

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

## Bachelorarbeit Informatik

### **Implementierung und Evaluierung eines Additionsspiels über Partnerzahlen für Grundschulkinder**

Marco Piechotta

29. Januar 2019

#### **Gutachter**

Prof. Dr. Andreas Schilling  
Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik  
Universität Tübingen

#### **Betreuer**

Heiko Holz  
Graduiertenschule & Forschungsnetzwerk LEAD  
Wolfgang-Simon-Str. 12  
72072 Tübingen

#### **Betreuer**

Manuel Ninaus  
Leibniz-Institut für Wissensmedien  
Schleichstraße 6  
72076 Tübingen

**Piechotta, Marco:**

*Implementierung und Evaluierung eines Additionsspiels über Partnerzahlen für Grundschul-*  
*kinder*

Bachelorarbeit Informatik

Eberhard Karls Universität Tübingen

Bearbeitungszeitraum: 1. Oktober 2018 — 31. Januar 2019

## **Zusammenfassung**

Serious Games sind in der heutigen Zeit keine Neuheit mehr. Meta-Analysen haben gezeigt, dass mit Serious Games höhere Lernerfolge erzielt werden können als mit konventionellen Lehr- und Lernmethoden. Damit gibt es Belege, dass ein solches Spiel verwendet werden kann, um schneller Lernfortschritte bei Kindern zu erzielen. Es wird hier aber lediglich die Wirksamkeit untersucht und nicht, ob den Kindern das eingesetzte Spiel Spaß bereitet. Dieser Frage gehe ich in dieser Arbeit auf den Grund. Zusätzlich überprüfe ich ob die Perspektive auf das Spiel einen Einfluss hat.

Um diese Fragen beantworten zu können wurde ein Spiel entwickelt, welches über das Prinzip der Partnerzahlen die Addition lehrt. Ich habe zwei Versionen des Spiels entwickelt, die sich in ihren Perspektiven unterscheiden. Anhand eines Nutzertests teste ich welche der Perspektiven für den Spieler als besser empfunden werden und ob das Spiel allgemein Spaß bereitet. Die Ergebnisse zeigen, dass beide Spiele eine hohe Spielerfahrung aufweisen und dass das Spiel aus der Third-Person-Perspektive als besser empfunden wird.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Forschung</b>	<b>9</b>
2.1	Dyskalkulie . . . . .	9
2.2	Lernplattformen . . . . .	10
2.3	Veröffentlichte Lernspiele in der 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 . . . . .	12
3.2	Wahl des Spielkonzepts und Entwicklung des Spiels . . . . .	14
3.2.1	Verschiedene Spielversionen . . . . .	14
3.2.2	Grid-Spielfeld . . . . .	16
3.3	Aufbau und Funktionsweise des Spiels . . . . .	17
3.3.1	Aufbau des Spiels . . . . .	17
3.3.2	Funktionsweise des Spiels . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Evaluation</b>	<b>21</b>
4.1	Game Experience Questionnaire . . . . .	21
4.1.1	Core questionnaire . . . . .	21
4.2	Umsetzung des KidsGEQ . . . . .	23
4.3	Durchführung des Nutzertests . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>25</b>
5.1	Challenge . . . . .	26
5.2	Competence . . . . .	26
5.3	Flow . . . . .	27
5.4	Immersion . . . . .	27
5.5	Positive Affect . . . . .	28
5.6	Negative Affect . . . . .	28
5.7	Tension . . . . .	29
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? . . . . .	30
<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	Positive Affect . . . . .	32
6.6	Negative Affect . . . . .	32
6.7	Tension . . . . .	32
6.8	Startpunktzahl . . . . .	33
6.9	Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	34
	<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 möchte ich untersuchen, ob das Lernen der Addition in der Mathematik angenehmer für das Kind gestaltet werden und womöglich auch bessere Lernerfolge herbeiführen kann. Dies wird durch den Ansatz der Serious Games versucht, indem das Lernen mit dem Spielen kombiniert wird. Dabei versuche ich das Konzept der Partnerzahlen in dieses Spiel einfließen zu lassen, wodurch bereits gute Lernerfolge in anderen Spielen erzielt wurden [15]. Das Spiel umfasst zwei Versionen, die bis auf die Perspektive identisch sind. Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob dieses Mathespiel Kindern im Grundschulalter Spaß bereitet und welche Perspektive auf das Spielgeschehen sie besser finden.

Partnerzahlen, oder auch „verliebte Zahlen“ genannt, sind in der Mathematik ein beliebtes Mittel um die Addition zu lehren. Dabei wird dies oft im 10-er Zahlenraum für Natürliche Zahlen angewendet, um zwei Zahlen zu finden, die zusammen addiert 10 ergeben ( zum Beispiel  $4 + 6 = 10$ , womit die Partnerzahl von 4 dem entsprechend 6 wäre um auf die Zahl 10 zu kommen). In diesem Spiel wird dieser Bereich, der gesuchten Zahl, kontinuierlich ausgeweitet. Anfangs wird der Zahlenraum von 3 bis 20 verwendet, bis hin aus dem Zahlenraum von 30 bis 100. Die untere Schranke des kleinsten Zahlenraums ist damit begründet, da hier nur wenig Variationen bestehen um diese Zahlen zu erreichen. Durch den Anstieg des Zahlenraums erhoffe ich mir ein anspruchsvolleres und erweiterbares Mathespiel entwickelt zu haben. Außerdem erhoffe ich mir einen interessanten Aufgabenbereich für das Spiel gewählt zu haben, der den Kindern es leichter macht die Addition zu verstehen und Spaß an dem Spiel zu haben.

Für das Spiel verwende ich den Ansatz der 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 orientiert sich am Verhältnis von didaktischen zu spielerischen Elementen [23]. Dabei sind Serious Games stark didaktisch ausgeprägt, während sich Edutainment stärker an unterhalten- den, spielerischen Elementen orientiert. Es gibt aber auch Definitionen, die allen Begriffen die gleiche Bedeutung zuordnen. Hawlitschek[12] (p.23) definiert digitale Lernspiele wie folgt:

*... digitale Lernspiele sind Computerspiele,*

- *die explizit und systematisch in Hinblick auf ein bestimmtes Lernziel und für*

## 1 Einleitung

*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.*

Mit dieser Arbeit möchte ich 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 [21]. Motivation in diesem Bereich zu forschen gibt es genügend, denn mit Themen wie dem Verbesserungspotential der Lehre an Schulen [18] oder dem Forschen im Bereich der Dyskalkulie [24] sind noch große Themenbereiche offen in denen Serious Games eine Rolle spielen können.

