



Thesenblatt

Thema: Das Freemiumerlösmodell in der Spielebranche
Eine ökonomische Analyse der Märkte,
des Nutzungsverhaltens
und der Institutionen

eingereicht von: Philipp Christian Lohse

eingereicht am: 31. August 2024

Betreuer: Prof. Dr. Stefan Okruch

Leiterin der Doktorschool: Prof. Dr. Ellen Bos

Zusammenfassung

Digitale Spiele sind immer seltener Produkte, sondern immer öfter ein Service. Dieser Wandel geht mit Veränderungen des Spieledesigns einher, da zunehmend auf das Freemiumerlösmodell gesetzt wird. Digitale Spiele sind kostenlos verfügbar und beinhalten Premiuminhalte, die durch In-App-Käufe verfügbar werden. Umsatz kann dadurch generiert werden, dass die Anwender Geld dafür bezahlen, um Wartezeiten für das Hochleveln von virtuellen Helden oder Gegenständen überspringen oder um virtuelle Gegenstände (schneller) zu erhalten. Deshalb müssen lange Wartezeiten bzw. uninteressante Spieleinhalte in das jeweilige Spiel integriert werden.

Innerhalb einer virtuellen Ökonomie kann Knappheit unter anderem durch asymmetrische Progression erzeugt werden. Dieses ist beispielsweise der Fall, wenn offensive Spielelemente langsamer hochgelevelt werden können, als defensive. Hierdurch wird ein Kaufanreiz erzeugt.

Digitale Spiele verwenden oftmals verhaltensökonomische Effekte, um ein Nudging zu etablieren, welches die Nutzer zu In-App-Käufen motiviert. Spiele können beispielsweise durch Individualisierungsfaktoren die psychosoziale Bindung des Spielers zum Spiel verstärken. Diese Bindung kann durch das Spiel, beispielsweise aufgrund einer Inflation innerhalb der virtuellen Ökonomie, ausgenutzt werden.

Preise innerhalb der Spiele werden nicht in Echtgeld, sondern in virtuellen Währungen angegeben. Dieses weisen in der Regel mehrere Wechselkurse zu Echtgeldwährungen auf - je nachdem in welchem Umfang die virtuelle Währung gekauft wird. Hierdurch entsteht Preisintransparenz. Zahlungshistorien gibt es nur in seltenen Fällen, sodass Anwender schnell den Überblick verlieren können.

Es kommt zunehmend zu einer Konvergenz vom Konsum digitaler Spiele und Glücksspiel. Der Glücksspielstaatsvertrag wird derzeit nicht angewendet. Die bestehenden Vorsorge- und Hilfsmaßnahmen im Jugendschutzgesetz bieten ein deutlich geringeres Schutzniveau, als der Glücksspielstaatsvertrag. Die Ziele des Glücksspielstaatsvertrags „*Glücksspielsucht und Wettsucht zu verhindern und die Voraussetzungen für eine wirksame Suchtbekämpfung zu schaffen*“ werden nicht erreicht. Das mangelnde Schutzniveau und die fehlenden Hilfsmaßnahmen führen dazu, dass der Großteil des Umsatzes von sehr wenigen Spielern generiert wird.

Im Folgenden werden wesentliche Aspekte der Dissertation kurz vorgestellt. Hierzu wird zunächst der Aufbau der Dissertation, weiterer Kontext zum Thema sowie Forschungsfragen und Methoden vorgestellt. Anschließend folgt die Diskussion wesentlicher Erkenntnisse sowie die Beantwortung der Forschungsfragen und Konklusion.

1 Aufbau der Dissertation

Die Visualisierung des Aufbaus der Dissertation befindet sich in Anhang A. Die Dissertation gliedert sich in fünf Abschnitte. Zunächst wird Kontext zum Thema geschaffen. Hierzu gehört insbesondere auch die Darlegung der wirtschaftlichen Relevanz des Themas sowie die Diskussion der vorhandenen Literatur, die Festlegung der Forschungsfragen und die Vorstellung der Forschungsmethoden. Der Hauptteil ist untergliedert in die Kapitel Marktstruktur, Marktverhalten und Marktergebnis. Darauf folgt das Fazit, in dem die Forschungsfragen beantwortet werden.

2 Kontext

Digitale Spiele sind heutzutage immer seltener ein Produkt, sondern immer öfter ein Service. In der Regel werden digitale Spiele kostenlos angeboten. Umsatz wird durch In-App-Käufe generiert (Siehe Anhang C). Diese Art der Monetarisierung wird als Freemium bezeichnet. Freemium ist ein zusammengesetztes Wort. Es bedeutet, dass die Spiele kostenlos verfügbar sind, aber Premiuminhalte haben, für die der Anwender bezahlen muss. Freemium hat sich als dominante Monetarisierungsmethode am Markt durchgesetzt[20]. Dieses ist insbesondere bei mobilen Spieleapplikationen der Fall, worauf auch der Fokus der vorliegenden Dissertation gelegt wurde. Auf Smartphones wird in Deutschland mehr Umsatz durch Spieleapplikationen generiert, als auf Spielekonsolen oder dem PC (siehe Anhang B). Der Markt ist in den letzten Jahren gewachsen[11] (siehe Anhang D). Spieler werden insgesamt älter und verfügen demzufolge auch über ein größeres Budget. Das Verhältnis der Geschlechter ist weitestgehend ausgeglichen[11]. Das Spielen von digitalen Spielen ist demzufolge kein typisch männliches oder weibliches Phänomen. Jedoch unterscheiden sich Männer und Frauen bei den Präferenzen hinsichtlich der Spielegenres[4].

Auffällig ist, dass viele Spiele glücksspielähnliche Elemente aufweisen. In der Regel sind das sogenannte Lootboxen, welche einem Spieler die Möglichkeit geben einen zufälligen virtuellen Gegenstand zu erhalten. Ob die Grenze zum Glücksspiel überschritten wird, ist bislang umstritten. Das Thema Lootboxen nimmt, aufgrund negativer Beispiele von extremem Kaufverhalten, einen besonders großen Raum in der bestehenden Literatur ein, wodurch andere Themen in den Hintergrund rücken. Es bestehen Forschungslücken zur Untersuchung der psychosozialen Bindung der Spieler zum Spiel im Zeitverlauf und wie diese ggf. durch den Spielepublisher zur Profitmaximierung genutzt werden können. Der Irrtum der versunkenen Kosten ist, jenseits der psychosozialen Bindung ein wesentlicher Motivator, In-App-Käufe zu tätigen. Über das Spieledesign können Anwender mit Verlust ihres bisherigen Spielfortschritts konfrontiert werden. Die vorhandene Literatur zum Spieledesign bleibt weitestgehend auf einer allgemeinen Ebene.

3 Forschungsfragen und Forschungsmethoden

In der vorliegenden Dissertation werden drei Forschungsfragen behandelt, welche mit unterschiedlichen Forschungsmethoden bearbeitet werden:

1. Welche Determinanten sind für den Erfolg von Freemium als Monetarisierungsmodell verantwortlich?
2. Welche Faktoren beeinflussen problematisches Spielverhalten?
3. Wie müssen gegebenenfalls bestehende Regulierungen und Institutionen reformiert werden, um den Jugendschutz zu gewährleisten. Inwiefern sind zusätzliche Institutionen bzw. Gesetze notwendig?

Forschungsfrage 1: Um die erste Forschungsfrage zu beantworten, ist es notwendig die Marktstruktur näher zu betrachten. Hierfür wird die Wertschöpfungskette von Spielen als Produkt sowie Spielen als Service miteinander verglichen. Ebenso werden die Informationsasymmetrien sowie die Branchenstruktur analysiert.

Forschungsfrage 2: Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wird die Beziehung des Spiels zum Kunden im zeitlichen Verlauf näher betrachtet. An den Stellen, an denen Daten verfügbar sind, wird deshalb auf Feldexperimente gesetzt (siehe Kapitel 7.3, 7.5 und 7.7.1). An verschiedenen Stellen sind jedoch keine Daten verfügbar. Aus diesem Grund wird an diesen Stellen auf Simulationen zurückgegriffen (siehe Kapitel 7.7.3 und 7.8). Bei den Feldexperimenten in Kapitel 7.5 wird im Rahmen einer Regressionsanalyse exemplarisch auf echte Daten aus einer virtuellen Spieleökonomie zurückgegriffen. In Kapitel 7.7.1 werden die sozialen Interaktionen bzw. die Aktivität innerhalb eines Spiels ebenfalls im Rahmen einer Zeitreihenanalyse näher betrachtet. Hierbei liegt insbesondere der Fokus darauf, welchen Effekt das Hinzufügen neuer Spieleinhalte auf die sozialen Interaktionen sowie die Spieleaktivität hat. Um Faktoren zu identifizieren, welche problematisches Spielverhalten beeinflussen und um ein breiteres Bild zur psychosozialen Bindung der Spieler zum jeweiligen Spiel zu erhalten, ist es notwendig, ein möglichst breites Feedback von den Spielern einzuholen. Aus diesem Grund werden die Bewertungen in den jeweiligen virtuellen Stores analysiert. Dieses geschieht im Kapitel 7.3 anhand der Analyse von Datensätzen von Heedzy.com. Die Analyse der Bewertungen erfolgt unter anderem im Rahmen einer sogenannten „sentimen analysis“. Nicht alle Daten sind öffentlich einsehbar. Aus diesem Grund wurden in den Kapiteln 7.7.3 und 7.8 Modelle der evolutionären Spieltheorie modifiziert, um auf den Sachverhalt der Dissertation angewendet werden zu können. Hierbei handelt es sich um das SIR- sowie das Lotka-Volterra-Modell. Die Modelle ergänzen die empirische Forschung und helfen dabei weitergehende Aussagen zu treffen.

Forschungsfrage 3: Um die dritte Forschungsfrage zu beantworten werden unterschiedliche Studien und Ergebnisse einbezogen, welche im Rahmen der Diskussion des Marktergebnisses näher analysiert werden. Die dritte Forschungsfrage ist normativ und wird demzufolge auch abschließend normativ beantwortet.

Alle im Rahmen dieser Dissertation verwendeten Datensätze stehen, aufgrund der Datengröße, auf Anfrage zur Verfügung. Wesentliche Zwischenergebnisse sowie weitere Details zur Analyse sind im Anhang hinterlegt.

