



BACHELORARBEIT

**RECURSIVE
PUZZLE
DESIGN**

INHALT

KORBINIAN MAAG

RECURSIVE PUZZLE DESIGN

DIE HERAUSFORDERUNGEN VON
PUZZLE DESIGN UND
REKURSIVEM PUZZLE DESIGN
IN SPIELEN WIE PARADOGX

Betreuer 1:
Prof. Daniel Scherzer

Bearbeitungszeitraum:
04.10.2024 – 04.04.2025

Betreuer 2:
Prof. Jürgen Graef

Abgabetermin:
08.01.2025

Inhalt

Abbildungsverzeichniss	05
Abkürzungen	
00 Abstract	
01 Einleitung	
Motivation und Relevanz	09
Warum ist rekursives Design so spannend?	010
Wie transformiert rekursives Design ein Medium?	011
Zentrale Fragestellungen	012
02 Zielgruppen-analyse	
Demografie Von Puzzle-Spielern	014
Motivationen von Puzzle-Spielern	015
Spielpräferenzen & Kommunikation	016
03 Puzzle Design im Allgemeinen	
Was macht Puzzle Design aus?	018
Kriterien eines guten Puzzles	020
04 Historische Entwicklung	
Klassisches Puzzle Design	022
Modernes Puzzle Design	024
Rekursives Puzzle Design	026
05 Puzzle-Mechaniken	
Mechaniken in Puzzle-Design	029
06 PARADOGX Forschungsprojekt	

Prototype 1	031
Prototype 2	032
Early Access Version	033
07 Rekursives Puzzle Design	
Levelkonzept Ideen	035
Level Design Analyse (Patrick's Parabox)	036
Lösungsbeispiel (Patrick's Parabox)	037
Level Design in Paradox	039
Puzzle „Break the Loop“	040
08 Fazit und Ausblick	
Learnings und Erkenntnisse	044
Ausblick von PARADOGX	045
Schlusswort	046
Eidesstattliche Versicherung	047
09 Literatur	
10 Anhang	
Steam Keys „The Paradox Incident“	052

ABBILDUNGSVERZEICHNISS

Ab. 01. „Zork“ Cover	23
Ab. 03. „Lemmings“ Screenshot	23
Ab. 02. „Sokoban“ Screenshot	23
Ab. 06. „The Talos Prinzip“ Screenshot	25
Ab. 04. „Braid“ Screenshot	25
Ab. 05. „Portal 2“ Screenshot	25
Ab. 09. „Patrick's Parabox“ Screenshot	27
Ab. 07. „Cargo-Bot“ Screenshot	27
Ab. 08. „Recursed“ Screenshot 1	27
Ab. 10: „PARADOGX“ Prototype v1 - 01	31
Ab. 11: „PARADOGX“ Prototype v1 - 02	31
Ab. 12: „PARADOGX“ Prototype v1 - 03	31
Ab. 13: „PARADOGX“ Prototype v2 - 01	32
Ab. 14: „PARADOGX“ Prototype v2 - 02	32
Ab. 15: „PARADOGX“ Prototype v2 - 03	32
Ab. 16: „PARADOGX“ Early Access - 01	33
Ab. 17: „PARADOGX“ Early Access - 02	33
Ab. 18: „PARADOGX“ Early Access - 03	33
Ab. 19. „Patrick's Parabox“ Gameplay Analyse	36
Ab. 21. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 02	37
Ab. 20. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 01	37
Ab. 23. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 04	38
Ab. 22. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 03	38
Ab. 00: PARADOGX Prototype v1 01	39
Ab. 00: PARADOGX Prototype v1 02	39
Ab. 00: PARADOGX Prototype v1 03	39
Ab. 24. „Break the Loop“ Puzzle Übersicht	40
Ab. 26. „Break The Loop“ Puzzle Teil 02	41
Ab. 25. „Break The Loop“ Puzzle Teil 01	41
Ab. 28. „Break The Loop“ Lösungsvorschlag	42
Ab. 27. „Break The Loop“ Informations System	42

