

Eberhard Karls Universität Tübingen  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik

## Bachelorarbeit Informatik

**Titel der Arbeit (der geht wohl in den  
meisten Fällen über mehr als eine Zeile)**

Marco Piechotta

23. Januar 2019

**Gutachter**

Name Gutachter

Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik  
Universität Tübingen

**Betreuer**

Heiko Holz

Adresse  
Universität Tübingen

**Piechotta, Marco:**

*Titel der Arbeit*

Bachelorarbeit Informatik

Eberhard Karls Universität Tübingen

Bearbeitungszeitraum: 1. Oktober 2018 — 31. Januar 2019

## **Zusammenfassung**

Das so genannte 'Serious Games' keine Neuheit mehr zur heutigen Zeit sind, lässt sich leicht herausfinden. Sie helfen uns neue Dinge leichter zu lernen als über langweilige Papieraufgaben, die keinerlei Spaß bereiten. Diese Spiele wurden bisher meist für andere Fächer als der Mathematik evaluiert. Es gibt zwar Belege dafür, dass man auch in der Mathematik ein solches Spiel erfolgreich anwenden kann um schneller Fortschritt bei Kindern zu erzielen, aber die Frage ist ob diese Spiele nicht nur einen schnelleren Fortschritt gewährleisten, sondern auch Spaß bereiten. Dieser Frage möchte Ich in dieser Arbeit auf den Grund gehen.

Über die Entwicklung eines eigenen Spiels, welches über das Prinzip der Partnerzahlen die Addition lehrt, möchten wir diese Frage beantworten. Für diesen Zweck verwenden wir über den Game Experience Questionnaire (GEQ), der für unsere Frage den passenden Nutzertest mit den nötigen Kategorien bereitstellt. Im Laufe der Arbeit entstanden zwei Versionen des Spiels mit unterschiedlichen Perspektiven. Über den GEQ konnten wir ebenfalls Tendenzen aufzeigen, welche dieser Versionen besser ist.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1	Partnerzahlen . . . . .	7
1.2	Serious Games . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Stand der Forschung</b>	<b>9</b>
2.1	Dyskalkulie . . . . .	9
2.2	Lernplattformen . . . . .	9
2.3	Veröffentlichte Lernspiele in Mathematik . . . . .	10
2.4	Fazit . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Herangehensweise</b>	<b>11</b>
3.1	Konzeptwahl des Spiels . . . . .	11
3.1.1	Erste Idee Math Smashers . . . . .	11
3.1.2	Weitere Ideenfindung . . . . .	11
3.2	Wahl des Spielkonzepts und Entwicklung des Spiels . . . . .	14
3.2.1	Verschiedene Spielversionen . . . . .	14
3.2.2	GridSpielfeld . . . . .	15
3.3	Aufbau und Funktionsweise des Spiels . . . . .	16
3.3.1	Aufbau des Spiels . . . . .	16
3.3.2	Funktionsweise des Spiels . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Evaluation</b>	<b>21</b>
4.1	Game Experience Questionnaire . . . . .	21
4.1.1	Core questionnaire . . . . .	21
4.1.2	Social Presence Module . . . . .	23
4.1.3	Post-Game Module . . . . .	23
4.2	Umsetzung des KidsGEQ . . . . .	23
4.3	Durchführung des Nutzertests . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Results</b>	<b>25</b>
5.1	Challenge . . . . .	25
5.2	Competence . . . . .	25
5.3	Flow . . . . .	27
5.4	Immersion . . . . .	27
5.5	Negative Effect . . . . .	27
5.6	Positive Effect . . . . .	28

5.7	Tension . . . . .	28
5.8	Schriftliche Fragen . . . . .	29
5.8.1	Welches Spiel hat dir mehr Spaß gemacht? . . . . .	29
5.8.2	Welches Spiel fandest du schwieriger? . . . . .	29
5.8.3	Hattest du Probleme dich im Spiel zurecht zu finden? . . . . .	29
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>31</b>
6.1	Challenge . . . . .	31
6.2	Competence . . . . .	31
6.3	Flow . . . . .	31
6.4	Immersion . . . . .	32
6.5	Negative Effect . . . . .	32
6.6	Positive Effect . . . . .	32
6.7	Tension . . . . .	33
6.8	Startpunktzahl . . . . .	33
6.9	Ausblick . . . . .	34
6.9.1	Ausblick in Spielerweiterungen . . . . .	34
6.9.2	Ausblick auf weitere Nutzertests . . . . .	34
6.10	Zusammenfassung . . . . .	35
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>37</b>



# 1 Einleitung

Kinder sitzen oftmals mehrere Stunden verzweifelt vor ihren Mathe-Hausaufgaben. Das alles um gelernten Stoff durch weitere Übungen zu festigen. Hat das Kind aber bereits nur noch das Spielen im Kopf entwickelt sich die Hausaufgabenzeit zu einer langwierigen Arbeitszeit mit mäßigem Fortschritt. Aber auch in der Schule selbst können in der heutigen Zeit der Digitalisierung bessere Lernerfolge erzielt werden, wenn man sich die Technik hierfür zunutze macht. Mit dieser Bachelorarbeit möchten wir untersuchen ob wir das Lernen der Addition in der Mathematik angenehmer für das Kind gestalten und womöglich auch bessere Lernerfolge herbeiführen können. Dies wird durch den Ansatz der 'Serious Games' versucht indem wir das Lernen mit dem Spielen kombinieren. Dabei versuchen wir das Konzept der Partnerzahlen in dieses Spiel einfließen zu lassen, wodurch bereits gute Lernerfolge in anderen Spielen erzielt wurde [3]. Wir entwickelten zwei Versionen dieses Spiels mit unterschiedlichen Perspektiven. Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden ob dieses Mathespiel Kindern im Grundschulalter Spaß bereitet und welche Perspektive auf das Spielgeschehen sie besser finden.

## 1.1 Partnerzahlen

Die Partnerzahlen, oder auch verliebte Zahlen genannt, sind in der Mathematik ein beliebtes Mittel um die Addition zu lernen. Dabei wird dies oft im 10-er Zahlenraum angewendet um zwei Zahlen zu finden, die zusammen addiert 10 ergeben ( zum Beispiel  $4 + 6 = 10$ ). In dieser Arbeit weiten wir den Bereich aus und suchen zu einer zufälligen Zahl zunächst im Zahlenraum vom 3 bis 20 die mögliche Partnerzahlen. Die untere Schranke ist damit begründet, da hier nur wenig Variationen bestehen um diese Zahlen zu erreichen. Mit diesem Konzept erhoffen wir uns zum einen ein anspruchsvolleres, erweiterbares Mathespiel entwickelt zu haben, aber auch einen Interessanten Aufgabenbereich gewählt zu haben, der den Kindern es leichter macht die Addition zu verstehen und Spaß an dem Spiel zu haben.

## 1.2 Serious Games

Für das Spiel verwenden wir den Ansatz eines 'Serious Games', aber was sind 'Serious Games' eigentlich? Für diese Art von Spiel gibt es zur heutigen Zeit noch weitere Bezeichnungen, wie 'Educational Game', 'Game-Based-Learning' oder 'Edutainment'. Dabei ist es schwierig zu sagen ob alle Begriffe die gleichen Spiele kategorisieren. Eine mögliche Kategorisierung

## 1 Einleitung

orientiert sich am Verhältnis von didaktischen zu spielerischen Elementen [4]. Dabei sind 'Serious Games' stark didaktisch ausgeprägt, während Edutainment sich stärker an unterhaltende spielerische Elemente orientiert. Es gibt aber auch Definitionen, die allen Begriffen die gleiche Bedeutung zuordnen. Wie 2013 von Hawlitschek[1] (p.23)

*... digitale Lernspiele sind Computerspiele,*

- *die explizit und systematisch in Hinblick auf ein bestimmtes Lernziel und für den Einsatz in einem pädagogischen Kontext konzipiert wurden.*
- *die ein positives Spielerlebnis beim Spieler auslösen.*
- *deren Effektivität bei der Vermittlung der Lerninhalte nachgewiesen werden konnte.*

In dieser Arbeit möchten wir ein solches digitales Lernspiel nach dieser Definition implementieren und vor allem den zweiten Punkt, des positiven Spielerlebnisses, untersuchen.