4 Wesentliche Erkenntnisse

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Erkenntnisse zusammengefasst und erläutert.

4.1 Marktstruktur

Die Marktstruktur von Spielen als Service ist im Vergleich zu Spielen als Produkt bedeutend kürzer. Netzwerkeffekte sorgen auf dem relevanten Markt für Konzentrationsprozesse. Es bestehen sowohl ex-ante, als auch ex-post Informationsasymmetrien auf der Angebots- und Nachfrageseite. Es ist jedoch festzuhalten, dass die Angebotsseite dazu in der Lage ist, im Zeitverlauf sehr viele Informationen über die Kunden zu sammeln. Die Branchenstruktur führt zu einem wenig regulierten Markt mit vielen Kunden und wenig Zulieferunternehmen, welche oftmals wenig bis gar keinen Einfluss auf den Wettbewerb haben.

4.2 Spieledesign

Eine wesentliche Erkenntnis aus dem Spieledesign ist, dass Spieler fortlaufend eine Schleife durchlaufen. Diese Schleife wird als Core Loop bezeichnet. Eine Core Loop setzt sich aus drei bis vier Elementen zusammen. Hierbei handelt es sich um das Auslöseereignis, die Aktion, die (variable) Belohnung und das Investment[9]. Die Abbildung 5 in Anhang E veranschaulicht den Aufbau einer Core Loop. Aufgrund des Investments kommt es zu einem Fortschritt des Spielers innerhalb eines Spiels. Dieses wird Progression genannt. Die Progression innerhalb des Spieledesigns kann so ausgelegt sein, dass die Spieler bei offensiven und defensiven Spielelementen einer asymmetrischen Progression unterliegen (Siehe Anhang F). Die Spieler kommen demzufolge zwangsläufig in eine Situation, in der sie ihren Gegnern im Spiel unterlegen sind.

Das Spieledesign beinhaltet immer auch eine virtuelle Ökonomie. Eine virtuelle Ökonomie sollte grundsätzlich so ausgestaltet sein, dass sie zu einem unterhaltsamen Spielerlebnis beiträgt. Hierfür muss gelten, dass der Vorteil eines virtuellen Gegenstands im Spiel den Kosten entspricht (siehe Anhang G). Die subjektive Relevanz eines virtuellen Gegenstands entwickelt sich dabei nicht linear, sondern stufenförmig.

Lootboxen sind virtuelle Gegenstände, die dem Spieler einen zufälligen weiteren virtuellen Gegenstand geben. Lootboxen werden häufig mit Überraschungseiern verglichen. Allerdings führt dieses zu einer Verharmlosung von glücksspielähnlichen Spielelementen. Lootboxen fallen nicht unter das Glücksspielrecht, weil es nie eine Auszahlung von Null gibt und weil sie keinen wirtschaftlichen Wert haben - auch wenn Letzteres umstritten ist. Lootboxen müssen für eventuelle Regulierungen trennscharf von anderen Spielelementen, wie beispielsweise nicht-spielbaren Charakteren sowie Add-Ons abgegrenzt werden. Ansonsten kann es zu einer Überregulierung kommen.

4.3 Analyse von Bewertungen

Zur Analyse des Spielerlebnisses ist es notwendig, die Spielebewertungen zu betrachten. Hierfür wurden die Rankings sowie Ratings für insgesamt 38 mobile digitale Spielapplikationen analysiert. Es wurden sogenannte Stopwörter, Satzzeichen und besonders kurze Wörter entfernt und aus den verbliebenen Wörtern Tokens erstellt. Anhand der Tokens kann ein Score zwischen -1 und 1 ermittelt werden, welcher eine Aussage darüber trifft, ob ein Wort positiv oder negativ ist. Je höher der Score ist, desto positiver sind die Wörter und je niedriger diese Werte sind, desto negativer sind die verwendeten Wörter. Anhand der Vader-Scores kann geschlussfolgert werden, dass die Texte zu den jeweiligen Bewertungen grundsätzlich mit den abgegebenen Punkten übereinstimmen.

Ebenfalls werden LDA-Topics¹ erstellt. Ein LDA-Modell sortiert die einzelnen Token nach Themen und erstellt hieraus Wörterwolken[6]. Jede Wörterwolke steht hierbei für ein Thema bzw. Topic, welches durch das LDA-Modell identifiziert wurde. Es sind demzufolge Wörter in einem Topic, die statistisch besonders häufig zusammen verwendet wurden.

Das Wort „addictive“ ist kein positives Wort. Allerdings wird es bei Spielebewertungen oftmals in einem positiven Kontext verwendet. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass es zu einem leichtfertigen Marktverhalten der Anwender kommt. Eine inhaltliche Nähe von suchtbeschreibenden Begriffen kann zu Wörtern, die etwas mit dem Ausgeben von Geld oder einem gewissen Zeitaufwand innerhalb des Spiels zu tun haben, festgestellt werden.

¹Latent Dirichlet Allocation

Die Tatsache, dass Spieler für bestimmte Spieleinhalte bzw. Spielerfolge Geld bezahlen können, um diese zu erreichen (pay to win), ist etwas, dass bei den Spielern auf ein geteiltes Feedback stößt. Zum Einen finden sich LDA-Topics, welche die Wörter „pay“ und „win“ mit anderen positiven Wörtern zusammenfügt. Andererseits gibt es auch diverse negative Bewertungen mit eben diesen Worten. Insgesamt werden die Worte „money“ und „pay“ tendenziell in einem negativen Kontext verwendet. Es fällt auf, dass Wörter, welche mit Sucht zu tun haben, häufig in einem positiven Kontext gesetzt werden. Die Nutzer genießen es laut eigenen Bewertungen, ein süchtig machendes Spiel zu spielen. Hierbei ist davon auszugehen, dass dieses zumindest teilweise nicht so gemeint ist, wie es geschrieben wurde. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass Spiele gemeint sind, die besonders immersiv sind und schnell besonders viel Spaß bereiten. Dennoch können derlei Kundenbewertungen ein Indikator dafür sein, dass - zumindest teilweise - ein pathologisches Spielverhalten bzw. problematisches Spielverhalten vorliegt.

4.4 Virtuelle Währungen

Virtuelle Währungen kommen innerhalb von virtuellen Ökonomien mobiler digitaler Spiele als Zahlungsmittel vor. In der Regel werden diese beispielsweise als Gold oder Juwelen bezeichnet. Diese können von den Spielern durch echtes Geld erworben oder innerhalb des Spiels, aufgrund des Erreichens bestimmter Erfolge, erspielt werden. Virtuelle Währungen weisen in aller Regel einen nicht einfach nachvollziehbaren Wechselkurs zu einer realen Währung auf. Hinzu kommt, dass im Store innerhalb des jeweiligen Spiels virtuelle Währung oftmals mit Rabatten gekauft werden kann. Anwender müssen demzufolge - sofern sie nicht immer eine einheitliche Menge an virtueller Währung kaufen - eine Mischkalkulation betreiben, um nachvollziehen zu können, was der jeweilige Kauf eines virtuellen Gegenstands kostet.

4.5 Irrtum der versunkenen Kosten

Die psychosoziale Verbindung der Spieler zum Spiel wird nicht nur durch den Spaß bestimmt, den ein Spieler beim Spielen erlebt. Je intensiver ein Spieler ein Spiel nutzt, desto eher wird es eine rationale Entscheidung für ihn, noch mehr Engagement auf dieses Spiel zu verwenden. Je mehr Zeit und Geld für ein Spiel ausgegeben werden, desto höher sind die versunkenen Kosten des Spielers. Wenn ein Spieler mit dem Spielen aufhört, wird der Spieler mit den versunkenen Kosten konfrontiert. Es ist demzufolge rational für einen Spieler, der sich bereits auf einem höheren Level in einem mobilen digitalen Spiel befindet, dieses Spiel weiter zu spielen, selbst wenn ein anderes Spiel ihm mehr Vergnügen bereiten würde. Diese Spieler ziehen die versunkenen Kosten in ihre Entscheidung mit dem Spielen aufzuhören ein, da sie eine emotionale Verbindung zum Spiel haben (siehe Anhang H).

Aufgrund des „sunk cost bias“ reicht bereits ein geringes Ausmaß an Konfrontation mit Verlust aus, um eine deutliche Reaktion hervorzurufen. Im Rahmen der Dissertation wird eine Fallstudie zu der Spieleapplikation „War of Nations“ vorgestellt. „War of Nations“ ist eine Spieleapplikation, die sich am Ende des Produktlebenszyklus befunden hat und durch Inflation innerhalb der virtuellen Spieleökonomie, den Produktlebenszyklus verlängern konnte. Die Inflation wurde erreicht in dem neue virtuelle Helden - sogenannte Kommandanten - im Spiel implementiert wurden, die wesentlich stärker waren als alle bisherigen virtuellen Helden. Die Abbildung 8 zeigt die Daten des Rankings und der Inflationsrate der Kommandanten. Die Inflationsrate des Kommandanten wird für jedes Quartal basierend auf dem vorherigen Quartal berechnet. Das Ranking wird für die Kategorien „Spiele“ und „Umsatzstärkste“ abgebildet. Für jedes Quartal wurde ein durchschnittlicher Rang berechnet. Das Gleiche gilt für die durchschnittliche Summe der Merkmale der Kommandanten. Die Rankings sind Indikatoren für die Popularität und den Umsatz des Spiels. Je höher das Ranking in der umsatzstärksten Kategorie, desto höher ist der Umsatz relativ zu allen anderen Unternehmen auf dem Markt. Die Inflationsrate ist ein Indikator für den Verlust, mit der das Spiel die Spieler konfrontiert hat. Aufgrund der Inflation innerhalb der virtuellen Ökonomie konnte für mehrere Quartale eine Stabilisierung des Rankings und damit auch des Umsatzes relativ zu allen anderen Wettbewerbern erreicht werden (siehe Anhang I). Langfristig konnte der Abwärtstrend jedoch nicht gestoppt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Spieler Inflationserwartungen getroffen haben.