### 2.1 Dyskalkulie

Unter Dyskalkulie versteht man eine Rechenschwäche, die bei etwa 3% bis 8% der Kinder und Jugendlichen diagnostiziert wird [9]. Eine Definition der World Health Organization[5] ist unter der Ziffer F81.2 in Englisch definiert, übersetzt bedeutet diese:

*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.*

Ein häufiges Symptom der Dyskalkulie ist zum Beispiel das Rechnen mit den Fingern in höheren Klassenstufen. Die Besonderheit der Dyskalkulie ist, dass bei Betroffenen oftmals ein fehlendes kardinales Verständnis vorliegt[10], sie besitzen also kein Verständnis für das Teil-Ganzes Konzept. Dieses wird damit definiert, dass Zahlen zerlegbar und aus anderen Zahlen zusammengesetzt sind. Genau dieses Konzept wird durch die Partnerzahlen geschult. Um dieses Verständnis zu erlernen, können 'Serious Games' verwendet werden[22] und bieten damit eine mögliche Behandlungsmethode für Dyskalkulie. Dies zeigt auch die Studie von Ariffin[6], die untersucht ob Personen mit Dyskalkulie durch Lernspiele, auf Tablet oder Handy, Fortschritte in der Mathematik erzielen.

## 2.2 Lernplattformen

Auch über Lernplattformen werden bereits Fortschritte in der Bildung erzielt und damit die Lerneffektivität gesteigert. Eine Lernplattform ist dabei ein Paket aus Tools, das es dem Lehrenden ermöglicht, Fortschritte des Lernenden zu messen und wenn nötig Hilfestellungen zu geben. Die Plattform stellt aber auch Tools wie Foren oder Chats bereit, 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 und getestet [14].

## 2.3 Veröffentlichte Lernspiele in der Mathematik

Lernspiele sind aber nicht nur über Lernplattformen verwendbar. Viele Lernspiele gibt es auch als vollwertige Computerspiele oder als Apps in App Stores. Hierzu gibt es ein Review von Lämsä et al.[16], welche Charakteristiken von Lernspielen speziell in der Mathematik untersucht. Auch zu einzelnen Lernspielen in der Mathematik gibt es Studien. So wurde bereits für das Spiel *Semideus School* [17] in einer Studie von Ninaus et al.[19] gezeigt, dass über *Semideus School* größere Fortschritte im Bereich der rationalen Zahlen erzielt werden konnten, als mit konventionellen Lehrmethoden. Aber auch Spiele wie *MathSmashers*[2], *Meister Cody Talasia*[3], oder *The Counting Kingdom*[1] sind Lernspiele, die als App für Smartphones und Tablet-PCs erhältlich sind und Mathematik spielend lehren.

## 2.4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich sehen, dass Serious Games immer mehr ein wichtiger Teil der Bildung werden[11] [7]. Dies wird zusätzlich zu den eigenständigen Spielen durch Systeme wie Lernplattformen bei Schulen unterstützt. Das diese Spiele einen didaktischen Mehrwert bieten geht aus den genannten Quellen hervor, allerdings wurde hier nicht untersucht ob diese Spiele dem Nutzer Spaß bieten und auch mögliche Einflüsse auf das Nutzererleben wie Perspektiv-Wechsel wurde nur wenig untersucht. Denn der Spaß ist für den Erfolg eines Serious Games ebenso wichtig wie die Effektivität.

## 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 erlernen, war das bereits vorhandene Spiel *Math Smashers*[2]. In *Math Smashers* fliegen Bälle mit Zahlen herum. Als Spieler kann man eine Art Seil als Verbindung zwischen zwei Kugeln anbringen. Dieses Seil zieht sich zusammen um die Kugeln zusammenzufassen (siehe 3.1) und deren Zahlen zu addieren (z.B. eine Kugel mit der Zahl 18 und eine mit der Zahl 4 gibt zusammengefasst eine Kugel mit der Zahl 22). Ziel ist es alle Bälle so zu addieren, damit man eine gesuchte Zahl (z.B. 22) heraus bekommt. Dabei kann es auch vorkommen mehrmals die gesuchte Zahl zu bekommen.

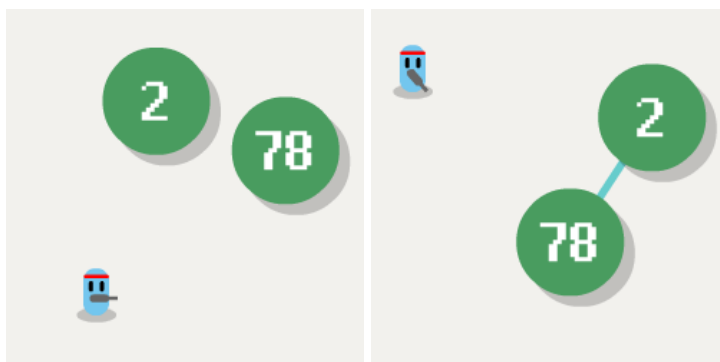


Abbildung 3.1: MathSmashers links zwei nicht verbundene Zahlen. Rechts beide Zahlen verbunden.

#### 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 vier Ideen.

##### Kombination mit „The Legend of Zelda“

Diese Idee ist als Anlehnung an das Spiel *The Legend of Zelda* gedacht. Kombiniert wird es mit dem bereits beschriebenen *Math Smashers*. In diesem Fall werden, statt Bällen, die aus *The Legend of Zelda: Majoras Mask*[4] bekannten Schleimgegner, die Zahlen enthalten, verwendet. Ziel ist es auch hier zwei Zahlen zu einer Gesuchten zu addieren, indem Schleimgegner mit den passenden Partnerzahlen besiegt und die im Schleim liegenden Zahlen addiert.

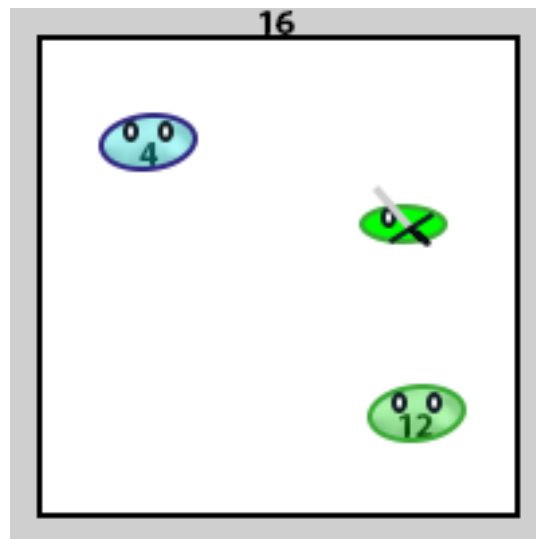


Abbildung 3.2: Skizze der Legend of Zelda Idee

##### Murmeladdierer

Diese Idee überträgt das Vorhaben auf ein altes Murmelspiel. Es gibt mehrere Löcher, die mit Zahlen beschriftet sind, in welche die Kugeln hinein manövriert werden müssen. Die Bewegung der Kugeln wird durch das Kippen des Spielfelds in eine bestimmte Richtung erzielt. Wie in jedem der vorgestellten Ansätze wird hier eine gesuchte Zahl bereitgestellt. Da zwei Kugeln gleichzeitig auf dem Feld zu bewegen sehr schwer sein könnte, kann man das ganze auch sequenziell mit jeweils einer Kugel spielen.