In den Folgenden Kapiteln möchte Ich aktuelle Erkenntnisse der Forschung präsentieren sowie Aufbau und Evaluation des entwickelten Spieles.



## 2 Stand der Forschung

Mathematik spielerisch zu erlernen ist bereits ein weit erforschtes Thema. Bereits 1992 gab es Forschungen in denen belegt wurde, dass Spiele einen positiven Einfluss auf den Lernfortschritt haben können [?]. Motivation in diesem Bereich zu forschen gibt es genügend, denn mit Themen wie das Verbesserungspotential der Lehre an Schulen [?] oder dem Forschen im Bereich der Dyskalkulie [?] sind noch große Themenbereiche offen in denen 'Serious Games' eine große Rolle spielen können.

### 2.1 Dyskalkulie

Unter Dyskalkulie versteht man eine Rechenschwäche, die bei etwa 3% bis 8% der Kinder und Jugendlichen diagnostiziert wird [?]. Eine Definition der World Health Organization ist unter der Ziffer F81.2 definiert:

*Diese Störung bezeichnet eine Beeinträchtigung von Rechenfertigkeiten, die nicht allein durch eine allgemeine Intelligenzminderung oder eine unangemessene Beschulung erklärbar ist. Das Defizit betrifft vor allem die Beherrschung grundlegender Rechenfertigkeiten wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, weniger die höheren Fertigkeiten, die für Algebra, Trigonometrie, Geometrie oder Differential- und Integralrechnung benötigt werden*

Die Symptome dabei sind häufig das Rechnen mit den Fingern in höheren Klassenstufen. Die Besonderheit der Dyskalkulie ist, dass bei Betroffenen oftmals ein fehlendes kardinales Verständnis vorliegt[?], sie besitzen also kein Verständnis für Teil-Ganzes Beziehungen. Um dieses Verständnis zu lernen können 'Serious Games' verwendet werden[?] und bieten damit eine mögliche Behandlungsmethode für Dyskalkulie.

### 2.2 Lernplattformen

Auch über Lernplattformen werden bereits Fortschritte in Bildung erzielt und damit die Lerneffektivität gesteigert. Lernplattformen sind dabei ein Paket aus Tools, die es dem Lehrenden ermöglichen Fortschritte des Lernenden zu messen und wenn nötig Hilfestellungen zu geben. Aber auch Tools wie Foren oder Chats bereit stellt um den Lernenden auch Kommunikation untereinander und Bildung von Lerngruppen zu ermöglichen. Um diese Lernfortschritte zu

erreichen stellt eine Lernplattform auch gleichzeitig Instrumente bereit um Fortschritte erzielen zu können. So wurde bereits das Prinzip der Partnerzahlen mit positiven Effekten in 'Serious Games' eingebaut getestet [2].

### 2.3 Veröffentlichte Lernspiele in Mathematik

Lernspiele sind aber nicht nur über Lernplattformen verwendbar. Viele Lernspiele gibt es auch als vollwertige Computerspiele oder als Apps in App Stores. Beispielsweise wurde 2002 das Lernspiel *Addy* für den Computer veröffentlicht, welches viele der Schulfächer, unter anderem auch Mathe, behandelt. Aber auch neuere Spiele wie *MathSmashers*, auf das sich in dieser Arbeit bezogen wird, oder *The Counting Kingdom* sind Lernspiele, die es im App Store gibt.

### 2.4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich sehen, dass Serious Games immer mehr ein wichtiger Teil der Bildung werden, wenn sich Systeme wie Lernplattformen bei Schulen durchsetzen. Aus diesem Grund ist es wichtig zu ermitteln ob diese Spiele einen Mehrwert im lernen haben und ebenso Spaß bereiten wie Spiele bei denen nicht das Lernen im Vordergrund steht.

## 3 Herangehensweise

In diesem Kapitel wird der Weg von der Konzipierung mehrerer Konzepte für das Lernspiel bis zur Implementierung des Spiels behandelt.

### 3.1 Konzeptwahl des Spiels

#### 3.1.1 Erste Idee Math Smashers

Die erste Idee ein Lernspiel zu entwickeln, welches Grundschüler unterstützt die Addition über das Konzept der Partnerzahlen zu lernen war das bereits vorhandene Spiel *Math Smashers*. In *Math Smashers* fliegen Bälle mit Zahlen herum. Als Spieler kann man eine Art Seil zwischen 2 Kugeln anbringen. Dieses Seil zieht sich zusammen um die Kugeln zu einer zusammen zu fassen. Dabei werden beide Zahlen addiert. Ziel ist es alle Bälle so zu addieren, damit man die gesuchte Zahl heraus bekommt. Dabei kann es vorkommen mehrmals die gesuchte Zahl zu bekommen.

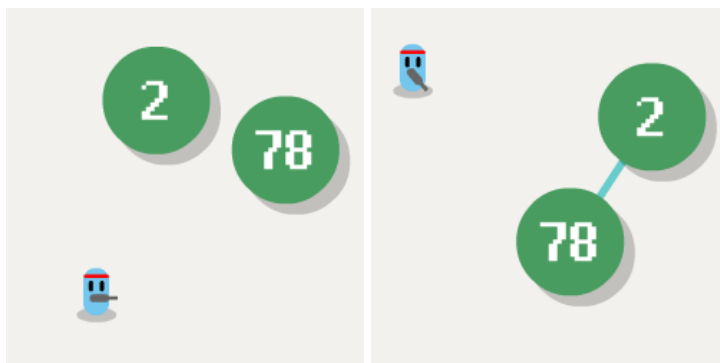


Abbildung 3.1: MathSmashers links 2 nicht verbundene Zahlen. Rechts beide Zahlen verbunden

#### 3.1.2 Weitere Ideenfindung

Zunächst wurden weitere Ideen erarbeitet, wie das Konzept der Partnerzahlen noch in einem Spiel untergebracht werden kann. Dabei entstanden die folgenden 4 Ideen.

#### Kombination mit The Legend of Zelda

Diese Idee war als Anlehnung an das Spiel *The Legend of Zelda* gedacht. Kombiniert wurde es mit dem bereits beschriebenen *Math Smashers*. In diesem Fall hat man statt Bällen die aus *The Legend of Zelda: Majoras Mask* bekannten Schleimgegner allerdings mit Zahlen darin. Ziel ist es auch hier 2 Zahlen zu einer gesuchten zu addieren, indem man Schleimgegner mit den passenden Partnerzahlen besiegt und die im Schleim liegenden Zahlen addiert.

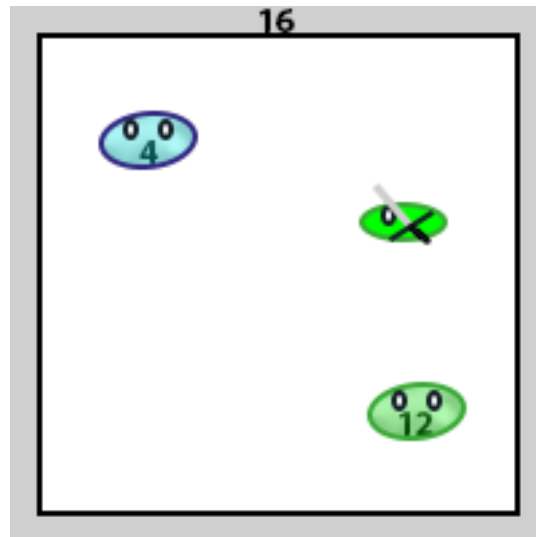


Abbildung 3.2: Skizze der Legend of Zelda Idee

#### MathSnake

Für diese Idee wurde das Addieren von Partnerzahlen zu einer gesuchten Zahl auf Snake übertragen. In diesem Snake gibt es Zahlenäpfel. Frisst die Schlange einen dieser Äpfel hat sie einen Teil der Partnerzahl gefressen und zur Addition hinzugefügt. Frisst sie den nächsten Apfel werden beide Zahlen addiert. Natürlich wird die Schlange pro Apfel länger und schneller.