ABKUERZUNGEN

00 ABSTRACT

Fraktal	Ein Fraktal ist ein Muster oder System, das auf unterschiedlichen Ebenen selbstähnlich ist und sich in seinen Bestandteilen kontinuierlich wiederholt.
Rekursion	Ein Prinzip, bei dem eine Definition, ein Verfahren oder eine Struktur sich selbst referenziert und dabei auf eine vereinfachte Version seiner selbst zurückgreift, sodass durch wiederholte Anwendung einer Regel komplexe Strukturen entstehen.
Basisfall	Die Abbruchbedingung einer rekursiven Definition, bei der die Funktion bei einem minimalen, nicht weiter zerlegbaren Fall ein direktes Ergebnis ohne weiteren Selbstaufruf liefert und so die Rekursion terminiert.
HCI	Human-Computer Interaction (HCI) bezeichnet die interdisziplinäre Disziplin, die sich mit der Gestaltung, Bewertung und Implementierung interaktiver Computersysteme für den Menschen befasst.
Artefakt	Ein Artefakt ist eine geschaffene oder veränderte Erscheinung – physisch oder digital – die als interaktives Gestaltungselement dient und in digitalen Medien (z. B. Spiele, Webseiten, UI) Struktur oder Funktion bereitstellt.
Verb	In der Game-Design-Terminologie bezeichnet ein Verb eine elementare Spieleraktion, die durch die Spielmechaniken ermöglicht werden (z. B. „Bewegen“, „Drehen“) und grundlegend für das Gameplay ist.
Mechanik	Eine Mechanik ist eine fest definierte Regel oder ein System im Spiel, das das Verhalten von Spielobjekten und die Interaktion der Spieler steuert (z. B. Schwerkraft, Ressourcenmanagement, Kollisionsregeln).
Sophia	Eingeführt von Erin Hoffman, wird als die "spielernende Emotion" bezeichnet und beschreibt einen kognitiven und emotionalen Prozess, den Spieler in Spielen durchlaufen. Kern dieses Prozesses ist die Umwandlung eines anfänglichen Zustands der Angst, Neugier oder Stress in Glück durch ein Moment der Überraschung oder Einsicht. Dies führt zu einem Gefühl der Meisterschaft, des Verständnisses und dazu, dass sich der Spieler klug und befähigt fühlt. [28] Precision of Emotion:
Pixel-Haunting	Das Suchen nach winzigen, kaum sichtbaren Klick-Bereichen in Point-and-Click-Abenteuerspielen, bei dem Objekte oder Hotspots nur wenige Pixel groß sind und so die Weiterführung des Spiels blockieren. [10] Game Developers Conference.
Brute Force	Ein Verfahren, bei dem alle möglichen Optionen systematisch ausprobiert werden, um eine Lösung oder einen Schlüssel zu finden, bis der Erfolg eintritt.

Diese Bachelorarbeit untersucht das Konzept des rekursiven Puzzle Designs und stellt dessen Besonderheiten wie auch die Analyse von klassischen und modernen Puzzle-Mechaniken dar. Ziel ist es, ein grundlegendes Verständnis für Puzzle Design und rekursive Strukturen im Game Design zu vermitteln und aufzuzeigen, wie sie die Spielerfahrung transformieren können.

Dazu werden klassische und moderne Prinzipien des Puzzle Designs analysiert und mit rekursiven Ansätzen erweitert. Der Fokus liegt auf der strukturellen Gestaltung von Levels, der Interaktion mit rekursiven Elementen und der Wirkung auf die Wahrnehmung und Problemlösung durch Spieler.

Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf analytische Fallstudien bekannter Spiele, Nutzerfeedback sowie eigene praktische Erfahrungen aus dem Entwicklungsprozess des Spiels „The PARADOGX Incident“. Anhand dieser Analysen werden Vorteile, Herausforderungen und Designprinzipien rekursiver Puzzlemechaniken herausgearbeitet.