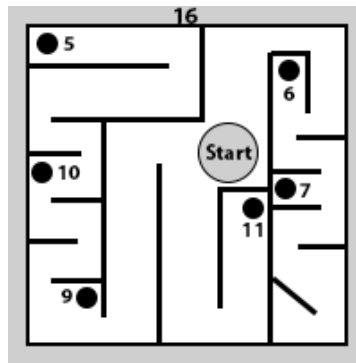


Abbildung 3.3: Skizze des Marmeladdierers Spiels

### 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 der Spieler muss ein Gebäude errichten, welches mehrere dieser Ziegelsteine benötigt. Diese sind mit den gesuchten Zahlen beschriftet. Der Spieler muss sich zwei Steine auf dem Spielfeld suchen und diese aufeinander legen um sie zum gesuchten Ziegelstein zu addieren. Dieser muss anschließend vom Spieler an die richtige Position im Bauwerk gebracht werden.

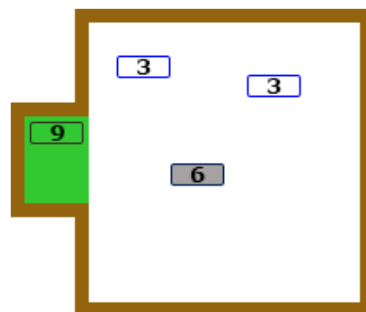


Abbildung 3.4: Skizze des Zahlenbaustein Spiels

### MathSnake

Für diese Idee wird 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. Die Schlange wird pro Apfel länger und schneller.

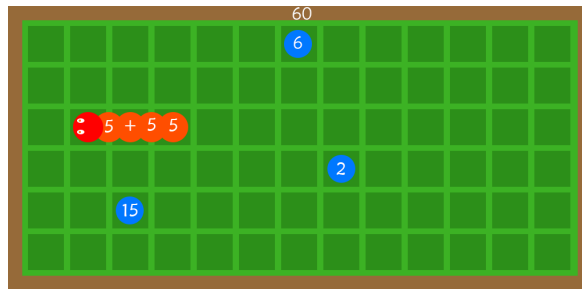


Abbildung 3.5: Skizze des MathSnake Spiels

## 3.2 Wahl des Spielkonzepts und Entwicklung des Spiels

Aus den erarbeiteten Konzepten habe ich mich für MathSnake entschieden, da diese Idee 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, welche 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 eine gewisse Zeit, lässt sich das Spiel schwieriger gestalten. Diese Aspekte waren ausschlaggebend um sich für die Snake Variante zu entscheiden. MathSnake wurde in der Entwicklungsumgebung Unity umgesetzt, da diese sehr Einsteigerfreundlich ist und man bereits in kurzer Zeit gute Ergebnisse erzielen kann. Als Zielplattform wurde Android gewählt, um das Spiel auf einem bereitgestellten Tablet spielen zu können. Damit das Spiel möglichst professionell und kinderfreundlich aussieht, wurde sich für ein Asset-Pack aus dem Unity Asset Store entschieden. 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 zwei verschiedene Varianten umgesetzt und evaluiert. Zur Auswahl standen folgende Versionen mit deren erwarteten Vor- und Nachteilen.

Dabei handelt es sich bei der TopDown-Perspektive um die Ansicht aus der Vogelperspektive auf das Spielgeschehen. Das heißt von oben mit Blick senkrecht nach unten. Während bei der Third-Person-Perspektive die Kamera direkt hinter dem Schlangenkopf positioniert wird. Die Unterschiede lassen sich in Abbildung 3.10 erkennen.

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

Vorteile	Nachteile
modern	wenig Übersicht über das Spielfeld, welche Zahlen 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 Suchcharakter allerdings zugute.	

Tabelle 3.1: Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen der Variante 3D Snake mit Third-Person-Perspektive

#### 3D Snake mit TopDown-Perspektive

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

Tabelle 3.2: Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen der Variante 3D Snake mit TopDown-Perspektive

#### 2D Snake mit TopDown-Perspektive

Vorteile	Nachteile
einfache Umsetzung	kein neuer Anreiz gegenüber dem klassischen Snake
Grafisch nicht so aufwändig	weniger Möglichkeiten den Spieler über Level-Elemente herauszufordern
Gute Übersicht wo welche Zahl liegt	

Tabelle 3.3: Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen der Variante 2D Snake mit TopDown-Perspektive

#### 3.2.2 Grid-Spielfeld

Weiterhin stand zur Auswahl ob das SnakeSpiel mit oder ohne einem Grid-Spielfeld erstellt werden soll. Unter einem Grid-Spielfeld wird ein Spielfeld verstanden, dass in einzelne kleinere Felder aufgeteilt ist, auf denen sich die Schlange bewegen kann. Pro 'Zug' bewegt sich die Schlange jeweils ein Feld weiter und füllt dieses Feld komplett aus.

#### Snake mit Grid

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: Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen des Snake-Spiels mit einem Grid-Spielfeld



### Snake ohne Grid

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

Tabelle 3.5: Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen des Snake-Spiels ohne einem Grid-Spielfeld

Entschieden wurde sich für die beiden 3D Varianten ohne Grid, da das Ziel ist, beide Versionen vergleichen zu können um zu ermitteln, welche Version bei Spielern besser ankommt. Ein großer Vorteil, die beiden 3D Varianten zu implementieren, ist auch, dass so nur die Perspektive geändert werden kann ohne die Grafiken neu anpassen zu müssen. So blieb der Fokus auf der unterschiedlichen Perspektive auf das Spielgeschehen. Um eine moderne Steuerung zu ermöglichen, habe ich mich außerdem gegen ein Spielfeld mit Grid entschieden.

## 3.3 Aufbau und Funktionsweise des Spiels

### 3.3.1 Aufbau des Spiels

#### Menüführung

Der Aufbau des Spiels ist 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 '=' ( Beispielsweise ' 5 = ' ). Auf dieses folgen dann alle gefressenen Zahlen mit einem '+' verbunden ( z.B.  $5 = 1 + 1 + 3$  ). 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



Abbildung 3.6: Hauptmenü von MathSnake

sich die Schlange bewegen soll. Der Spieler kann sie über diese Tasten nach rechts oder links bewegen. Die einzelnen Felder werden auch nochmals in der Abbildung 3.7 verdeutlicht.