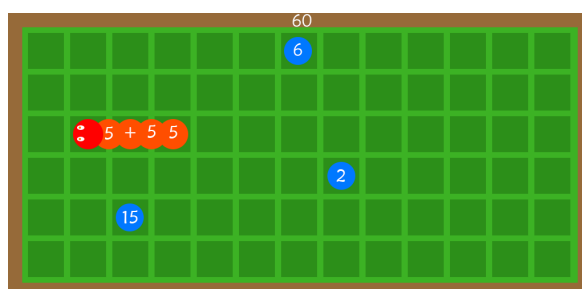


Abbildung 3.3: Skizze des MathSnake Spiels

## Murmeladdierer

Diese Idee überträgt das Vorhaben auf ein altes Murmelspiel. Es gibt mehrere Löcher - mit Zahlen beschriftet - in die man Kugeln hinein bewegen muss. Die Bewegung der Kugeln wird erzielt durch das Kippen der Fläche in eine bestimmte Richtung. Wie in jedem Ansatz wird hier eine gesuchte Zahl bereit gestellt. Da zwei Kugeln gleichzeitig auf dem Feld zu bewegen sehr schwer sein könnte, kann man das ganze auch sequenziell mit jeweils einer Kugel spielen.

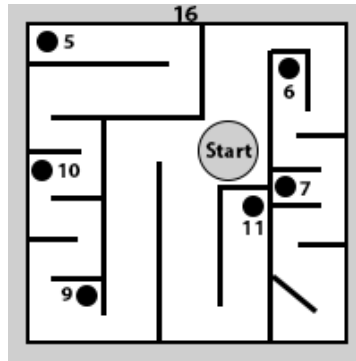


Abbildung 3.4: Skizze des Murmeladdierer Spiels

## Zahlenbausteine

Auch für diese Idee ist es wieder nötig Zahlen zu einer gesuchten Zahl zu addieren. Hier sind die Zahlen in Form von Ziegelsteinen gegeben und man hat ein Gebäude, welches mehrere dieser Ziegelsteine benötigt. Diese sind mit den gesuchten Zahlen beschriftet. Der Spieler muss sich dann zwei Steine auf dem Spielfeld suchen und diese aufeinander legen um sie zum gesuchten Ziegelstein zu addieren. Dieser muss dann vom Spieler an die richtige Position im Bauwerk gebracht werden.

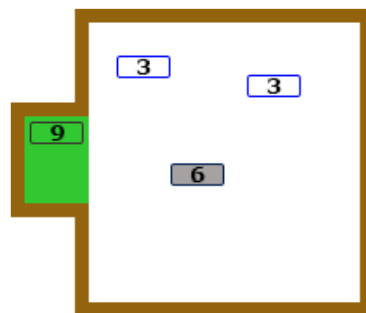


Abbildung 3.5: Skizze des Zahlenbaustein Spiels

## 3.2 Wahl des Spielkonzepts und Entwicklung des Spiels

Letzten Endes wurde die MathSnake Variante umgesetzt, da sie einem klassischen Spiel einen neuen Reiz verleiht. Die Kombination mit The Legend of Zelda würde dies ebenfalls erfüllen, allerdings würde eine Umsetzung hier erheblich mehr Zeit in Anspruch nehmen, die dann für die Evaluation gefehlt hätte. Außerdem bietet die MathSnake Variante mehr Möglichkeiten das Spiel herausfordernder zu gestalten. Zum Beispiel durch Anstieg der Bewegungsgeschwindigkeit nach dem essen eines Apfels und die Längenzunahme der Schlange. Aber auch durch weitere Features, wie dem verfaulen der Äpfel über Zeit, lässt sich das Spiel schwieriger gestalten. Diese Aspekte waren ausschlaggebend um sich für die Snake Variante zu entscheiden. MathSnake wurde in der Entwicklungsumgebung von Unity umgesetzt. Als Zielplattform wurde Android gewählt um das Spiel auf einem Tablet spielen zu können. Um den Fokus in der Entwicklung mehr auf die Spielmechaniken zu legen wurde ein Asset-Pack aus dem Unity Asset Store verwendet. Durch dieses gab es bereits Grafiken für die Schlange und Gestaltungsdetails für die Umgebung. Die Umgebung selbst wurde in Blender modelliert und in Unity mit den gegebenen Details geschmückt.

### 3.2.1 Verschiedene Spielversionen

Im Zuge dieser Bachelorarbeit wurden 2 verschiedene Varianten umgesetzt und evaluiert. Zur Auswahl standen folgende Versionen mit deren erwarteten Vor- und Nachteilen.

#### 3D Snake mit Third-Person-Perspektive

Vorteile	Nachteile
modern	wenig Übersicht über das Spielfeld, welche Zahl wo liegen ist nicht gegeben
mehr das Gefühl als Spieler die Schlange zu sein.	
Spielfeld kann abwechslungsreich über mehrere Ebenen gestaltet werden	
Übersicht auf welcher Ebene man sich befindet ist sehr gut	
wenig Übersicht kommt dem Such-character allerdings zugute.	

Tabelle 3.1: Tabelle: 3D + ThirdPerson

### 3.2 Wahl des Spielkonzepts und Entwicklung des Spiels

Vorteile	Nachteile
modern	Schlechte Übersicht darüber auf welcher Ebene man sich bewegt
mehrere Spielfeldebene möglich	
Gute Übersicht wo welche Zahl liegt	

Tabelle 3.2: Tabelle: 3D + TopDown

#### 3D Snake mit TopDown-Perspektive

#### 2D Snake mit TopDown-Perspektive

Vorteile	Nachteile
einfache Umsetzung	nichts neues
Grafisch nicht so aufwändig	weniger Möglichkeiten den Spieler über Level-Elemente herauszufordern
Gute Übersicht wo welche Zahl liegt	

Tabelle 3.3: Tabelle: 2D + TopDown

#### 3.2.2 GridSpielfeld

Weiterhin stand zur Auswahl ob das SnakeSpiel mit einem Grid-Spielfeld oder ohne erstellt werden soll. Mit einem Grid-Spielfeld ist gemeint, dass das Spielfeld in einzelne kleinere Felder aufgeteilt ist auf denen sich die Schlange bewegen kann und pro 'Zug' jeweils ein Feld weiter rückt und dieses komplett ausfüllt.

#### Snake mit Grid

#### Snake ohne Grid

Entschieden wurde sich dann für die beiden 3D Varianten ohne Grid, da das Ziel war beide Versionen vergleichen zu können um zu ermitteln, welche Version bei Spielern besser ankommt. Außerdem konnten wir so für beide Versionen die gleichen Grafiken verwenden. So blieb der Fokus auf der unterschiedlichen Perspektive auf das Spielgeschehen. Ebenfalls wurde sich gegen ein Grid, also eine Einteilung in mehrere Felder, auf denen sich die Schlange bewegt, entschieden um eine modernere Steuerung für Snake umzusetzen.

Vorteile	Nachteile
einfache Steuerung	weniger Freiheiten für den Spieler sich zu bewegen
einfach um neue Objekte in die Spielwelt zu legen	weniger Freiheiten im Leveldesign
Objekte können nicht ineinander liegen	

Tabelle 3.4: Tabelle: Snake mit Grid

Vorteile	Nachteile
moderne Steuerung	Objekte können ineinander liegen
Spieler kann sich in mehr als 4 Richtungen bewegen	Aufwändiger in der Umsetzung
Leveldesign kann durch verschiedene Formen unterstützt werden	

Tabelle 3.5: Tabelle: Snake ohne Grid

## 3.3 Aufbau und Funktionsweise des Spiels

### 3.3.1 Aufbau des Spiels

#### Menüführung

Der Aufbau des Spiels ist sehr einfach gehalten. Der Spieler beginnt das Spiel im Hauptmenü, welches in Abbildung 3.6, in Form eines Ablaufplans, dargestellt wird. In diesem kann er sich für eine Spielversion entscheiden, die Highscore Tabelle begutachten oder das Spiel beenden. Startet er eine der beiden Spielversionen beginnt direkt das Spiel.