4.6 IKEA-Effekt

Menschen neigen dazu, Produkte höher zu bewerten, wenn sie Zeit für die Produkte aufwenden oder sie selbst aufbauen. Jedes Mal, wenn Menschen etwas selbst machen, zum Beispiel Essen zubereiten, Lego-Spielzeug oder Möbel aufbauen, haben sie eine höhere Bewertung für diese Produkte. Der IKEA-Effekt bzw. die sozialpsychologische Bindung zwischen dem Spieler und dem jeweiligen Spiel ist für die Angebotsseite von besonderer Relevanz. Sobald es gelingt, eine kognitive Bindung aufzubauen, kann aus Sicht der Spieler eine subjektive Relevanz für das jeweilige Spiel bzw. Teile dessen aufgebaut werden. Durch den IKEA-Effekt kann der Spieler an das Spiel gebunden werden. Produktdifferenzierung auf dem relevanten Markt muss demzufolge in der Art geschehen, sodass die emotionale Bindung gesteigert wird. Soziale Spielelemente und möglichst viele Möglichkeiten das Spiel zu individualisieren steigern diesen Effekt. Ebenso sind die sozialen Interaktionen relevant bzw. entsprechende Proxyvariablen hierfür. Je mehr die Anwender miteinander interagieren, desto ausgeprägter wird die sozialpsychologische Bindung zwischen den Anwendern und dem Spiel.

Anhand einer Fallstudie zum Spiel „Clash of Clans“ werden die sozialen Interaktionen näher untersucht. Das Spielstatistikportal www.clashofstats.com hat einen Datensatz zur Verfügung gestellt. „Clash of Stats“ ermöglicht es Spielern, ihren Spieler-Tag, eine individuelle Identifikationsnummer, einzugeben, und anschließend sammelt die Website bestimmte relevante Statistiken über den jeweiligen Spieler mithilfe der öffentlichen Schnittstelle (API) vom Spielepublisher Supercell - dem Unternehmen hinter der Spieleapplikation „Clash of Clans“. Im vorliegenden Datensatz sind Daten von insgesamt 433.063 Nutzern des Spiels „Clash of Clans“ im Zeitraum vom 1. Januar 2017 bis zum 31. Mai 2020 enthalten[17]. Es gibt jeweils einen Eintrag in den Datensatz pro Spieler und Tag. Der Datensatz enthält insgesamt 391.973.802 Beobachtungen.

In dem Spiel können sich Spieler gegenseitig virtuelle Einheiten für ihre jeweiligen virtuellen Armeen spenden, um einen Vorteil in der Offensive oder Defensive zu haben[2]. Hierfür fordert ein Spieler innerhalb seines jeweiligen Clans bestimmte Truppen an und andere Spieler können diese Truppen spenden[2]. Diese können sowohl zur Verteidigung als auch im Angriff genutzt werden[2]. Die Truppenspenden zwischen den Spielern von „Clash of Clans“ sind deshalb eine Proxy-Variable für soziale Interaktionen, die Aktivität der Spieler und wie stark die Spieler miteinander interagieren. Je mehr Spieler sich gegenseitig virtuelle Einheiten spenden, desto intensiver spielen sie das Spiel.

Neue wichtige Inhalte, wie die Einführung eines neuen Rathaus-Levels, können die sozialen Interaktionen innerhalb der virtuellen Ökonomie der mobilen digitalen Spielanwendung „Clash of Clans“ vorantreiben. Spieler möchten neue Inhalte erkunden und möglicherweise sehen, wie sich verschiedene Strategien innerhalb des Spiels ändern. Aus dem Datensatz geht deutlich hervor, dass die Truppenspenden nach der Einführung eines neuen Rathaus-Levels gestiegen sind. Truppen, die pro Rathaus-Level und Tag gespendet werden, sind ein guter Indikator für die Aktivität der Spieler innerhalb des Spiels[17]. Die Interaktionen zwischen den Spielern nehmen im Laufe der Zeit ab. Die Gründe hierfür können vielschichtig sein[16]. Es kann daher argumentiert werden, dass eine mobile digitale Spielanwendung ihre Kunden verlieren könnte, wenn das jeweilige Unternehmen aufhört, neue Inhalte zu veröffentlichen. Spieler interagieren auf unterschiedlichen Intensitätsniveaus miteinander.

Die Bindung zwischen Spieler und Spiel kann durch die jeweiligen Spielepublisher ausgenutzt werden. Eine Möglichkeit hierzu wird in der Dissertation modelltheoretisch analysiert. Der IKEA-Effekt wird theoretisch durch eine Simulation des modifizierten Lotka-Volterra-Modells betrachtet. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass für alle digitalen „Spiele als Service“ Aussagen auf abstrakter Ebene getroffen werden können. Darüber hinaus ist eine empirische Untersuchung nicht möglich, da es keine öffentlichen Daten zur Bewertung der Nutzer für das jeweilige Spiel, das sie im Laufe der Zeit spielen, gibt. Spieler geben in der Regel höchstens einmal eine Bewertung eines digitalen Spiels im jeweiligen App-Store ab, da die Stores entsprechende Beschränkungen für Mehrfachbewertungen aufweisen.

Die Simulation basiert auf dem Lotka-Volterra-Modell. Die grundlegende Idee hinter diesem Modell ist, dass Spieler von digitalen Spielen über einen längeren Zeitraum spielen. In dieser Zeit entwickeln sie aufgrund des IKEA-Effektes eine emotionale bzw. psychosoziale Bindung zum Spiel. Sie können etwas aufbauen und bestimmte Dinge im jeweiligen Spiel individualisieren. Jeder Spieler ist zu Beginn aktiv. Ist ein Spieler aktiv, kann er Zeit und/oder Geld für In-App- oder In-Game-Käufe im Spiel ausgeben. Wenn ein Spiel dem Spieler nicht mehr gefällt, hört der Spieler mit dem Spielen auf. Die psychosoziale Bindung kann durch den Spieleanbieter jedoch auch ausgenutzt werden. Dieses kann beispielsweise in Form von Inflation in virtuellen Ökonomien bzw. das Anheben von Preisen geschehen.

Die Modifizierung des Lotka-Volterra-Modells zeigt, dass ein digitales Spiel schnell das Ende seines Lebenszyklus erreichen kann, auch wenn wichtige Key-Performance-Indikatoren, wie aktive Spieler oder die im Spiel verbrachte Zeit nahezu gleich bleiben[18]. Spielepublisher müssen sich bewusst sein, dass eine hohe Preiserhöhung oder andere drastische Änderungen an einem Spiel als Service zu diesem Phänomen führen können.

4.7 PCGE-Modell

Das PCGE-Modell ist eine Modifikation des SIR-Modells. Das SIR-Modell ist ein gängiges Infektionsmodell, welches auf den betrachteten Sachverhalt übertragen werden kann, und nimmt an, dass es drei verschiedene Gruppen gibt. Bei den Gruppen handelt es sich um diejenigen, die gesund sind und sich potentiell anstecken können (Susceptible), die Infizierten (Infected) und die (imunen) Geheilten (Recovered). Diese Gruppen werden um eine weitere Gruppe erweitert und neu benannt. Hierbei handelt es sich um potentielle Gamer, Casual-Gamer, Guru-Gamer und Ex-Gamer. Hierdurch können unterschiedliche Spielergruppen und deren Zusammenwirken und Auswirkungen auf den Produktlebenszyklus untersucht werden. Die Systemdynamik des PCGE-Modells befindet sich in Anhang J und deren Auswirkungen auf die einzelnen Populationen im Zeitverlauf bei gegebenen Startwerten in Anhang K. Durch das Vorhandensein von Guru-Gamern kann der Produktlebenszyklus gestreckt bzw. verlängert werden. Diese Spieler spielen über einen längeren Zeitraum hinweg.

4.8 Marketing

Werbung digitaler mobiler Spiele setzt insbesondere auf Werbung in sozialen Medien. Innerhalb der sozialen Medien sollen Aufmerksamkeit erzeugt und Downloads generiert werden. Aufmerksamkeit wird insbesondere durch markante Sprüche und schnelle Videosequenzen erzeugt. Die Werbung ist dabei einfach und teilweise etwas stupide. Es werden Handlungsaufrufe - sogenannten call-to-action - verwendet. Der Einsatz von Fakevertising, also der Werbung mit anderen Inhalten als denen, die im Spiel enthalten sind, kommt vor und ist keine Seltenheit[19]. Erstaunlicherweise spielt ein nicht unerheblicher Anteil der Spieler trotzdem weiter, auch wenn der beworbene Inhalt nicht mit dem heruntergeladenen Spiel übereinstimmt[19].

4.9 Marktergebnis

Die Angebotsseite kann verschiedene (verhaltensökonomische) Effekte und Informationsasymmetrien nutzen, um Preise oberhalb der Grenzkosten durchzusetzen und auch um eine Veränderung der Zahlungsbereitschaften herbeizuführen. Dabei kann es zu problematischen oder auch pathologischem Spielverhalten auf der Nachfrageseite kommen. Der externe Effekt führt zu einem volkswirtschaftlichen Schaden, welcher internalisiert werden muss. Die derzeitige Bereitstellung von digitalen Spieleangeboten ist nicht optimal. Eine Studie des DAK aus dem Jahr 2019 kommt zu dem Ergebnis, dass es in Deutschland 465.000 Jugendliche gibt, die als Risiko-Gamer klassifiziert werden können[5]. In der Studie wird insbesondere hervorgehoben, dass Jugendliche Risiko-Gamer dreimal häufiger in der Schule fehlen, als Jugendliche mit einem unproblematischen Spielverhalten[5].

Darüber hinaus kann es, insbesondere durch Lootboxen (siehe Kapitel ??), zu einer Verharmlosung von Glücksspiel kommen. Menschen, die mobile digitale Spiele konsumieren, neigen tendenziell auch eher dazu, zu einem späteren Zeitpunkt auch an einem anderen Glücksspiel teilzunehmen. Der negative gesellschaftliche Effekt, der durch Glücksspiel verursacht wird, wird demzufolge verstärkt.

Sowohl in der gesellschaftlichen, als auch wissenschaftlichen Debatte besteht weitestgehend Konsens darüber, dass von mobilen digitalen Spieleangeboten mit dem Freemiumerlösmodell keine grundsätzliche Gefahr ausgeht. Der wirtschaftliche Wert von virtuellen Gegenständen in Lootboxen ist umstritten. Ein Großteil der Anwender tätigt keine In-App-Käufe, während ein sehr geringer Anteil für fast den gesamten Umsatz der Branche verantwortlich ist[21]. Pathologisches Spielverhalten kann durch das jeweilige Spieledesign auf unterschiedliche Art und Weise gefördert werden[22]. Eine Fokussierung der politischen Debatte auf ein mögliches Verbot von Lootboxen greift zu kurz.