Abbildung 3.7: Ansicht auf den Aufbau des Spiels

## Highscore

Das Spiel stellt auch eine simple Highscore Liste bereit, um einen weiteren Anreiz zu schaffen. Diese wird für den Nutzertest deaktiviert, da die Nutzer sich voll auf die Bewertung des Spiels

an sich konzentrieren sollen und der Highscore nicht Teil der Forschungsfragen ist. Ist der Highscore aktiviert, wird dem Spieler nach dem Ende einer Spielrunde eine Nachricht angezeigt. Dem Spieler wird in dieser angezeigt, ob er genügend Punkte gesammelt hat, um sich in der Highscore Liste einzutragen. Dies geschieht dann über ein Textfeld in dessen er seinen Name eingeben kann, wie in Abbildung 3.8 zu sehen ist. Im Hauptmenü kann, wie in

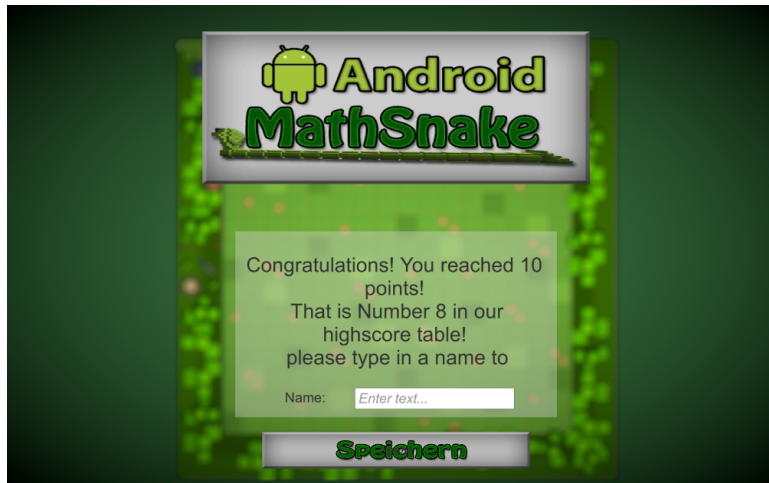


Abbildung 3.8: Erstellen eines neuen Highscore-Eintrags

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.



Abbildung 3.9: Ansicht der Highscore-Tabelle

#### 3.3.2 Funktionsweise des Spiels

Das entwickelte Spiel lässt sich nun entweder in der TopDown Ansicht oder in der Third-Person 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, sowie seine aktuelle Punktzahl, angezeigt. Hat die Schlange einen Apfel mit einer Zahl gefressen wird diese durch ein + getrennt dem Gleichungsbereich(siehe 3.7) hinzugefügt. Mit jedem gegessenem Apfel wird die Schlange schneller und länger.



Abbildung 3.10: Links: Third-Person und Rechts: TopDown Perspektive

#### Levelsystem

Pro zu suchender 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 der Spieler sich befindet. Im höchsten Bereich beginnen die Äpfel zu verfaulen. Die implementierte Zuordnung ist der Tabelle 3.6 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

## 4 Evaluation

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Nutzertest durchgeführt, um zwei Fragen zu beantworten. Zunächst soll überprüft werden, ob dieses Additionsspiel zur Unterstützung des Lernprozesses bei Addition über Partnerzahlen den Kindern Spaß bereitet. Außerdem soll ermittelt werden, welche der beiden implementierten Versionen besser bei den Kindern ankommt. Zur Beantwortung wird der GEQ Fragebogen zur KidsGEQ[20] Variante abgewandelt, 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 [13]. 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 spiels gefühlt hat. Da für meinen Nutzertest nur das erste Modul relevant ist, wird auf die genaue Erläuterung, der anderen beiden Module, verzichtet.

#### 4.1.1 Core questionnaire

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

### **Challenge**

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

Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Challenge wäre: „Ich habe mich herausgefordert gefühlt“.

### **Competence**

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

Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Competence wäre: „Ich war gut in dem Spiel“.

### **Flow**

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

Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Flow wäre: „Ich habe alles ummich herum vergessen“.

### **Immersion**

In dieser Kategorie soll geprüft werden, wie die Ästhetik des Spiels ist. Dies betrifft sowohl, ob das Spiel visuell überzeugen kann, als auch, ob durch das Spiel die Fantasie des Spielers angeregt werden kann.

Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Immersion wäre: „Ich fand das Spiel beeindruckend“.

### **Positive Affect**

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

Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Positive Affect wäre: „Das Spiel hat mich von Zeit zu Zeit zum Lachen gebracht“.

## Negative Affect

Hier soll über Fragen ermittelt werden, ob das Spiel negative Emotionen beim Spieler hervorruft. Diese Emotionen können dazu führen, dass das Spiel dem Spieler keinen Spaß bereitet. Bei bestimmten Genres, wie Horrorspielen, können negative Emotionen, wie Angst, allerdings auch gewollt sein. Im Fall von MathSnake sollten diese aber möglichst minimiert werden. Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Negative Affect wäre: „Ich habe mich gelangweilt“.

## 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 zu sensibel oder verzögert ist. Eine beispielhafte Frage aus der Kategorie Tension wäre: „Beim Spielen lief es nicht so, wie ich es wollte“.

## Bestimmung der Kategoriewerte

Um den Wert jeder Kategorie für einen Teilnehmer des Nutzertests zu bestimmen, werden die Antwortmöglichkeiten von 0 bis 4 gewichtet. Anschließend werden alle Werte der jeweiligen Kategorie nach dieser Skala addiert und durch die Anzahl an Fragen geteilt. Es wird also der Mittelwert gebildet.

## 4.2 Umsetzung des KidsGEQ

In der umgesetzten Version werden pro Kategorie drei Aussagen gewählt, die zunächst ins Deutsche übersetzt und anschließend in möglichst für Kinder leicht verständliche Sprache umformuliert werden. Diese 21 Aussagen sollen nun von den Kindern anhand einer Skala beantwortet werden. Diese Skala ist in fünf 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, der in Abbildung 4.1 dargestellt wird.



Abbildung 4.1: Farbskala der einzelnen Fragen

Außerdem wurde eine weitere Frage zu den 21 Ankreuzfragen hinzugefügt, um abzufragen, wie gut die Kinder mit der Steuerung zurecht gekommen sind. Abschließend zu diesen 22 Ankreuzfragen gab es noch drei schriftliche Fragen um am Ende eine klare Antwort auf die Forschungsfragen zu erhalten.