#### Spielfeldaufbau

Der Spieler sieht am oberen Bildschirmrand die gesuchte Zahl gefolgt von einem '='. Auf dieses folgen dann alle gefressenen Zahlen mit einem '+' verbunden. Dies stellt die Gleichung dar, die erfüllt sein muss um die Aufgabe zu bestehen. Links neben der gesuchten Zahl findet der Spieler auch seinen aktuellen Score. Dieser nimmt bei einer falschen Zahl ab und bei einer richtigen Zahl zu. Der Spieler kann die Schlange über zwei Pfeiltasten steuern. Diese zwei Tasten geben die Richtung an in die sich die Schlange bewegen soll. Der Spieler kann sie über





Abbildung 3.6: Hauptmenü von MathSnake

diese Tasten also nach rechts oder links bewegen. Die einzelnen Felder werden auch nochmals in der Abbildung 3.7 verdeutlicht.

## Highscore

Das Spiel stellt auch eine simple Highscore Liste bereit um weiteren Anreiz zu schaffen. Dieser wurde allerdings für den Nutzertest deaktiviert, da die Nutzer sich voll auf die Bewertung des Spiels an sich konzentrieren sollten und der Highscore nicht Teil der Forschungsfragen war. Ist der Highscore aktiviert, wird einem nach dem Ende einer Spielrunde eine Nachricht angezeigt ob man genügend Punkte gesammelt hat um sich in der Highscore Liste eintragen zu können. Dies geschieht dann über ein Textfeld in dessen man Name eingeben soll, wie in Abbildung 3.8 zu sehen ist. Im Hauptmenü kann dann, wie in Abbildung 3.6 zu erkennen ist, die aktuelle Highscore-Tabelle angezeigt werden. Diese ist so aufgebaut, dass Platz 1 mit der höchsten Punktzahl oben steht. Gibt es Spieler mit der gleichen Punktzahl schlägt ein neueres Ergebnis ein älteres. In Abbildung 3.9 ist eine Beispielhafte Ansicht der Highscore-Tabelle abgebildet.

### 3.3.2 Funktionsweise des Spiels

Das entwickelte Spiel lässt sich nun entweder in der TopDown Ansicht oder in der ThirdPerson Ansicht spielen. Die Funktionsweise bleibt bei beiden identisch. Der Spieler steuert eine Schlange und kann diese mit zwei Pfeiltasten nach rechts oder links drehen um die Bewegungsrichtung zu verändern. Am oberen Bildschirmrand wird ihm eine gesuchte Zahl angezeigt sowie seine



Abbildung 3.7: Ansicht auf den Aufbau des Spiels

aktuelle Punktzahl. Hat er einen Apfel mit einer Zahl gefressen erscheint diese neben der gesuchten Zahl als Gleichung. Pro gegessenem Apfel wird die Schlange schneller und länger.

#### Levelsystem

Pro zu suchende Zahl gibt es ein Level. Um das Spiel auf Dauer herausfordernder zu gestalten, wurde ein kleines Levelsystem eingeführt. Dabei variiert der Zahlenraum je nachdem in welchem Levelbereich man ist. Im höchsten Bereich beginnen die Äpfel zu verfaulen. In der Tabelle 3.6 ist die implementierte Zuordnung zu entnehmen.

Level	Zahlenbereich	Eigenschaften
0-4	3-20	-
5-9	20-50	-
10-19	50-100	-
20-49	30-100	-
50+	30-100	Äpfel verfaulen mit der Zeit

Tabelle 3.6: Bedeutung der einzelnen Levelbereiche

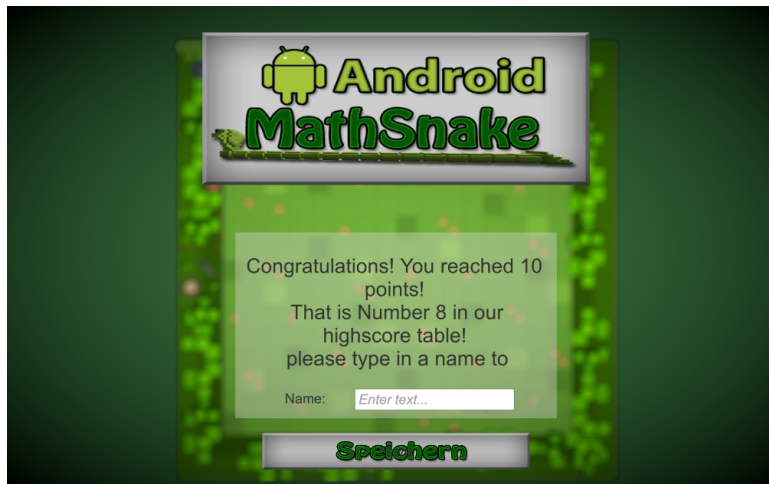


Abbildung 3.8: Erstellen eines neuen Highscore-Eintrags



Abbildung 3.9: Ansicht der Highscore-Tabelle

#### Ansicht auf das Spielgeschehen

Wie bereits beschrieben wurde für das Spiel jeweils eine Version mit TopDown Ansicht und eine Version mit ThirdPerson Ansicht implementiert. Während die erste Version das klassische Snake mit Ansicht aus der Vogelperspektive ist, ist die zweite Version ein modernerer Ansatz. Bei der ThirdPerson Ansicht positioniert man die Kamera direkt hinter dem Schlangenkopf. Das Spielprinzip an sich bleibt in beiden Versionen gleich.

### 3 Herangehensweise



Abbildung 3.10: ThirdPerson und TopDown Perspektiven

## 4 Evaluation

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht über den GEQ zwei Fragen zu beantworten. Zunächst sollte überprüft werden ob dieses Additionsspiel zur Unterstützung des Lernprozesses bei Addition über Partnerzahlen den Kindern Spaß bereitet. Außerdem sollte ermittelt werden welche der beiden implementierten Versionen besser bei den Kindern ankommt. Zur Beantwortung wurde der GEQ Fragebogen abgewandelt zur KidsGEQ Variante damit Grundschüler alle Fragen verstehen und beantworten können.

### 4.1 Game Experience Questionnaire

Der Game Experience Questionnaire wurde 2013 an der Universität für Technologie in Eindhoven definiert [?]. Beim normalen GEQ werden 3 Module eingebaut:

- Core questionnaire
- Social Presence Module
- Post-game Module

Diese Module werden direkt nach einer Spielrunde durchgegangen, dabei testen die ersten beiden Module wie der Spieler sich beim spielen gefühlt hat, während das Post-Game Module testet wie der Spieler sich nach dem beenden des spielens gefühlt hat.

#### 4.1.1 Core questionnaire

In diesem Teil werden dem Spieler Fragen aus den Kategorien Challenge, Competence, Flow, Immersion, Negative Effect, Positive Effect und Tension gestellt. Um eine gute Messung zu erzielen und Puffer zu haben um wenn nötig Fragen streichen zu können, sollte man 5 Fragen pro Kategorie verwenden. In der Auswertung sollte hier außerdem die Gewichtung der Fragen überprüft werden, da es sein kann das bei der Ausführung mit einer Frage Probleme auftreten können. Wenn sie zum Beispiel nicht verstanden wurde, kann es sein das man diese Frage aus der Auswertung entfernen muss.

### **Challenge**

Mit den Challenge Fragen wird beim GEQ der Schwierigkeitsgrad des Spiels ermittelt. Der Schwierigkeitsgrad des Spiels kann durch mehrere Faktoren beeinflusst werden. Zum einen kann die Aufgabe einfach schwer gewählt sein, aber auch durch die technische Umsetzung und dem Design kann der Schwierigkeitsgrad angehoben werden. Auf diesen Einfluss wird in der Diskussion noch weiter eingegangen.

### **Competence**

In der Competence Kategorie sollen Fragen beantwortet werden, die darauf abzielen ob das Spiel intuitiv ist. Das heißt der Spieler sollte zu jeder Zeit wissen, was seine Aufgabe ist und wie er der Erfüllung dieses Ziels näher kommt.