Die bestehenden Regulierungen in dem Bereich der mobilen digitalen Spiele sind verhältnismäßig gering. Im März 2024 hat die „Gemeinsame Glücksspielbehörde der Länder“ einen Appell zur stärkeren Regulierung von Lootboxen unterstützt[12]. Es stellt sich die Frage, welche Möglichkeiten es zur institutionellen Stärkung der Verbraucherseite gibt, da das Gefahrenpotential weiterhin vorhanden ist und nicht nur von Lootboxen ausgeht. Die Notwendigkeit einer verstärkten Regulierung ist gegeben. Die wesentlichen möglichen Regulierungen von mobilen digitalen Spielen lassen sich in die folgenden drei Kategorien zusammenfassen:

- Limitierung der Verfügbarkeit von Spielen (Altersbeschränkungen, Überwachung der Eltern, Limit setting, Selbstexklusion etc.)
- Maßnahmen zur Reduzierung von Risiken und Schäden (Warnmeldungen z.B. personalisierte Nachrichten, Pop up reminder etc.)
- Vorsorge- und Hilfsmaßnahmen für Spieler mit problematischem Nutzungsverhalten

5 Beantwortung der Forschungsfragen

1. „Welche Determinanten sind für den Erfolg von Freemium als Monetarisierungsmodell verantwortlich?“

Zentraler Erfolgsfaktor für Freemium als Monetarisierungsmodell sind die Grenzkosten eines Downloads von Null Euro für die Spielepublisher. Darüber hinaus besteht, im Vergleich zu Spielen als Produkt, eine verkürzte Wertschöpfungskette.

Das durchschnittliche Alter von Spielern nimmt zu. Ältere Spieler verfügen - im Vergleich zu jüngeren Spielern - tendenziell eher über größere finanzielle Möglichkeiten, um In-App-Käufe zu tätigen. Dieser Trend wird sich aufgrund des demographischen Wandels, langfristig weiter verstetigen.

Das veränderte Spieledesign im Vergleich zu Spielen als Produkt und verschiedene verhaltensökonomische Effekte haben eine Auswirkung auf den Erfolg von Freemium als Monetarisierungsmethode. Hierzu gehören unter anderem Skinnerboxen, asymmetrische Progression, der IKEA-Effekt sowie der Irrtum der versunkenen Kosten. Für ein langfristiges Spielerlebnis ist es notwendig die psychosoziale Bindung zu verstärken. Diese Bindung kann durch soziale Spielelemente sowie Möglichkeiten der Individualisierung ausgebaut werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit die psychosoziale Bindung auszunutzen. Dieses führt jedoch nicht zu einem langfristigen unternehmerischen Erfolg. Das Fallbeispiel zur Spieleapplikation „War of Nations“ zeigt dieses auf. Das Hinzufügen neuer Spieleinhalte fördert insgesamt die Interaktionen und die Aktivität der Spieler für einen gewissen Zeitraum. Die Spieler durchlaufen demzufolge die Core Loop mit einer erhöhten Geschwindigkeit. Die Aktivität der Spieler nimmt aber nach dem Hinzufügen neuer Spieleinhalte wieder ab.

Glücksspielähnliche Spielelemente sowie simuliertes Glücksspiel werden häufig genutzt, um den Profit zu steigern. Derzeit fallen Lootboxen in Deutschland nicht unter das Glücksspielrecht, auch wenn es vereinzelt Literatur mit einer anderen Rechtsauffassung gibt[3].

Für das Marketing von Freemiumspielen wird oftmals auf schnelle Effekthascherei gesetzt. Teilweise wird noch nicht einmal das eigene Spiel beworben[19]. Es gibt wenige Beispiele für besonders einfallsreiche oder aufwendige Marketingmaßnahmen bei mobilen digitalen Spieleapplikationen.

2. „Welche Faktoren beeinflussen problematisches Spielverhalten?“

Die Schnittmenge zwischen Faktoren, welche zu dem Erfolg von Freemium beitragen und denen, die zu problematischem Spielverhalten führen, ist bemerkenswert. Die Existenz von problematischem Spielverhalten ist in den Bewertungen einzelner Spieleapplikationen erkennbar. Die bestehende Forschung hat bereits gezeigt, dass glücksspielähnliche Spielelemente ein problematisches Spielverhalten fördern. Darüber hinaus sind einzelne Spielelemente darauf ausgelegt, die Spieler zu konditionieren. Dieses kann durch Spielelemente gelingen, welche einer Skinnerbox ähneln.

Ebenso kann es aufgrund von einer asymmetrischen Progression dazu kommen, dass die Offensive und Defensive eines Spielers sich mit einer unterschiedlichen Geschwindigkeit entwickeln. Hierdurch entsteht ein Nudging, welches dazu führt, dass der zeitliche Aufwand für ein Spiel bedeutend gesteigert werden muss, um als Spieler weiterhin innerhalb der virtuellen Ökonomie wettbewerbsfähig zu sein. Dieses kann letztendlich auch zu einem problematischen Spielverhalten beitragen.

Das Spieledesign - isoliert betrachtet - ist in der Regel nicht dahingehend ausgelegt, dass besonders große Transparenz für die Anwender vorhanden ist. Zahlungshistorien fehlen in der Regel oder sind nur außerhalb der Spieleapplikationen selbst verfügbar. Die Wahrscheinlichkeiten von virtuellen Gegenständen innerhalb von Lootboxen werden in der Regel nicht angegeben. Die Spiele insgesamt weisen zunehmend mehr Glücksspielelemente auf.

Die psychosoziale Bindung der Spieler zum Spiel wird durch das Spieledesign gefördert und kann ausgenutzt werden. Dieses geschieht zum Beispiel durch den Irrtum der versunkenen Kosten. Der Irrtum der versunkenen Kosten kann dazu führen, dass es individuell rational ist, ein Spiel weiter zu spielen, selbst wenn es dem Spieler keinen Spaß mehr macht und dieser eigentlich aufhören würde, es zu spielen.

3. „Wie müssen gegebenenfalls bestehende Regulierungen und Institutionen reformiert werden, um den Jugendschutz zu gewährleisten. Inwiefern sind zusätzliche Institutionen bzw. Gesetze notwendig?“

Eine Verharmlosung von Glücksspielen sowie der Zugang von Minderjährigen zu Glücksspiel kann nicht im Interesse der Allgemeinheit und damit auch nicht im Interesse des Gesetzgebers sein. Die bestehenden Institutionen müssen weiter gestärkt werden. Die Frage der Klassifizierung von Lootboxen als Glücksspiel muss durch den Gesetzgeber evaluiert werden. Das aktuelle Glücksspielrecht sollte überarbeitet und idealerweise europaweit vereinheitlicht werden. Im Bereich der digitalen Spieleangebote ist die subjektive Relevanz der zufälligen virtuellen Gegenstände bedeutend für das Kaufverhalten. Dieses wird derzeit im Glücksspielrecht nicht abgebildet. Die Anforderung, dass ein wirtschaftlicher Wert existieren muss, erscheint vor dem Hintergrund der derzeitigen Herausforderungen nicht zielführend und läuft dem Ziel des Glücksspielstaatsvertrags, die *„Entstehen von Glücksspielsucht und Wettsucht zu verhindern und die Voraussetzungen für eine wirksame Suchtbekämpfung zu schaffen“* entgegen. Virtuelle Gegenstände können von hoher bzw. niedriger subjektiver Relevanz für die Anwender sein. Hieraus folgt auch, dass das Erhalten eines virtuellen Gegenstands aus einer Lootbox als eine Auszahlung von Null empfunden werden kann.

Es ist eine Ausweitung der Transparenz geboten. Dieses kann beispielsweise in Form von der Verpflichtung zu Zahlungshistorien innerhalb der Spiele geschehen. Eine Zahlungshistorie auf der Webseite des Spieleanbieters ist für die Verwirklichung von mehr Transparenz nicht ausreichend, da dieses eine unnötige Hürde für den Nutzer darstellt. Eine weitere denkbare Regulierung wäre es, die Spieleanbieter zur Angabe der Wahrscheinlichkeiten in Lootboxen zu verpflichten.

Die Praxis des Gacha, dem Sammeln von mehreren gleichen virtuellen Gegenständen, um einen starken virtuellen Gegenstand zu erhalten, übt einen enormen Kaufdruck aus. Dieses gilt insbesondere dann, wenn virtuelle Gegenstände nur innerhalb einer begrenzten Zeit sowie durch auktionsähnliche Spielelemente - z.B. Bestenlisten - erreichbar sind. Eine Möglichkeit, um extremes Kaufverhalten zu reduzieren, ist daher das Verbot von Gacha-Spielelementen.

6 Konklusion

Es ist problematisch, dass vermehrt Glücksspielelemente in mobilen digitalen Spieleangeboten vorkommen. Diese Spieleangebote stehen auch Jugendlichen ohne Alterskontrolle zur Verfügung. Es kommt zu einer Verharmlosung von Glücksspiel. Die Anwender gewöhnen sich bereits vor ihrer Volljährigkeit daran, dass Glücksspiel etwas völlig normales ist. Hieraus ergibt sich ein Gefährdungspotential für Jugendliche und deren Entwicklung.

Freemium als Monetarisierungsmethode ist grundsätzlich nicht gefährlich. Allerdings geht eine Gefahr von Glücksspielelementen innerhalb der jeweiligen Spiele aus[5]. Die Anwendung rundfunkrechtlicher Regelungen läuft dem Ziel des Glücksspielstaatsvertrags entgegen. Darüber hinaus werden durch das Spieledesign erhöhte Kauf- bzw. Spielanreize gesetzt. Hier ist der Gesetzgeber in der Pflicht, durch geeignete Maßnahmen einem überzogenen Nudging entgegenzuwirken. Die negativen externen Effekte müssen internalisiert werden, um eine optimale Bereitstellung zu realisieren.

Freemium kann eine anwenderfreundliche Monetarisierungsmethode sein. Es darf nicht zu überzogenen Kaufzwängen kommen. Die subjektive Relevanz einzelner Spieleinhalte darf für den langfristigen Erfolg einer Spieleapplikation nicht bedeutend größer sein, als alle bisherigen wesentlichen Spieleinhalte. Dauerhaft Stabilität in einer virtuellen Ökonomie umzusetzen ist schwierig, da neue Inhalte zu mehr Aktivität im Spiel führen, welche ansonsten im Zeitverlauf - trotz des IKEA-Effekts - abnimmt.