### 4.3 Durchführung des Nutzertests

Der Nutzertest wurde mit fünf Grundschulkindern im Alter von 6 bis 10 Jahren ( $M = 8.4$ ,  $SD = 1.51$ ) durchgeführt. Aufgrund der Stichprobengröße verzichte ich darauf, inferenzstatistische Verfahren anzuwenden und beschränke mich auf deskriptive Werte.

Der Nutzertest wurde in zwei Phasen durchgeführt. Zunächst durften die Kinder eine Version für zehn Minuten spielen. Anschließend gab es den ersten Fragebogen mit den 22 Fragen. Es folgte eine kurze Pause von ca. fünf Minuten, in der sich das Kind mit etwas komplett anderem beschäftigt wurde, um zwischen beiden Versionen eine klare Trennung zu gewährleisten. Anschließend spielte das Kind die zweite Version für weitere zehn Minuten. Nach dieser Spielzeit wurde ein weiterer KidsGEQ-Fragebogen in Verbindung mit drei abschließenden schriftlichen Fragen ausgefüllt. Insgesamt ergab dies eine Versuchsdauer von ca. 30 Minuten pro Person.

---



## 5 Ergebnisse

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 Third-Person Ansicht denen der TopDown Ansicht gegenüber gestellt. In Abbildung 5.1 wird ein Überblick aller Kategorien einer Ansicht dargestellt.