### **Flow**

Der Flow-Wert beschreibt wie stark das Spiel die Aufmerksamkeit des Spielers eingenommen hat und wie 'vertieft' er in das Spiel war.

### **Immersion**

In dieser Kategorie soll geprüft werden, wie die Ästhetik des Spiels ist. Dies betrifft sowohl ob das Spiel Visuell überzeugen konnte, als auch ob man durch das Spiel die Fantasie des Spielers anregen konnte.

### **Negative Effect**

Hier soll über Fragen ermittelt werden, ob das Spiel negative Einflüsse auf den Spieler hat. Diese Einflüsse können dazu führen, dass das Spiel dem Spieler keinen Spaß bereitet. Bei bestimmten Genres, wie Horrorspielen, können negative Einflüsse, wie Angst, allerdings auch gewollt sein. Im Fall von MathSnake sollten diese aber möglichst minimiert werden.

### **Positive Effect**

Unter dieser Kategorie versteht man Fragen, die ermitteln sollen ob das Spiel positive Einflüsse auf den Spieler hatte. Diese führen dazu, dass sich der Spieler durch das Spiel besser fühlt, da er zum Beispiel lachen musste.

### **Tension**

In dieser Kategorie zielen die Fragen auf die Gemütslage des Spielers ab. Hier können Erkenntnisse darüber gewonnen werden ob das Spiel noch zu unausgereift ist. Dies ist dann der Fall, wenn der Spieler sich über das Spiel mehrfach beschwert, da er weiß wie er sein Ziel erreichen kann, aber zum Beispiel die Steuerung ist zu sensibel oder verzögert.

### **Bestimmung der Kategoriewerte**

Um den Wert jeder Kategorie für einen Teilnehmer des Nutzertests zu bestimmen, werden die Antwortmöglichkeiten von 0 bis 4 gewichtet. Anschließend addiert man nach dieser Skala alle Werte der jeweiligen Kategorie auf und teilt ihn durch die Anzahl an Fragen.

### **4.1.2 Social Presence Module**

Das Social Presence Module wird benötigt um die psychologische und verhaltensbezogene Einbindung des Spielers ins Spielgeschehen zu messen. Dies geschieht entweder virtuell, durch In-Game Charakteren mit denen gesprochen werden kann so genannten NPC's, mediated, wenn das Spiel einen Online-Modus besitzt, oder co-located. Das Modul sollte nur dann eingesetzt werden, wenn mindestens eines dieser Einbindungen des Spielers vorhanden sind.

### **4.1.3 Post-Game Module**

Das Post-Game Module wird verwendet um zu prüfen wie sich die Spieler nach dem Ende der Spielphase fühlen. Dieses Modul ist besonders deswegen relevant, da man hier ermitteln kann ob der Spieler zum Beispiel freiwillig spielen möchte oder eigentlich keine Lust mehr auf das Spiel hat.

## **4.2 Umsetzung des KidsGEQ**

In der umgesetzten Version wurden pro Kategorie 3 Aussagen gewählt, die zunächst ins deutsche übersetzt wurden und anschließend in möglichst leicht für Kinder verständliche Sprache umformuliert. Diese 21 Aussagen sollen nun von den Kindern anhand einer Skala beantwortet werden. Diese Skala ist in 5 Kategorien aufgebaut: 'überhaupt nicht', 'ein wenig', 'mittel', 'ziemlich', 'sehr'. Die Frage an die Kinder ist wie stark sie der jeweiligen Aussage zustimmen. Der Grad der Zustimmung wird zusätzlich durch einen Farbcode hervorgehoben.

Außerdem wurde eine weitere Frage mit dieser Skala hinzugefügt um abzufragen wie gut die Kinder mit der Steuerung zurecht gekommen sind. Abschließend zu diesen 22 Ankreuzfragen

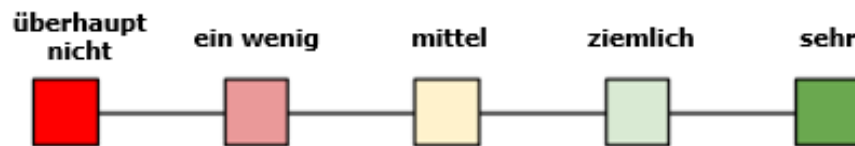


Abbildung 4.1: Farbskala der einzelnen Fragen

gab es noch 3 schriftliche Fragen um am Ende eine klare Antwort auf die Forschungsfragen zu forcieren.

### 4.3 Durchführung des Nutzertests

Der Nutzertest wurde in 2 Phasen durchgeführt. Zunächst durften die Kinder eine Version für 10 Minuten spielen. Anschließend gab es den ersten Fragebogen mit den 22 Fragen. Nach einer kurzen Pause von ca. 5 Minuten in denen sich mit etwas komplett anderem beschäftigt wurde, ging es zu den zweiten 10 Minuten spielen der anderen Version. Nach dieser Spielzeit wurde wieder der Fragebogen ausgefüllt mit den abschließenden 3 schriftlichen Fragen. Insgesamt ergab dies eine Versuchsdauer von ca. 30 Minuten pro Person.

Der Nutzertest wurde mit einer kleinen Anzahl an Kindern durchgeführt aufgrund dessen, dass in der Weihnachtszeit nur sehr schwer Testpersonen im Alter der Zielgruppe gefunden werden kann. Die Menge an Testpersonen umfasste 5 Grundschulkinder aus den ersten Klassenstufen. Diese kleine Menge lässt zwar keine statistischen Erhebungen zu, allerdings können wir darauf deskriptive Statistik anwenden.



## 5 Results

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Nutzertests präsentiert. Die Darstellung erfolgt nach den Kategorien, die durch den GEQ definiert wurden. Anhand von Boxplots werden die Ergebnisse der jeweiligen Kategorie von der ThirdPerson Ansicht und der TopDown Ansicht gegenüber gestellt. Zunächst wird ein Gesamtbild der beiden Perspektiven, für einen groben Überblick, gegenüber gestellt.

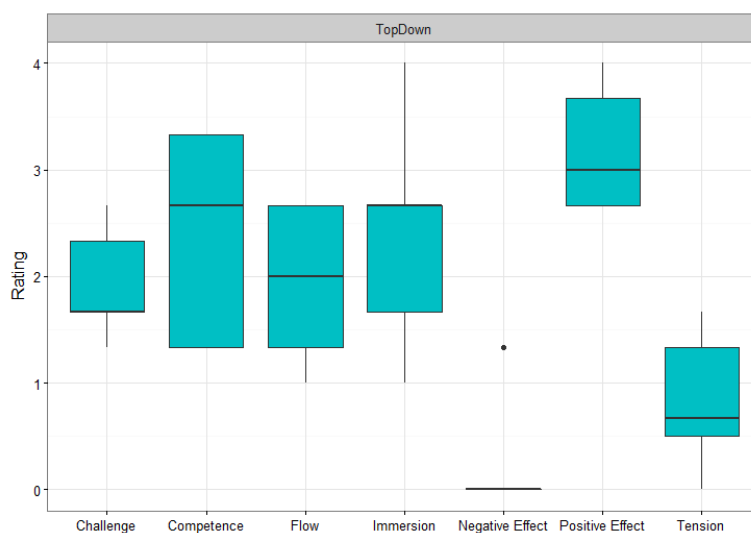


Abbildung 5.1: Boxplots der TopDown Perspektive

### 5.1 Challenge

Der Durchschnitt in der Challenge Kategorie beträgt für TopDown  $1.93\bar{3}$  ( $SD = 0.55$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $1.6$  ( $SD = 0.64$ )

### 5.2 Competence

Der Durchschnitt in der Competence Kategorie beträgt für TopDown  $2.4$  ( $SD = 1.01$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $3.1\bar{3}$  ( $SD = 0.61$ )