Literatur

- 1 Clash Ninja (2024). How long will it take to max Town Hall 16?
<https://www.clash.ninja/guides/how-long-to-max-th-16?builders=5>
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 2 Clash of Clans Wiki (2024). Clash of Clans Wiki: Clanburg.
<https://clashofclans.fandom.com/de/wiki/Clanburg>
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 3 Coste, C. C.-K. (2023). Lootboxen – virtuelles Warenautomatenspiel oder Sofortauslösung im Internet? In Seckelmann, M. und Woerlein, A. H., Herausgeber, *eSport in Recht und Gesellschaft*, Seiten 73–96. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- 4 Cutler, K.-M. (2012). Which Types Of Mobile Games Are In The Engagement Sweet Spot? <https://techcrunch.com/2012/12/14/engagement-mobile-games/>
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 5 DAK Gesundheit (2019). Computerspiele: 465.000 Jugendliche sind Risiko-Gamer.
<https://www.dak.de/dak/bundesthemen/computerspielsucht-2103398.html/>
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 6 David M. Blei, Andrew Y. Ng, M. I. J. (2000). Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3:993–1022.
- 7 Diverse Autoren (2018a). War of Nations Facebookgruppe.
<https://www.facebook.com/groups/195959667240038>
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 8 Diverse Autoren (2018b). War of Nations Facebookseite.
<https://www.facebook.com/WarOfNations>
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 9 Eyal, N. (2014). *Hooked*. Redline.
- 10 Game - Verband der deutschen Games-Branche (2021). Jahresreport der deutschen Games-Branche 2021. https://www.game.de/wp-content/uploads/2021/08/game_Jahresreport-der-deutschen-Games-Branche-2021_Deutsch.pdf.
(zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 11 Game - Verband der deutschen Games-Branche (2024). Jahresreport der deutschen Games-Branche 2024.
<https://www.game.de/wp-content/uploads/2024/08/Jahresreport-der-deutschen-Games-Branche-2024.pdf>. (zuletzt eingesehen am 28. August 2024).

- 12** Gemeinsame Glücksspielbehörde der Länder (GGL) (2024). GGL unterstützt Appell für umfassende Regeln zu Lootboxen. Expertenworkshop setzt Impulse für fundierte Glücksspielrechtliche Bewertung. <https://www.gluecksspiel-behoerde.de/de/news/335-ggl-unterstuetzt-appell-fuer-umfassende-regeln-zu-lootboxen-expertenworkshop-setzt-impulse-fuer-fundierte-gluecksspielrechtliche-bewertung> (zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 13** Innovecs.com (2023). Game Balance: A Pivotal Issue in Game Design. <https://www.innovecsgames.com/blog/game-balance-a-critical-issue-in-designing-top-titles/> (zuletzt eingesehen am 28. August 2024).
- 14** Lohse, P. (2019a). How instability in virtual economies of mobile digital games drives and ruins profit. *EAI Endorsed Transactions on Context-aware Systems and Applications*, 6(18):162632.
- 15** Lohse, P. C. (2019b). The Importance of Guru Gamers for Mobile Gaming Applications with Freemium Monetization. In *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on E-Business and Internet*, ICEBI 2019. ACM.
- 16** Lohse, P. C. (2020a). The impact of in-app-purchases on player's losing interest of mobile digital gaming applications. *International Journal of Advanced Research in Commerce, Management and Social Science (IJARCMSS)*, 3(1):47–51.
- 17** Lohse, P. C. (2020b). Social interactions in the virtual economy of “Clash of Clans” from 1st January 2017 to 31st May 2020. In *2020 The 4th International Conference on Software and e-Business*, ICSEB 2020. ACM.
- 18** Lohse, P. C. (2020c). Why Key Performance Indicators Might Fail – The IKEA Effect in Games as a Service. In *2020 The 4th International Conference on E-Business and Internet*, ICEBI 2020. ACM.
- 19** Mago, Z. (2020). Fake-vertising and mobile games: case study of ‘pull the pin’ ads. *Communication Today*, 11(2):132–146.
- 20** Mangan, G. (2016). Pricing's next top model: a game theoretic analysis of ‘freemium’ pricing. *Student Economic Review*, Seiten 177–186.
- 21** Shi, S. W., Xia, M., und Huang, Y. (2015). From Minnows to Whales: An Empirical Study of Purchase Behavior in Freemium Social Games. *International Journal of Electronic Commerce*, 20(2):177–207.
- 22** Zagal, J., Björk, S., und Lewis, C. (2013). Dark Patterns in the Design of Games. *Foundations of Digital Games*. (zuletzt eingesehen am 28. August 2024).

A Aufbau der Dissertation

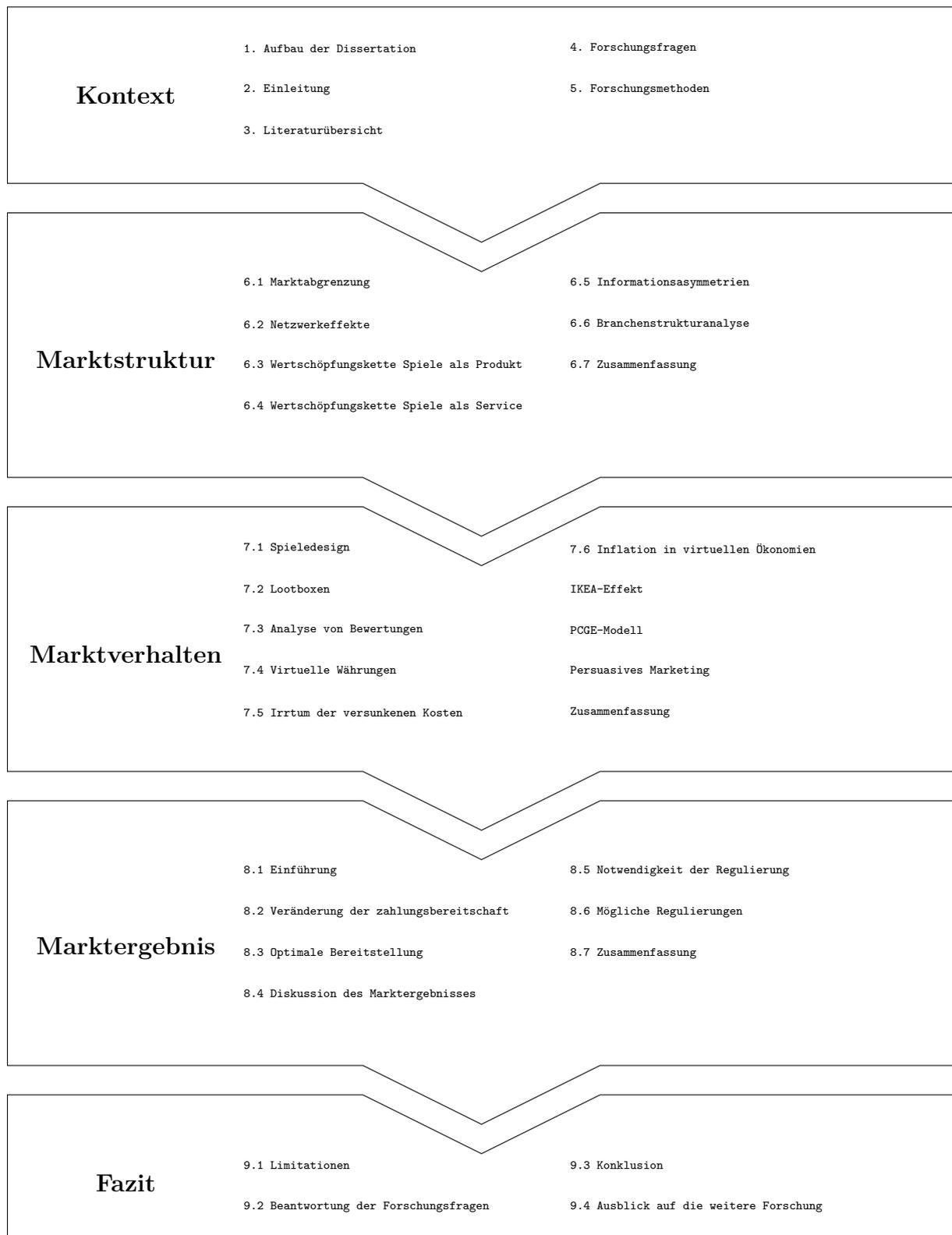


Abbildung 1: Aufbau der Dissertation (eigene Darstellung)