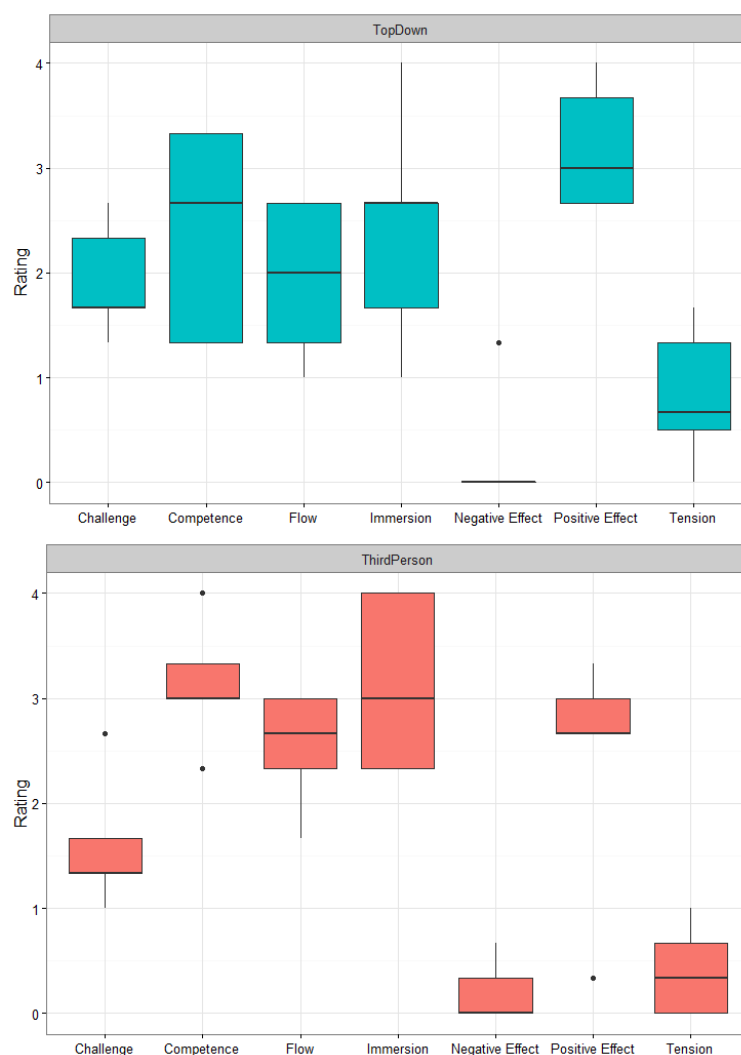


Abbildung 5.1: Boxplots der TopDown- und ThirdPerson-Perspektive

## 5.1 Challenge

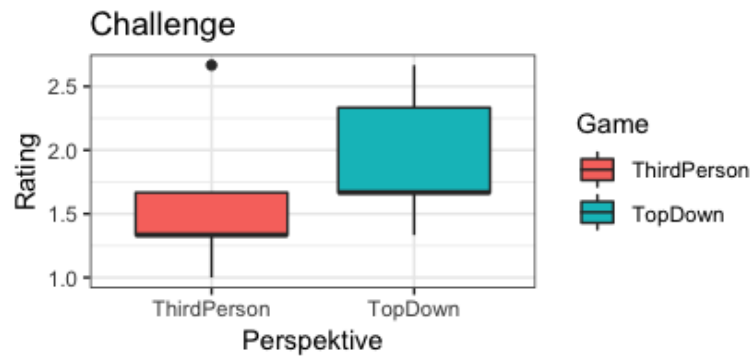


Abbildung 5.2: Boxplot der Kategorie Challenge

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

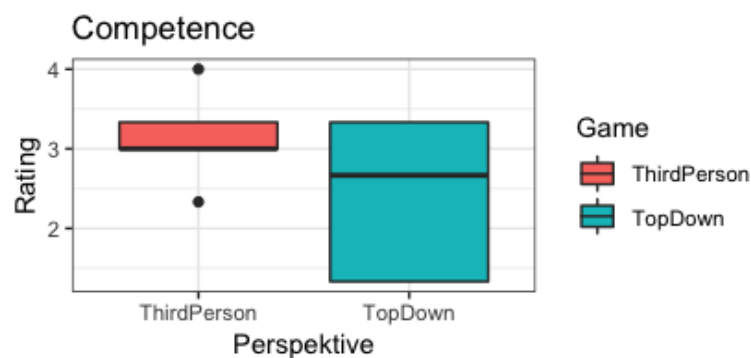


Abbildung 5.3: Boxplot der Kategorie Competence

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

## 5.3 Flow

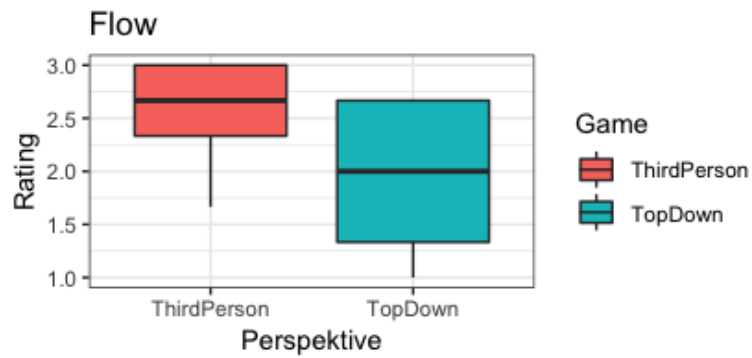


Abbildung 5.4: Boxplot der Kategorie Flow

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

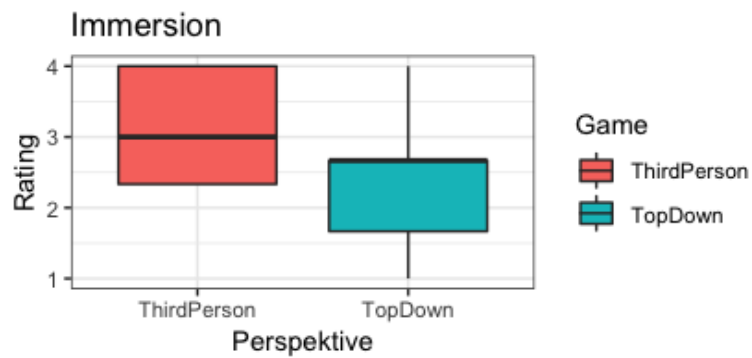


Abbildung 5.5: Boxplot der Kategorie Immersion

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 Positive Affect

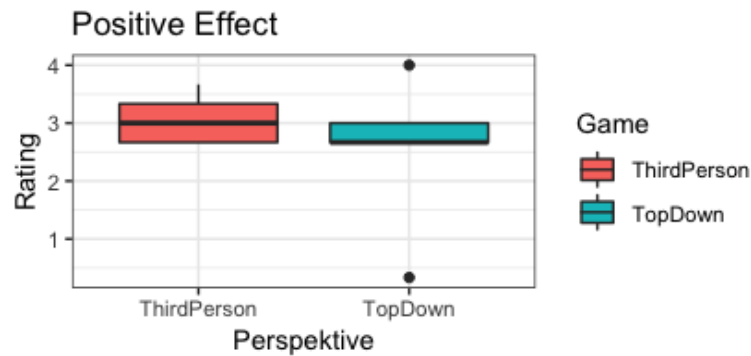


Abbildung 5.6: Boxplot der Kategorie Positive Affect

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

## 5.6 Negative Affect

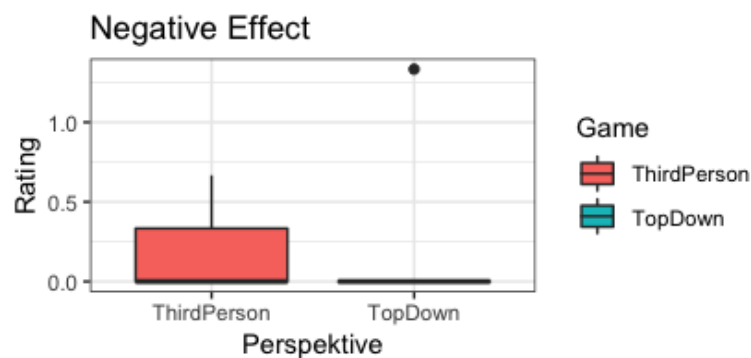


Abbildung 5.7: Boxplot der Kategorie Negative Affect

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

## 5.7 Tension

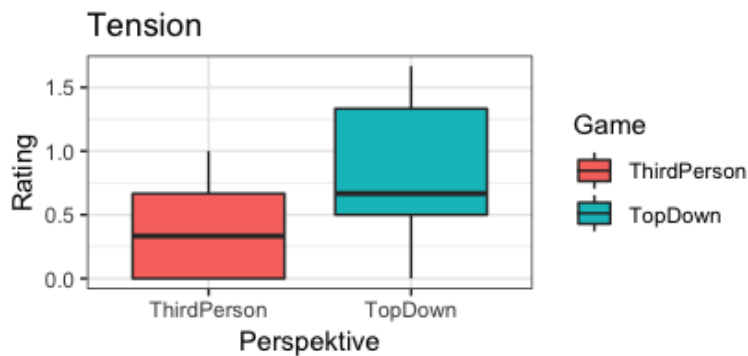


Abbildung 5.8: Boxplot der Kategorie Tension

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

## 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:

- die Kamera 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 haben vier von fünf Nutzern die TopDown Perspektive angegeben. Begründungen waren wie folgt notiert:

- da es für drei der Kinder das erste Spiel war und sie dadurch die Steuerung noch nicht im Griff hatten
- Durch die Perspektive war alles zu klein und dadurch zu schwer

Eine Person hat hier 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. Generell lässt sich erkennen, dass die Nutzer Spaß an beiden Spielversionen hatten. Die Ergebnisse legen aber nahe, dass das Spiel mit der Third-Person-Perspektive den Kindern besser gefallen hat. Dies wird durch die folgenden Unterkapitel der einzelnen Kategorien näher begründet.

### 6.1 Challenge

Der Durchschnitt der Challengebewertungen in der TopDown Perspektive liegt 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 die grüne Farbe der Schlange von der grünen Farbe der Umgebung unterscheiden, da der Himmel in dieser Perspektive auch sichtbar war. Einen Vergleich hierzu sieht man in Abbildung 3.10.

### 6.2 Competence

In dieser Kategorie wurde abgefragt, wie erfolgreich sich die Spieler während des Spielens gefühlt haben. Hier fällt auf, dass es in der TopDown Ansicht größere Schwankungen gibt. Auf diesen Wert kann der Kontrast der Schlange einen Einfluss genommen haben, da sich die Spieler weniger erfolgreich fühlten 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 Charakter man im Spiel steuert. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die Third-Person-Perspektive bessere Tendenzen zeigt, da hier die Competence-Werte enger beieinander liegen.

### 6.3 Flow

Hier ist zu erkennen, dass tendenziell die ThirdPerson Perspektive den Spieler mehr eingenommen hat. Dies kann darin begründet sein, dass in dieser Perspektive der Spieler eher das

Sichtfeld des zu steuernden Charakters 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 Third-Person-Perspektive sieht dies anders aus. Hier muss sich der Spieler erst einen Überblick über das Spielfeld verschaffen, um ein Apfelpaar zu finden, welches addiert die gesuchte Zahl ergibt. Dies wird außerdem dadurch erschwert, dass die Zahlen sich nicht zum Spieler drehen und damit nicht 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 der Spieler in der TopDown Perspektive 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 Positive Affect

Die Werte für das Auslösen von positiven Emotionen während des Spielens sind für beide Versionen ähnlich mit zwischen 2.6 und 3.5. Beide Versionen weisen also die Tendenz auf positive Emotionen ausgelöst zu haben.