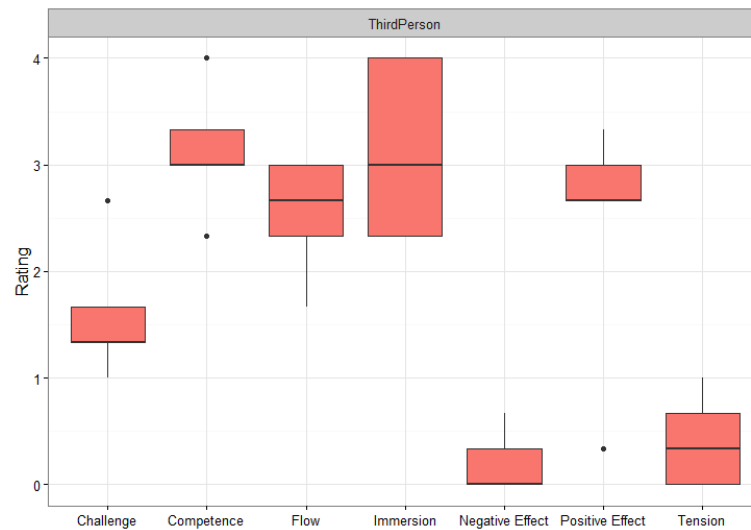


Abbildung 5.2: Boxplots der ThirdPerson Perspektive

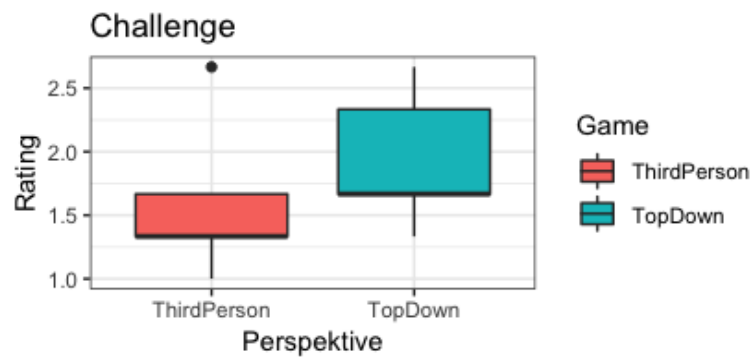


Abbildung 5.3: Boxplot der Kategorie Challenge

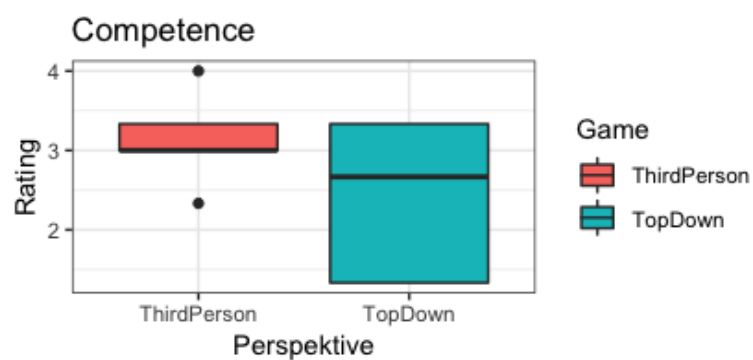


Abbildung 5.4: Boxplot der Kategorie Competence

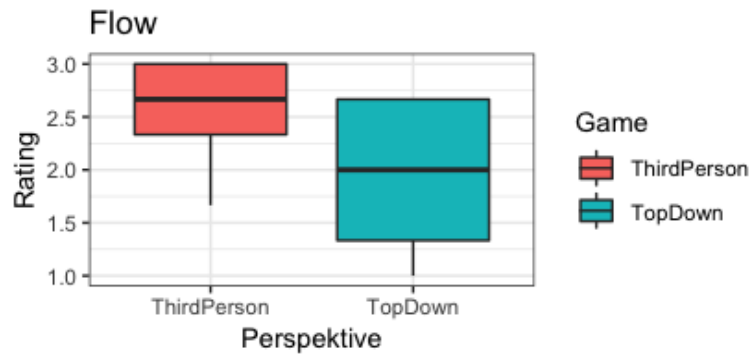


Abbildung 5.5: Boxplot der Kategorie Flow

## 5.3 Flow

Der Durchschnitt in der Flow Kategorie beträgt für TopDown  $1.9\bar{3}$  ( $SD = 0.76$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $2.5\bar{3}$  ( $SD = 0.56$ )

## 5.4 Immersion

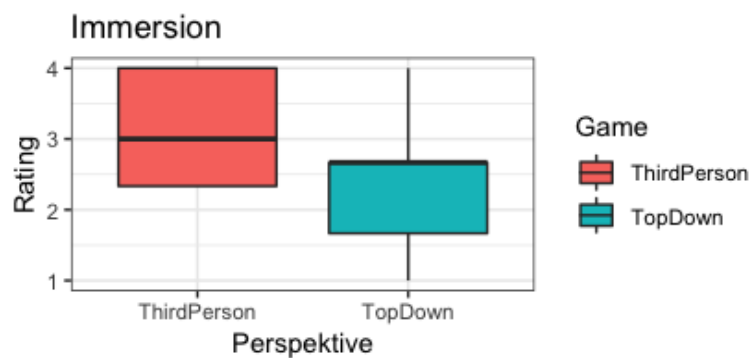


Abbildung 5.6: Boxplot der Kategorie Immersion

Der Durchschnitt in der Immersion Kategorie beträgt für TopDown  $2.4$  ( $SD = 1.14$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $3.1\bar{3}$  ( $SD = 0.84$ )

## 5.5 Negative Effect

Der Durchschnitt in der Negative Effect Kategorie beträgt für TopDown  $0.2\bar{6}$  ( $SD = 0.6$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $0.2$  ( $SD = 0.3$ )

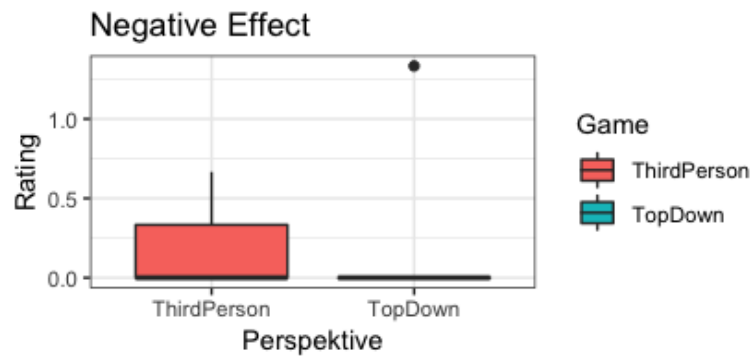


Abbildung 5.7: Boxplot der Kategorie Negative Effect

## 5.6 Positive Effect

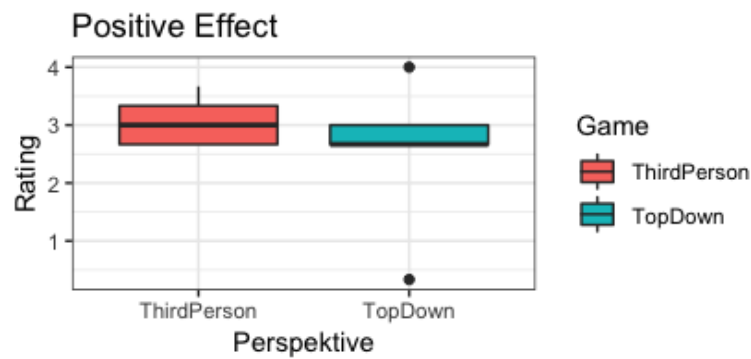


Abbildung 5.8: Boxplot der Kategorie Positive Effect

Der Durchschnitt in der Positive Effect Kategorie beträgt für TopDown  $2.5\bar{3}$  ( $SD = 1.35$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $3.0\bar{6}$  ( $SD = 0.43$ )

## 5.7 Tension

Der Durchschnitt in der Tension Kategorie beträgt für TopDown  $0.8\bar{3}$  ( $SD = 0.67$ ) und für die ThirdPerson-Variante  $0.4$  ( $SD = 0.43$ )

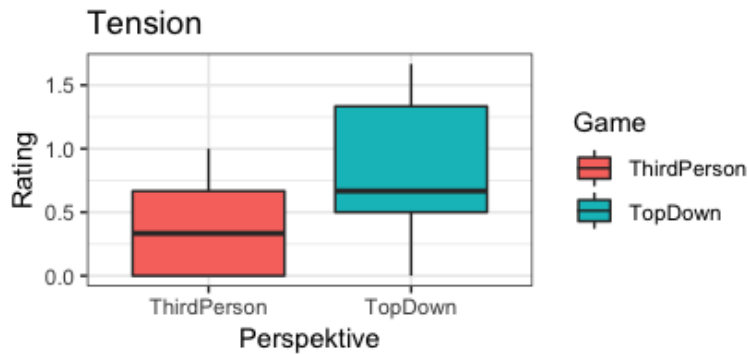


Abbildung 5.9: Boxplot der Kategorie Tension

## 5.8 Schriftliche Fragen

### 5.8.1 Welches Spiel hat dir mehr Spaß gemacht?

Diese Frage wurde im Nutzertest von allen Nutzern mit der ThirdPerson Variante beantwortet. Angegebene Gründe waren:

- man war näher dran und die Zahlen waren größer
- 3D wurde als schöner empfunden
- durch die nähere Perspektive hatte man eher das Gefühl teil des Spiels zu sein.

