektorientierte Design*. Springer Verlag, 1998
- [55] VOSSEN, Gottfried: *Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme*. Oldenbourg Verlag, 2008
- [56] WOLF, Mark: *Encyclopedia of Video Games: The Culture, Technology, and Art of Gaming*. Greenwood Pub Group Inc, 2012
- [57] ZHONGGEN, Yu ; YU, Wei ; XIAOHUI, Fan ; WANG, Xiao: An Exploration of Computer Game-Based Instruction in the “World History” Class in Secondary Education: A Comparative Study in China. In: *PLoS ONE* 9 (2013), Nr. 5, S. 1–8



**Erklärung**

Ich, Tobias Pickel, Matrikelnummer 752898, erkläre, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den ..... .

Tobias Pickel