B Beliebteste Spieleplattformen Deutschlands nach Umsatz von 2018 bis 2023

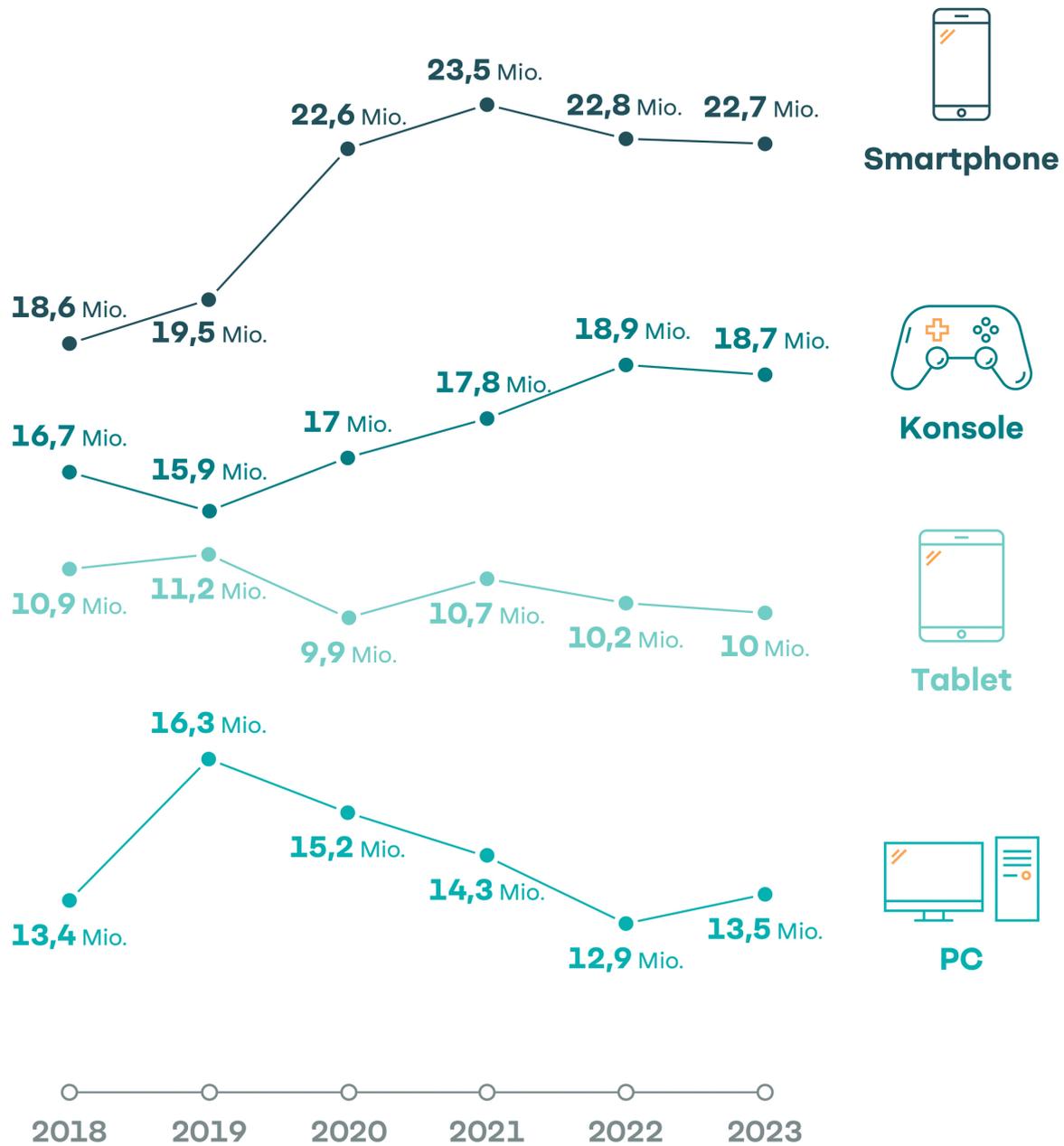


Abbildung 2: Beliebteste Spieleplattformen Deutschlands nach Umsatz von 2018 bis 2023 (Darstellung von Game - Verband der deutschen Games-Branche[11])

C Games-Markt 2020: Umsatz nach Plattform und Geschäftsmodell in Deutschland

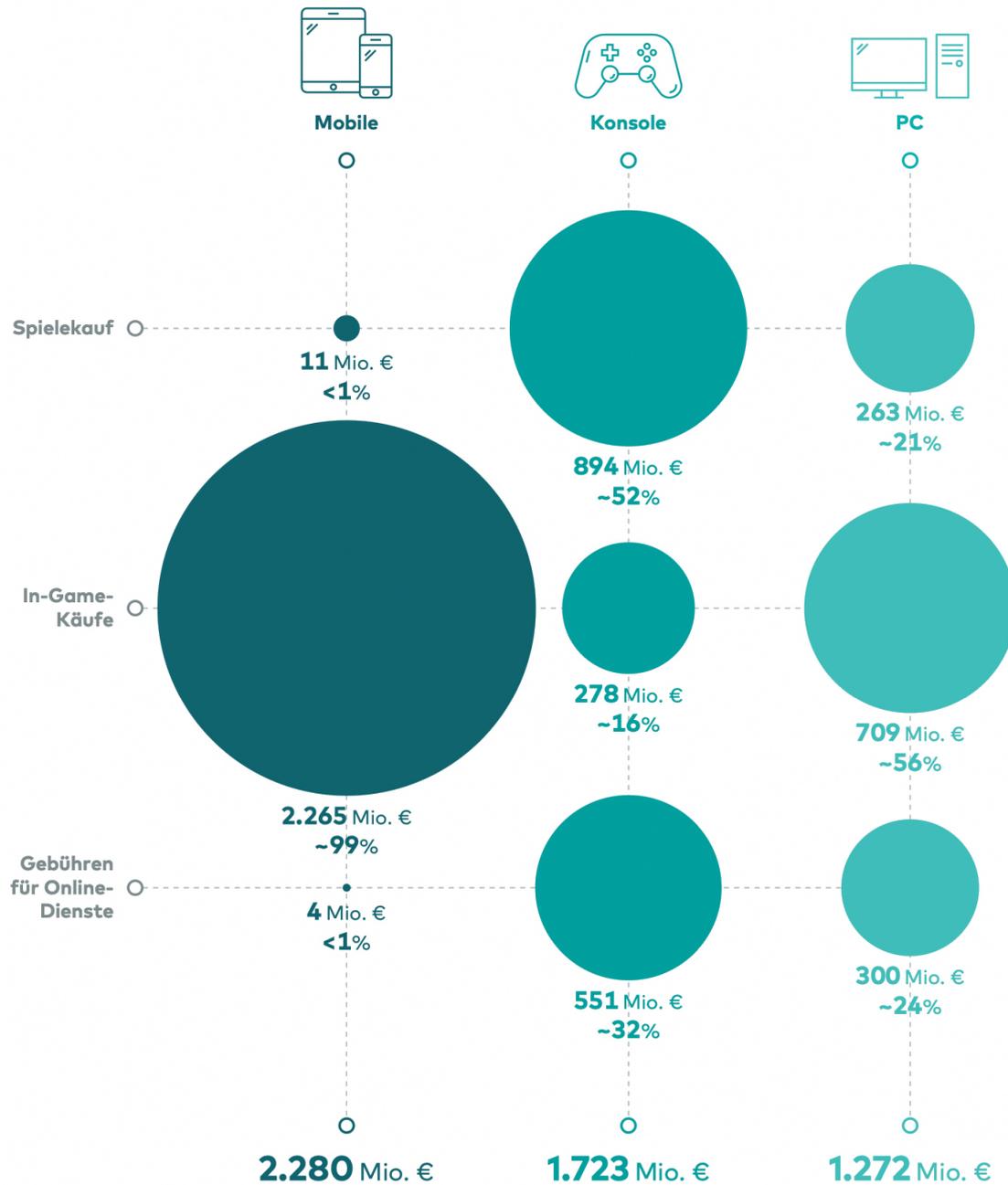


Abbildung 3: Games-Markt 2020: Umsatz nach Plattform und Geschäftsmodell in Deutschland (Darstellung von Game - Verband der deutschen Games-Branche[10])

D Entwicklung des Umsatzes des deutschen Spielmarktes von 1995 bis 2023

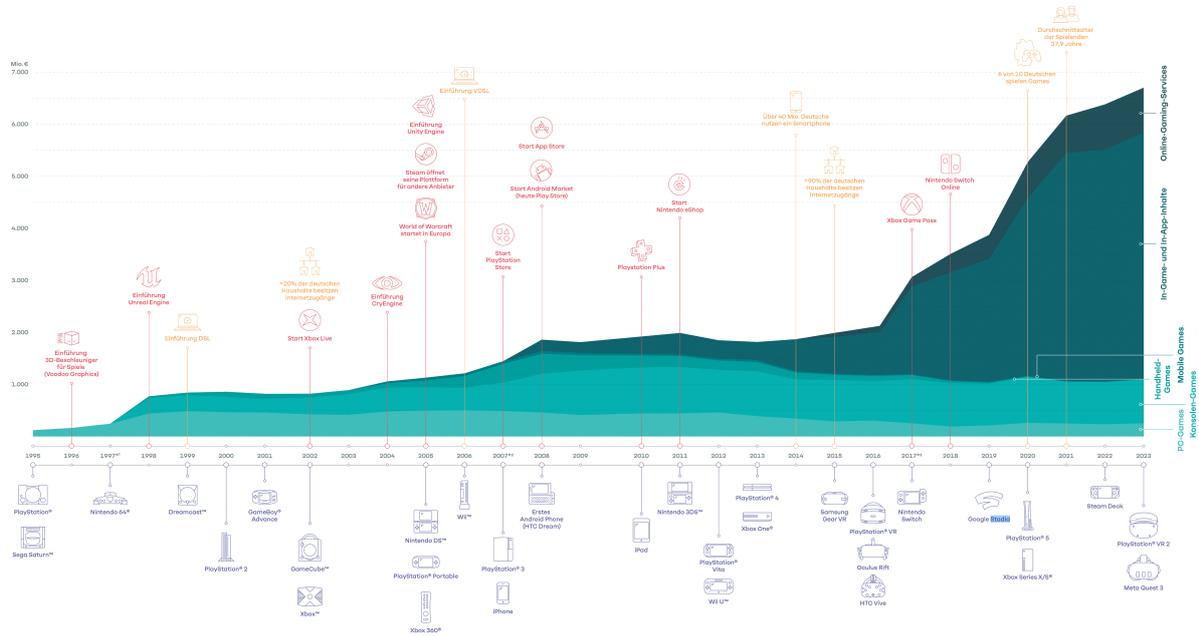


Abbildung 4: Entwicklung des Umsatzes des deutschen Spielmarktes von 1995 bis 2023 (Darstellung von Game - Verband der deutschen Games-Branche[11])