### 5.8.2 Welches Spiel fandest du schwieriger?

Hier wurde von fast allen Nutzern die TopDown Perspektive angegeben. Begründungen waren wie folgt notiert:

- da es das erste Spiel war und man dadurch die Steuerung noch nicht im Griff hatte
- Durch die Perspektive war alles zu klein und dadurch zu schwer

Eine Person hat hier ebenfalls die ThirdPerson Perspektive angegeben mit der Begründung, dass Äpfel, die auf den Kopf der Schlange herunterfallen, direkt als gegessen gelten.

### 5.8.3 Hattest du Probleme dich im Spiel zurecht zu finden?

Diese Frage wurde sehr unterschiedlich beantwortet. Zwei der Nutzer hatten keine Probleme bei beiden Versionen. Jeweils ein Nutzer hatte Probleme mit der ThirdPerson Perspektive und einer mit der TopDown Perspektive. Der letzte Nutzer des Tests hat nichts angegeben.



## 6 Diskussion

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse des Nutzertests interpretiert werden. Durch die sehr kleine Stichprobenzahl ist es nicht möglich statistische Erhebungen durchzuführen, allerdings können Tendenzen aus den gewonnenen Daten abgelesen werden.

### 6.1 Challenge

Wie man im Boxplot zur Challenge erkennen kann, lag der Durchschnitt der Challengebewertungen in der TopDown Perspektive höher als in der ThirdPerson Perspektive. Dies könnte daran liegen, da es in der TopDown Perspektive schwieriger war die Schlange zu erkennen, da die Schlange und der Boden eine ähnliche Farbe haben. In der ThirdPerson Perspektive war die Schlange leichter erkennbar, da die Kamera sehr nah an der Schlange war. Durch diese Perspektive musste man teilweise nicht Schlangen-Grün von Umgebungs-Grün unterscheiden, da der Himmel in dieser Perspektive auch sichtbar war. Ein Vergleich hierzu sieht man in folgender Grafik.

### 6.2 Competence

In dieser Kategorie wurde abgefragt wie erfolgreich sich die Spieler während des Spielens gefühlt haben. Anhand des Boxplots ist hier zu erkennen, dass es in der TopDown Ansicht größere Schwankungen gab. Auf diesen Wert kann der Kontrast der Schlange auch Einfluss genommen haben, da sich die Spieler weniger erfolgreich fühlen wenn sie die Schlange nicht genau erkennen konnten. Der Median liegt hier aber im oberen Bereich. Dies kann daran liegen, dass Spieler, die zuerst die Third Person Perspektive gespielt haben einen leichteren Umstieg auf die TopDown Version hatten. Das Spielprinzip war zu dieser Zeit bereits klar sowie welche Art von Character man im Spiel steuert. Insgesamt muss man aber sagen, zeigt die ThirdPerson Perspektive bessere Tendenzen, da hier die Competence-Werte enger beieinander liegen.

### 6.3 Flow

Der Boxplot zu den Flow-Werten zeigt uns, dass tendenziell die ThirdPerson Perspektive den Spieler mehr eingenommen hat. Dies kann darin begründet sein, dass man in dieser Perspektive

eher das Sichtfeld des zu steuernden Characters sieht als in der TopDown Perspektive. Ein weiterer Grund hierfür kann sein, dass der Spieler sich hier mehr auf das Spiel konzentrieren muss, da er nicht direkt alle Zahlen im Überblick hat. In der TopDown Perspektive sieht der Spieler direkt alle Äpfel mit deren Zahlen und kann sich leicht einen Plan zurecht legen. In der ThirdPerson Perspektive sieht dies anders aus. Hier muss der Spieler sich erst über das Spielfeld bewegen um ein Paar Äpfel zu finden, welches zusammen addiert die gesuchte Zahl ergibt. Dies wird außerdem dadurch erschwert, da die Zahlen sich nicht zum Spieler drehen und damit immer optimal angezeigt werden. Der Spieler muss also auch umgedrehte Zahlen lesen können. Dies alles deutet darauf hin, dass der Spieler sich in der ThirdPerson Variante mehr auf das Spiel fokussieren muss.

### 6.4 Immersion

Auch der Immersions-Wert der ThirdPerson Variante deutet darauf hin, dass diese Version den Spielern besser gefallen hat. Dies kann dadurch begründet sein, dass man in der TopDown Perspektive relativ schnell alles gesehen hat, während man in der ThirdPerson Perspektive die Umgebung erst erkunden kann und mehr Details der Umgebung sehen kann als in der TopDown Perspektive.

### 6.5 Negative Effect

In dieser Kategorie zeigen beide Spiele eher die Tendenz zu keinen negativen Effekten. Bei der ThirdPerson Variante kann der sehr geringe Wert über 0 daher kommen, dass in der zu spielenden Version ein kleiner Kamera Fehler war, der nach dem Ende einer Spielrunde kurz ein verzerrtes Bild vom Spiel angezeigt hat. In der TopDown Version gibt es einen großen Wert über den 1.5 . Dieser ist während der Ausführung des Nutzertests auch aufgefallen und war von einem Kind, dass die Entscheidung damit begründet hat lieber wieder die andere Version spielen zu wollen, da es Third Person zuerst gespielt hat. Man kann also erkennen, dass die Negativen Effekte für beide Versionen gegen 0 gehen.

### 6.6 Positive Effect

Die Werte für die Positiven Effekte während des Spielens sind für beide Versionen etwa im gleichen Bereich mit um die 2.6 bis 3.5. Mit einer größeren Anzahl an Nutzertests kann man hier vielleicht einen signifikanteren Unterschied erkennen. Beide Versionen weisen aber die Tendenz auf eher viele positive Effekte herforgerufen zu haben.



## 6.7 Tension

In dieser Kategorie hat sich vor allem während des Nutzertests die Frage 18 als sehr interessant heraus gestellt.

Ich habe beim Spielen gemotzt

Der Boxplot zeigt uns hier, dass man im Schnitt in der TopDown Variante mehr Probleme hatte. Dies kann wieder ,wie bereits in Challenge erwähnt, daran liegen, dass die Schlange nicht gut erkennbar war. Hier haben die Kinder aber auch viel Anhand der Steuerung gemeckert. Wenn die Schlange im TopDown Modus sich von unten nach oben bewegt ist es ganz klar, dass beim drücken auf die rechte Pfeiltaste sich die Schlange nach rechts bewegt und beim drücken auf die linke Pfeiltaste sich die Schlange nach links bewegt. Dies trifft allerdings nicht mehr zu, wenn die Schlange sich gerade von oben nach unten bewegt. Dieser Umstand hat den meisten Kindern hier Probleme bereitet und wird in 6.1 nochmals grafisch dargestellt. Wenn die Pfeiltaste nach rechts durchgehend gedrückt gehalten wird, würde man zunächst das linke Bild sehen und anschließend das rechte Bild.