### 6.6 Negative Affect

In dieser Kategorie zeigen beide Spiele eher die Tendenz keine negativen Emotionen ausgelöst zu haben. Der Durchschnitt dieser Kategorie-Werte liegt für diese Stichprobe unter eins. Aus diesem Grund lässt sich sagen, dass sowohl die TopDown, als auch die Third-Person Version, des Spiels von den Kindern nicht als negativ wahrgenommen wurden.

### 6.7 Tension

In dieser Kategorie hat sich vor allem während des Nutzertests die Frage 18 als 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 Unterkapitel 6.1 erwähnt, daran liegen, dass die Schlange nicht gut erkennbar war. Hier waren die Kinder nicht mit der Steuerung zufrieden. 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 von oben nach unten bewegt. Dieser Umstand hat den meisten Kindern Probleme bereitet und wird in Abbildung 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. Im klassischen Snake ist gibt es die vier Richtungstasten, die angeben in welche Richtung man sich bewegen möchte. Da ich mich für eine moderne Steuerung entschieden habe, mit der man sich frei über das Spielfeld bewegen kann, gab es hier die Möglichkeit für die vier Richtungstasten Steuerung nicht.

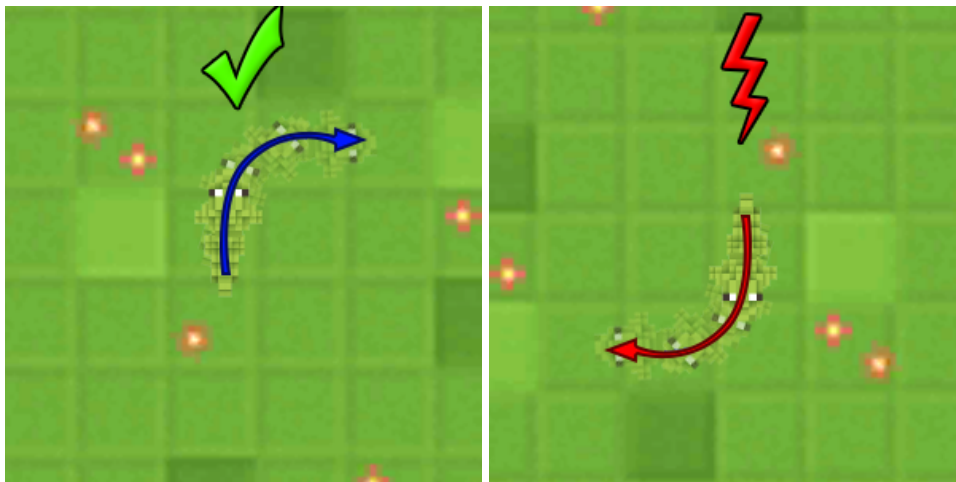


Abbildung 6.1: Links: Pfeiltaste nach rechts = nach rechts bewegen. Rechts: Pfeiltaste nach rechts = nach links bewegen

## 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 weitere 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, fühlten sie sich trotzdem ermutigt, da sie zumindest 10 Punkte erreicht hatten.

## 6.9 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel soll die Arbeit nochmals zusammengefasst werden und die Erweiterungsmöglichkeiten des Spiels, sowie mögliche weitere Studien diskutiert werden.

Insgesamt wurde die Zielsetzung dieser Arbeit, ein Mathelernspiel, zum Erlernen der Addition, zu entwickeln, erfüllt. Das Spiel wurde in der Entwicklungsumgebung von Unity entwickelt, die als Einsteiger gut erlernbar ist. Damit konnte ich ein, durch den anschließenden Nutzertest bestätigtes, tolles Mathespiel entwickeln. Evaluiert wurde das Spiel über den Kids-GEQ Nutzertest. Dieser ermöglichte mir es einzelne Kategorien gezielt auszuwerten und auf die Forschungsfragen eine Antwort zu bekommen. Da das Spiel mit für das Tablet entwickelt wurde, konnte ich das Spiel leicht mit den fünf Kindern testen. Durch diese Arbeit konnte ich zeigen, dass die beide Versionen den Kindern gefallen, aber sie die Third-Person Version bevorzugen. Dies wurde zusätzlich, zu den vom Kids-GEQ gesammelten Daten, auch von den schriftlichen Fragen am Ende des Nutzertests bestätigt. Alle Nutzer haben bei der Frage, welches Spiel ihnen mehr Spaß gemacht hat die Third-Person Variante angegeben. Als schwieriger wurde von vier der fünf Kinder die TopDown Variante genannt. Diese Schwierigkeiten hatten vor allem Auswirkungen auf das Flow- und Challenge-Ergebnis, wie bereits in den Kapiteln 6.3 und 6.1 beschrieben wurde.

Insgesamt können beide Forschungsfragen, aufgrund der geringen Stichprobenmenge, nicht eindeutig beantwortet werden. Allerdings kann anhand der Tendenzen gesagt werden, dass ein solches Lernspiel zur Unterstützung der Addition über Partnerzahlen den Kindern mit hoher Wahrscheinlichkeit Spaß bereitet. Außerdem konnte eine starke Tendenz zur Third-Person Variante erkannt werden. Ob diese nach Behebung einiger Schwierigkeiten der TopDown-Perspektive bestehen bleibt, ist durch zukünftige Tests zu ermitteln. Auch die generelle Wirksamkeit des Spiels ist durch weitere Nutzertests zu untersuchen.

Das Spiel MathSnake lässt sich noch in vielen Bereichen verbessern. Eine Verbesserung im Design und den visuellen Effekten wäre, für die Third-Person Version den Kamerafehler am Ende einer Spielrunde zu entfernen. Es wäre hier interessant zu sehen ob das verzerrte Bild am Ende der Spielrunde negative Einflüsse auf das Spielgefühl bewirkt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, für die TopDown Version der Kontrast der Schlange. Dieser wurde mehrheitlich unter den Nutzern als verbesserungswürdig eingestuft. Da in dem verwendeten Asset-Pack mehrere Schlangendesigns enthalten sind, könnte der Spieler hier am Anfang des Spiels seine Schlange wählen. Dies könnte den Effekt haben, dass der Spieler sich auch gleichzeitig mehr mit seiner Spielfigur identifizieren kann und somit die wahrgenommene Autonomie, ein wichtiger Aspekt intrinsischer Motivation[8], adressiert werden könnte. Für einen vielleicht steigenden Immersions-Wert könnte zusätzlich sorgen, wenn die Grafik für den Boden überarbeitet werden, 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 interessanter zu gestalten. Der Anstieg der Schwierigkeitsstufe auf ein Level mit verfaulenden Äpfeln wurde für diesen Nutzertest so

weit nach oben gesetzt, dass kein Spieler dieses Level erreichte. Das war für diese Altersgruppe aber auch nicht vorgesehen. In neueren Versionen kann also das Levelsystem angepasst werden, 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 der Schlange 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.