E Core Loop

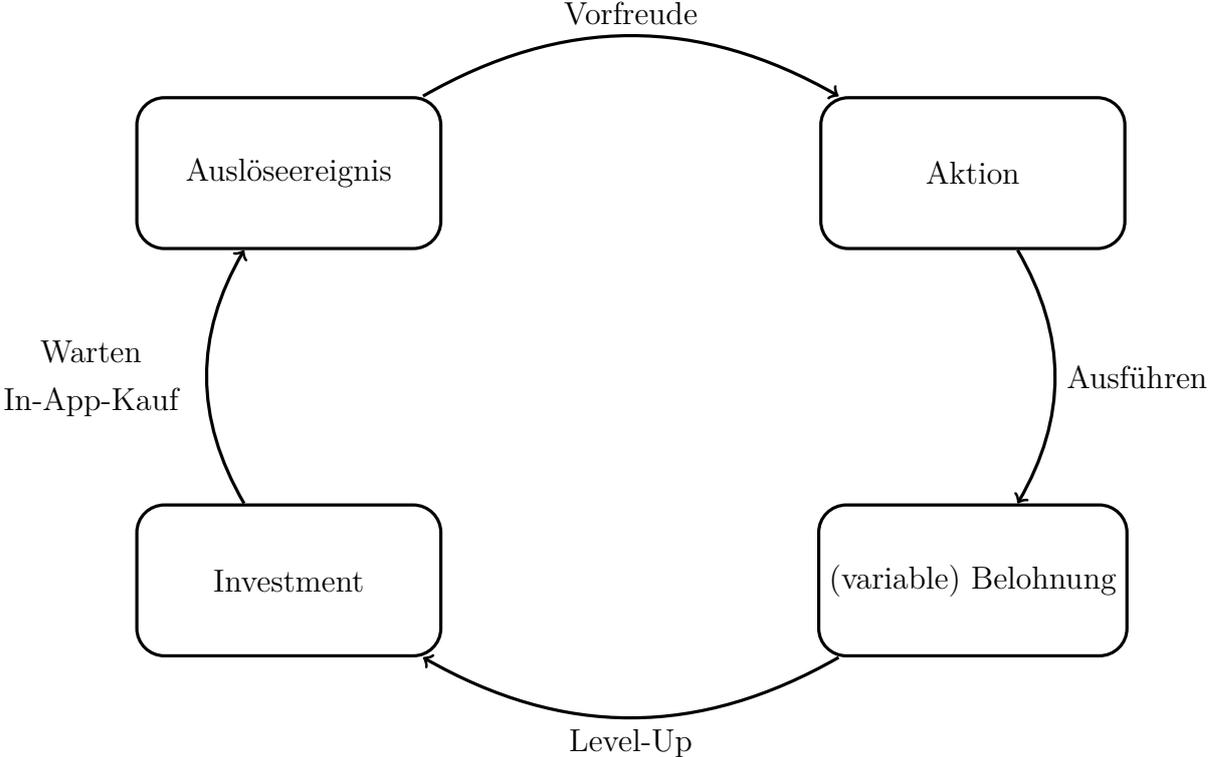


Abbildung 5: Core Loop (Eigene Darstellung nach Eyal[9])

F Asymmetrische Progression in Clash of Clans

	Gebäude	Labor	Helden	Begleiter
RH 2	1S	-	-	-
RH 3	12S 49min	10S	-	-
RH 4	1T 14S 22min	18S	-	-
RH 5	3T 5S 40min	2T 4S	-	-
RH 6	3T 1S 22min	2T 11S	-	-
RH 7	6T 12S 41min	10T 14min	4T 12S	-
RH 8	13T 8S 46min	24T 14S	11T 22S	-
RH 9	27T 23S 32min	13T 8S 46min	11T 22S	-
RH 10	1M 10T 23S	3M 19T 4S	1M 3T 12S	-
RH 11	2M 19S	4M 23T 5S	1M 16S	-
RH 12	3M 2S	7M 8T 2S	2M 26T 6S	-
RH 13	4M 8T 22S	8M 25T 12S	2M 27T 8S	-
RH 14	5M 5T 20S	9M 3T 18S	1M 7T 12S	5M 20T
RH 15	5M 29T 6S	1J 1M 5T	2M 20T	9M 8T
RH 16	7M 20T 12S	1J 3M 15T	1M 10T	4M 29T 12S

Tabelle 1: Zeit je relevantem Gebäude in Clash of Clans je Rathauslevel bei 5 Bauarbeitern und keinem Goldpass[1] (J: Jahr, M: Monat, T: Tage, S: Stunden)

G Virtuelle Ökonomie

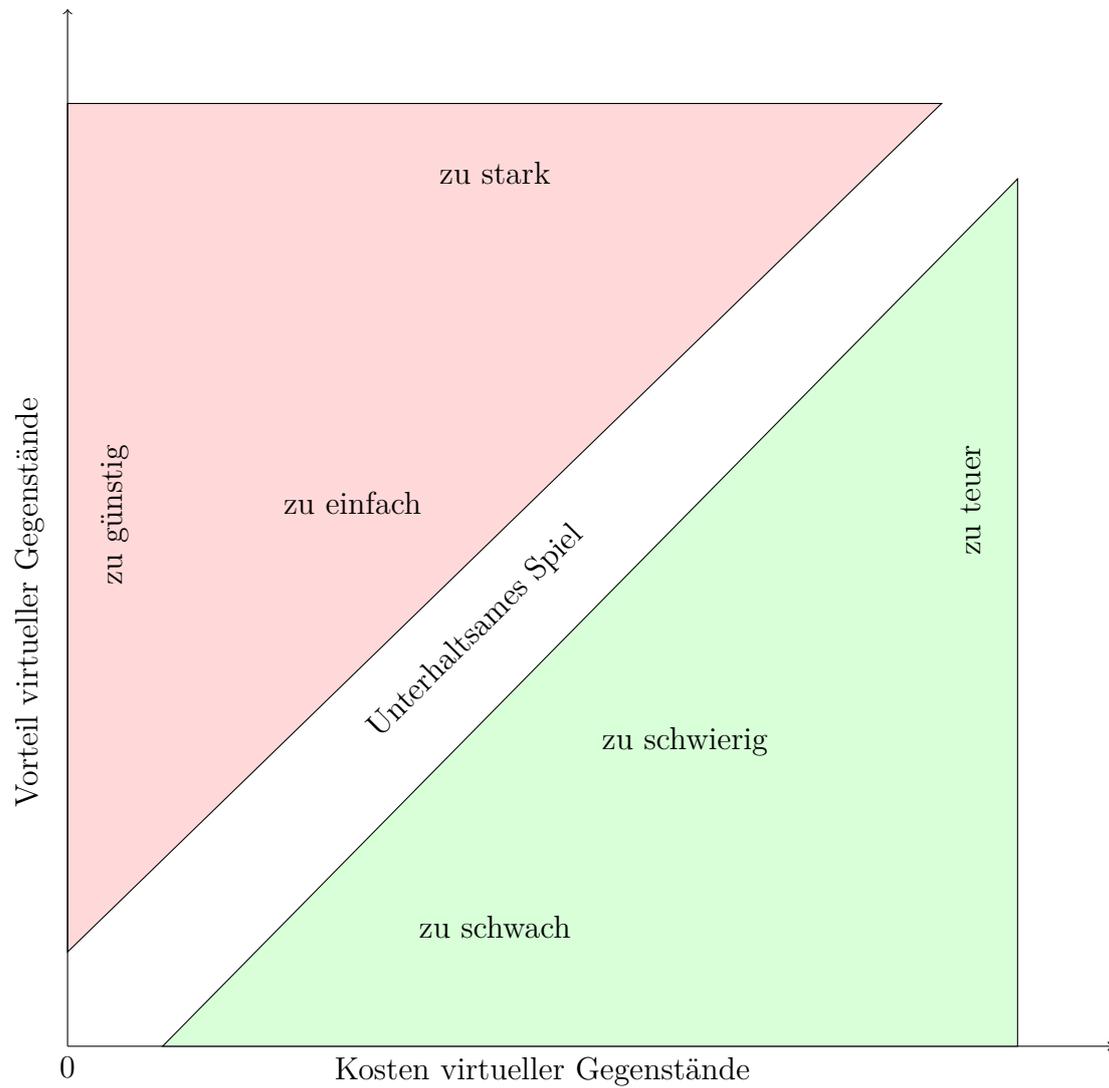


Abbildung 6: Einfluss einer virtuellen Ökonomie auf das subjektive Spielerlebnis (Eigene Darstellung in Anlehnung an Innovecs.com [13])

H Spieltheoretischer Aufbau des Irrtums der versunkenen Kosten

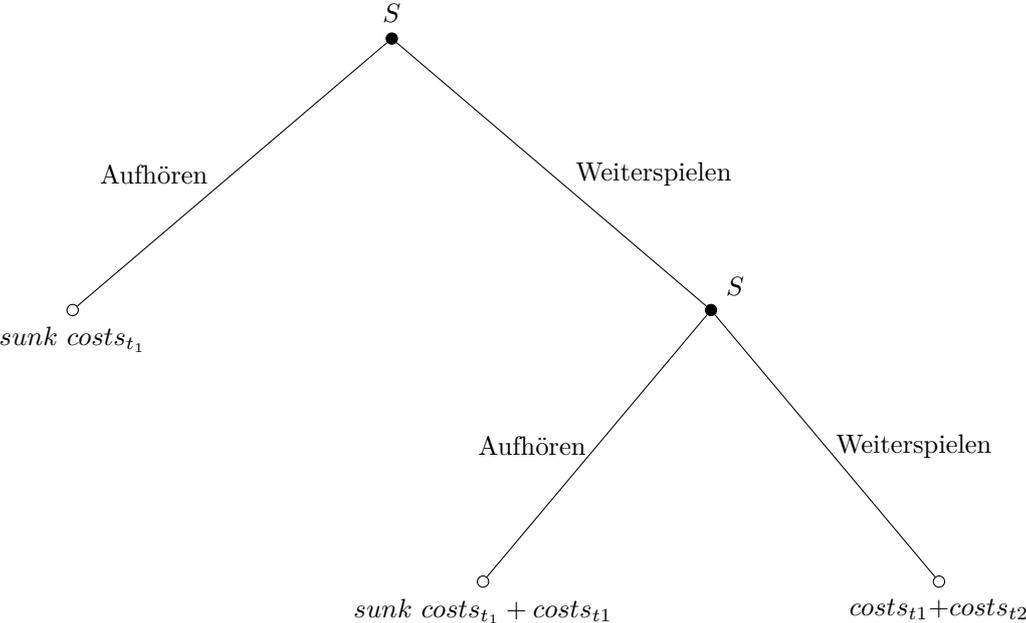


Abbildung 7: Spieltheoretischer Aufbau des Irrtums der versunkenen Kosten (Eigene Darstellung)