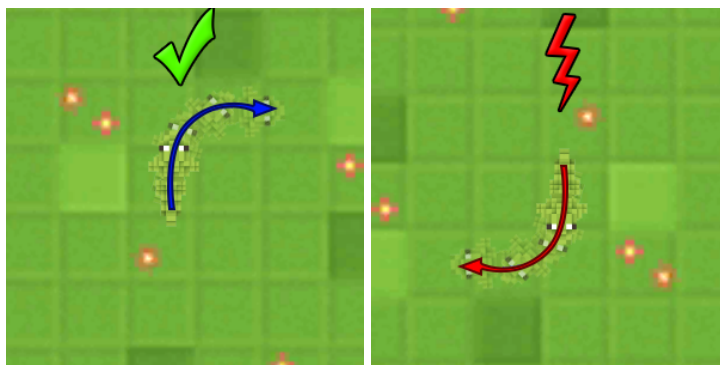


Abbildung 6.1: Links: Pfeiltaste nach rechts = nach rechts bewegen. Rechts: Pfeiltaste nach rechts = nach links bewegen

## 6.8 Startpunktzahl

Am Anfang hatte jeder Spieler direkt 10 Punkte ohne einen Apfel gegessen zu haben, dies hätte eigentlich nicht der Fall sein sollen, hat aber Interessante Beobachtungen eingebracht. Viele der Kinder scheinen nicht bemerkt zu haben, dass sie direkt mit 10 Punkten starten und gingen davon aus, dass sie schon etwas geschafft haben. Wenn die Kinder direkt am Anfang die Schlange sich selbst fressen ließen, sahen sie trotzdem glücklich mit den zumindest 10 Punkten aus.

## 6.9 Ausblick

In diesem Kapitel sollen die Erweiterungsmöglichkeiten des Spiels sowie mögliche weitere Studien diskutiert werden.

### 6.9.1 Ausblick in Spielerweiterungen

Das Spiel MathSmashers lässt sich noch in vielen Bereichen verbessern. Wie bereits in 6.5 erwähnt wäre interessant zu sehen ob es hier zu keinen negativen Effekten mehr kommt, wenn der Kamerafehler im Spiel beseitigt wurde. Auch sonst sind viele Verbesserungen im Design und den Visuellen Effekten möglich. Einer der wichtigsten Punkte hier wird für die TopDown Version der Kontrast der Schlange sein. Dieser wurde mehrheitlich unter den Nutzern als verbesserungswürdig eingestuft. Da in dem verwendeten Asset-Pack mehrere Schlangendesigns enthalten sind, könnte man hier am Anfang des Spiels den Spieler seine Schlange wählen lassen. Dies könnte den Effekt haben, dass der Spieler sich auch gleichzeitig mehr mit seiner Spielfigur identifizieren kann und somit der Flow-Wert steigen würde. Für einen vielleicht steigenden Immersions-Wert könnte zusätzlich sorgen, wenn man die Grafik für den Boden überarbeitet, damit diese ebenso scharf dargestellt wird wie der Rest der Spielwelt.

Auch für einen höheren Challenge-Wert kann das Spiel optimiert werden. So wäre es zum Beispiel möglich das Spiel auch für höhere Klassenstufen noch interessant zu machen. Der Anstieg der Schwierigkeitsstufe auf ein Level mit verfaulenden Äpfeln wurde für diesen Nutzertest so weit nach oben gesetzt, dass kein Spieler zu diesem Level kam. Das war für diese Altersgruppe aber auch nicht vorgesehen. Man kann also in neueren Versionen das Levelsystem anpassen um auch zu diesem Level nach einer angemessenen Spielzeit zu kommen. Auch mögliche Erweiterungen des Levelsystems wurden festgehalten. So ist es möglich weitere Level einzufügen in denen zum Beispiel 'Fake-Äpfel' auftauchen. Dies sind Äpfel, die dem Spieler effektiv nicht helfen die gesuchte Zahl zu bilden. Das heißt sie sollten von dem Spieler nicht gegessen werden. Damit sind auch weitere Erweiterungen möglich, die die Schlange fressen kann. So ist es dann auch möglich ein Item einzuführen, welches diese 'Fake-Äpfel' identifizieren kann oder andere Eigenschaften mit sich bringt, wie Items die die Schlange verkürzen oder verlangsamen, aber auch Items mit denen der Spieler die zu suchende Zahl ändern kann als eine Art Joker.

### 6.9.2 Ausblick auf weitere Nutzertests

Zunächst ist ein Nutzertest mit einer größeren Stichprobenmenge sinnvoll, aber auch weitere Fragen können durch Nutzertests beantwortet werden. So zum Beispiel ob Startpunkte, wie in 6.8 beschrieben, den Wert der positiven Effekte steigert oder unerheblich für diesen ist. Außerdem wurde wie in 6.7 beschrieben ein Problem mit der Steuerung der TopDown Variante festgestellt. Hier ist über Nutzertests zu überprüfen ob eine Änderung der Steuerung zur

klassischen Snake Variante sinnvoll wäre. Im klassischen Snake steuert man die Schlange mit allen Richtungstasten und gibt jeweils an in welche Richtung sich die Schlange bewegen soll. Dabei sind ausschließlich 90° Drehungen möglich.

## 6.10 Zusammenfassung

In Bezug auf die Zielsetzung dieser Arbeit, welche Variante des Spiels den Nutzern besser gefallen hat, gab es auch weitere schriftliche Fragen. Diese bestätigen die durch den GEQ bezogenen Tendenzen, dass die ThirdPerson Perspektive den Nutzern mehr Spaß bereitet hat. Alle Nutzer haben bei der Frage welches Spiel ihnen mehr Spaß gemacht hat die ThirdPerson Variante angegeben. Dem entsprechend wurde auch bei allen Nutzern die TopDown Variante als schwieriger gewertet. Diese Schwierigkeiten hatten auch Auswirkungen auf die Kategorien des GEQ, wie bereits in den einzelnen Kapiteln beschrieben.

Insgesamt können beide Forschungsfragen, aufgrund der geringen Nutzertest-Teilnehmer, nicht eindeutig beantwortet werden. Allerdings können wir anhand der Tendenzen sagen, dass ein solches Lernspiel zur Unterstützung der Addition über Partnerzahlen den Kindern mit hoher Wahrscheinlichkeit Spaß bereitet. Außerdem konnte eine starke Tendenz zur ThirdPerson Variante erkannt werden. Ob diese nach Behebung einiger Schwierigkeiten der TopDown Perspektive bestehen bleibt, ist durch zukünftige Tests zu ermitteln.



# Literaturverzeichnis

- [1] Hawlitschek, Anja: *Spielend Lernen. Didaktisches Design Digitaler Lernspiele Zwischen Spielmotivation Und Cognitive Load (Wissensprozesse Und Digitale Medien) (German Edition)*. Logos Verlag Berlin, 2013, ISBN 3832533915. <https://www.amazon.com/Didaktisches-Digitaler-Lernspiele-Spielmotivation-Wissensprozesse/dp/3832533915?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3832533915>.
- [2] JUNG, S., S. ROESCH, Stefan Huber, J. HELLER, T. GRUST und Hans Christoph Nuerk: *An Interactive Web-Based Learning Platform for Arithmetic and Orthography*. Advances in Computers and Technology for Education—Proceedings of the 11th International Conference on Educational Technologies, Seiten 13–22, 2015.
- [3] Jung, Stefanie, Stefan Huber, Juergen Heller, Torsten Grust, Korbinian Müller und Hans Christoph Nuerk: *Die TUEbinger LernPlattform zum Erwerb numerischer und orthografischer Kompetenzen (TULPE)*. Lernen und Lernstörungen, 5(1):7–15, 2016, ISSN 2235-0977. <http://econtent.hogrefe.com/doi/abs/10.1024/2235-0977/a000112>.
- [4] Wechselberger, Ulrich: *Teaching me softly: Experiences and reflections on informal educational Game Design*. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 5660 LNCS:90–104, 2009, ISSN 03029743.



# **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich diese schriftliche Abschlussarbeit selbständig verfasst habe, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe und alle wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommenen Aussagen als solche gekennzeichnet habe.

Ort, Datum

Unterschrift