Es wäre auch interessant nicht nur die Addition zu untersuchen, sondern auch andere mathematische Operatoren. So könnte durch das einfache Hinzufügen von „Operator-Äpfeln“ die Komplexität und damit ebenfalls der Challenge-Faktor deutlich erhöht werden. Mit diesen speziellen Äpfeln wäre es außerdem möglich die Aufgabe an den Spieler zu variieren. So kann er in einem Level ganz normal die Partnerzahlen suchen und in einem anderen sind die Zahlen der Gleichung vielleicht schon gegeben und er muss nur die richtigen Operatoren der Reihe nach einfügen. Im Gleichungsbereich könnte so etwas stehen wie  $10 = 101010$  und der Spieler bekommt Äpfel für die Multiplikation und Division.

Auch für den Nutzertest sind Verbesserungen möglich. Indem eine größeren Stichprobenmenge verwendet wird, aber auch weitere Fragen können durch Nutzertests beantwortet werden. So zum Beispiel, ob Startpunkte, wie in Unterkapitel 6.8 beschrieben, den Wert der positiven Effekte steigert oder unerheblich für diesen ist. Außerdem wurde, wie in Unterkapitel 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 der Spieler die Schlange mit allen Richtungstasten und gibt jeweils an, in welche Richtung sich die Schlange bewegen soll. Dabei sind ausschließlich 90° Drehungen möglich.



# Literaturverzeichnis

- [1] *The Counting Kingdom*. <http://www.countingkingdomgame.com/>.
- [2] *LudoScience*. <http://www.ludoscience.com/EN/games/1405-Math-Smashers.html>.
- [3] *Meister Cody - Die clevere Förderlösung für Mathe und Deutsch*. <https://www.meistercody.com/>.
- [4] *Official Site - The Legend of Zelda: Majora's Mask 3D for Nintendo 3DS*. <https://www.zelda.com/majoras-mask/>.
- [5] *World Health Organization*. <https://icd.who.int/browse10/2015/en#/F80-F89>.
- [6] Ariffin, Mazeyanti Mohd, Fiqa Azureen, Abd Halim und Norshakirah Abd: *Mobile Application for Dyscalculia Children in*. Proceedings of the 6th International Conference on Computing and Informatics, ICOCI 2017, (099):467–472, 2017, ISSN 1091-6490.
- [7] Boyle, Elizabeth A., Thomas Hainey, Thomas M. Connolly, Grant Gray, Jeffrey Earp, Michela Ott, Theodore Lim, Manuel Ninaus, Claudia Ribeiro und João Pereira: *An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games*. Computers and Education, 94:178–192, 2016, ISSN 03601315.
- [8] Deci, Edward L. und Richard M. Ryan: *The “ What ” and “ Why ” of Goal Pursuits : Human Needs and the Self-Determination of Behavior*. 2000.
- [9] Dyskalkulie, Thema: *Dyskalkulie 2. Ratgeber zum Thema Dyskalkulie - Erkennen und Verstehen*. 2018. [https://www.bvl-legasthenie.de/images/static/pdfs/bvl/ratgeber{\\_}2{\\_}dyskalkulie{\\_}7{\\_}2016.pdf](https://www.bvl-legasthenie.de/images/static/pdfs/bvl/ratgeber{_}2{_}dyskalkulie{_}7{_}2016.pdf).
- [10] Fritz, Annemarie: *Handbuch Rechenschwäche*. Beltz Pädagogik, 2009, ISBN 3407831641. <https://www.amazon.com/Handbuch-Rechenschw%C3%A4che/dp/3407831641?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbiori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3407831641>.
- [11] Hainey, Thomas, Thomas M. Connolly, Elizabeth A. Boyle, Amanda Wilson und Aisya Razak: *A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education*. Computers and Education, 102:202–223, 2016, ISSN 03601315. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.001>.

- [12] 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=chimbiori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3832533915>.
- [13] IJsselsteijn, W A, Y A W De Kort und Karolien Poels: *The game experience questionnaire*. 2013.
- [14] 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.
- [15] 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>.
- [16] Lämsä, Joni, Raija Hämäläinen, Mikko Aro, Raine Koskimaa und Sanna Mari Äyrämö: *Games for enhancing basic reading and maths skills: A systematic review of educational game design in supporting learning by people with learning disabilities*. British Journal of Educational Technology, 49(4):596–607, 2018, ISSN 14678535.
- [17] Ltd, Flow Factory: *Semideus School*, Mar 2016. <https://itunes.apple.com/de/app/semideus-school/id1094392193?mt=8>.
- [18] Möslein-Tröppner, Bodo und Willi Bernhard: *Digitale Gamebooks in der Bildung: Spielerisch lehren und lernen mit interaktiven Stories (German Edition)*. Springer Gabler, 2018. <https://www.amazon.com/Digitale-Gamebooks-Bildung-Spielerisch-interaktiven-ebook/dp/B07CPNTQLX?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbiori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=B07CPNTQLX>.
- [19] Ninaus, Manuel, Kristian Kiili, Jake McMullen und Korbinian Moeller: *A Game-Based Approach to Examining Students' Conceptual Knowledge of Fractions*. In: Bottino, Rosa, Johan Jeuring und Remco C. Veltkamp (Herausgeber): *Games and Learning Alliance: 5th International Conference, GALA 2016, Utrecht, The Netherlands, December 5–7, 2016, Proceedings*, Seiten 37–49. Springer International Publishing, dec 2016. [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-50182-6{\\_}4](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-50182-6{_}4).
- [20] Poels, Karolien, Wijnand IJsselsteijn und Yvonne De Kort: *KidsGEQ*. Seite 2008, 2008.

- [21] Randel, Josephine M., Barbara A. Morris, C. Douglas Wetzel und Betty V. Whitehill: *The Effectiveness of Games for Educational Purpose: A Review of Recent Research*, 1992.
- [22] Schürig, Hildrun: *Spielend lernen : Serious Games in den Neuen Medien als Intervention im Bereich der Dyskalkulie bei Kindern*. (August), 2016.
- [23] 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.
- [24] Wilms, Markus: *Serious Games: Digitale Spiele in den Anwendungsgebieten Training, Bildung und HealthCare (German Edition)*. Diplomica Verlag GmbH, 2015, ISBN 3959347219. <https://www.amazon.com/Serious-Games-Digitale-Anwendungsgebieten-HealthCare/dp/3959347219?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3959347219>.





# 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