I War of Nations: Ranking und Inflation

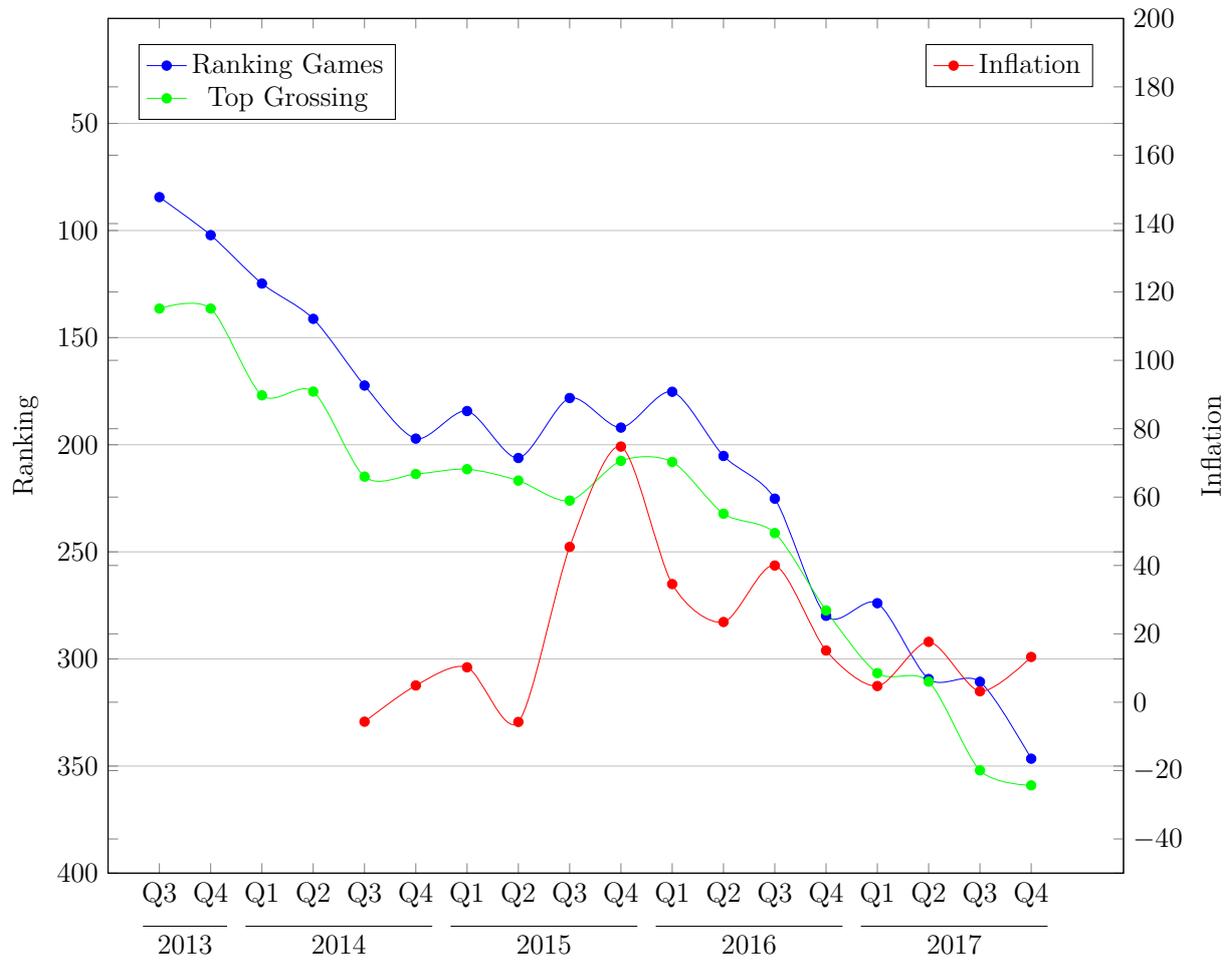


Abbildung 8: War of Nations: Ranking und Inflation (Eigene Darstellung[14]. Daten basieren auf der „War of Nations“-Facebookgruppe [7] und der „War of Nations“-Facebookseite [8])

J Systemdynamik des PCGE-Modells

Die Abbildung 9 veranschaulicht den Aufbau der Systemdynamik des Modells in der Software Vensim.

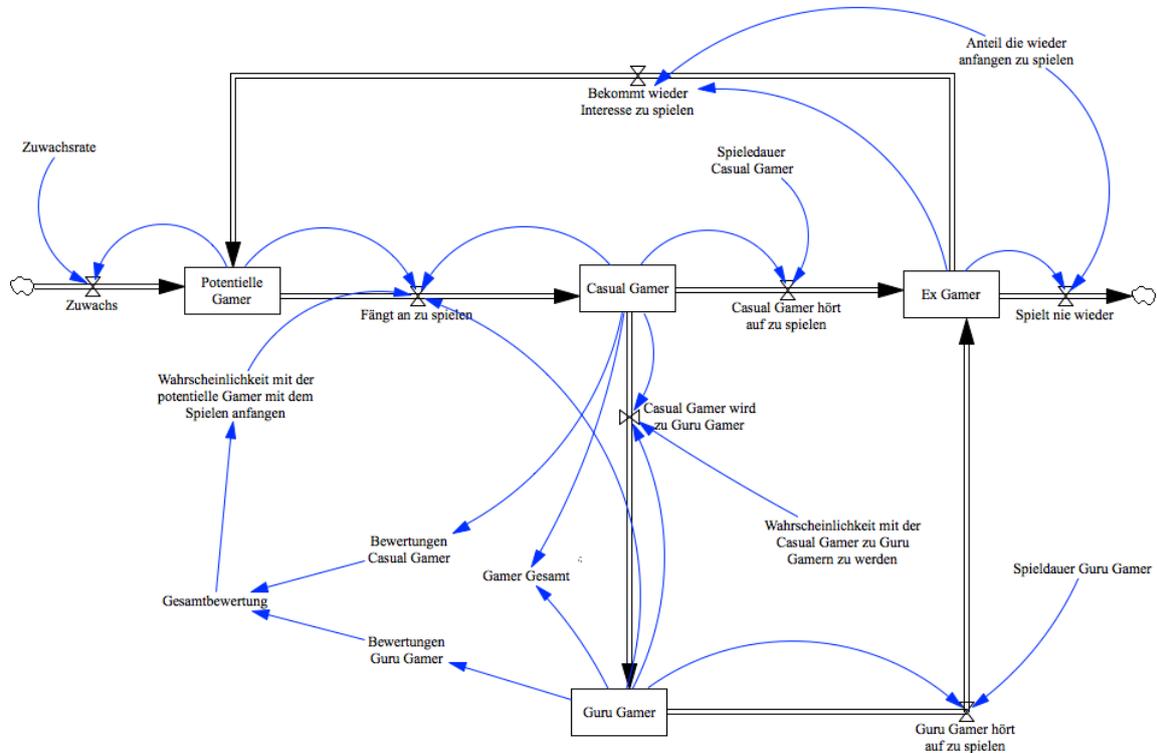


Abbildung 9: Systemdynamik des PCGE-Modells (Eigene Darstellung)[15]

K PCGE-Modell im Zeitverlauf

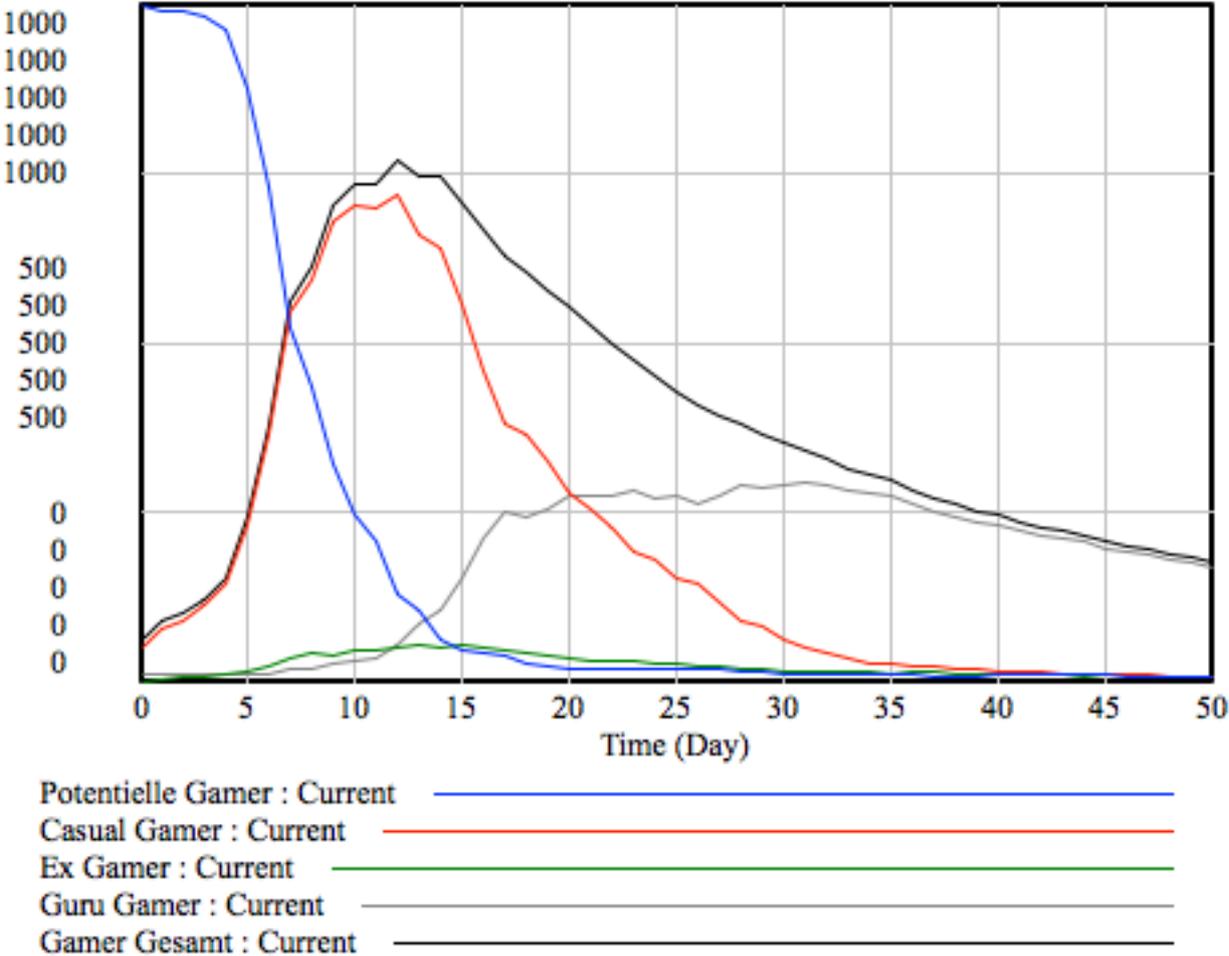


Abbildung 10: PCGE-Modell im Zeitverlauf (Eigene Darstellung)[15]