Abschließend werden gestalterische Empfehlungen gegeben und ein Ausblick auf zukünftige Anwendungsmöglichkeiten rekursiver Designs in digitalen Spielen formuliert, wie auch ein Ausblick auf die Entwicklung von PARADOGX gegeben.

01 EINLEITUNG

MOTIVATION UND RELEVANZ

Diese Arbeit untersucht, wie rekursive Prinzipien – also das wiederholte Anwenden einfacher Regeln auf sich selbst – im Puzzle Design eingesetzt werden können, um aus simplen Elementen hohe Komplexität zu generieren und dabei skalierbare, modulare Strukturen zu schaffen.

[27] PKR-Peasy. [33] Tidwell, Jenifer. [13] Khan, Sage.

Rekursives Design eröffnet durch Selbstähnlichkeit nicht nur neuartige Spielmechaniken, sondern bietet auch einen systematischen Ansatz zur Komplexitätssteigerung in interaktiven Medien

[4] Bycer, Josh. [10] Game Developers Conference..

Die Relevanz ergibt sich aus der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Puzzle-Genres (weltweit ca. 15,51 Mrd. USD Umsatz in 2022) [31] Statista, seiner Rolle als Innovationstreiber im Game-Development durch iterative Designprozesse, sowie der bislang unzureichenden wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit rekursiven Puzzle-Mechaniken [34] Wagner, Michael G, und Thomas Wernbacher..

Rekursives Design fasziniert, weil es aus wenigen, einfachen Regeln ein unendliches, selbstähnliches System erzeugt. Fraktale sind hierfür ein klassisches Beispiel [2] Barba, Evan..

Übertragen auf das Puzzle Design bedeutet dies, dass eingängige Grundelemente so kombiniert werden können, dass immer neue und überraschende Herausforderungen entstehen, ohne das Regelwerk zu verkomplizieren oder zu erweitern [10] Game Developers Conference. [17] Mark Brown..

die Entwicklung von modularen Levelstrukturen und Code-Architekturen, bei denen Komponenten auf verschiedenen Ebenen identisch organisiert sind – ein Prinzip, das bereits in fraktalen Software-Architekturen angewendet wird [14] Kruschitz, Christian, und Martin Hitz. [29] Seffah, Ahmed..

Diese Modularität fördert nicht nur die Wiederverwendbarkeit, sondern auch eine effiziente Fehlerkontrolle und Iteration während der Entwicklung [3] Bycer, Josh..

Interdisziplinäre Forschungslücke:
Obwohl Rekursion in Informatik, Architektur und HCI intensiv untersucht wurde, existiert wenig Literatur zu ihrer Anwendung im Game Design, Puzzle Design und insbesondere in Bezug auf Spielmechaniken und Benutzererfahrung.

Praxisrelevanz für Entwickler:
Ein klar definierter Leitfaden rekursiver Mechaniken unterstützt Studios dabei, komplexe Puzzles mit eleganten, leicht erweiterbaren Strukturen zu prototypen und effizient zu balancieren [16] Machinations..

Bildungsaspekt:
Puzzles wurden bereits als Lehrmittel genutzt, um Rekursion didaktisch zu vermitteln (z. B. Cargo-Bot). Eine wissenschaftliche Aufarbeitung verstärkt diese Potenziale für Lernspiele und „Serious Games“ [15] Lee, Elynn, Victoria Shan, Bradley Beth, und Calvin Lin..

WARUM IST REKURSIVES DESIGN SO SPANNEND?

Einer der wirkungsvollsten Aspekte von Rekursion ist seine Fähigkeit, aus einfachen Regeln ein unendlich komplexes System zu erzeugen. Dieses Prinzip ist nicht nur ästhetisch ansprechend, sondern vermittelt auch tiefgreifende Bedeutung für das Verständnis natürlicher Muster und Phänomene.

Rekursion ermöglicht die effiziente Berechnung fraktaler Strukturen. Durch die Wiederholung einfacher mathematischer Operationen können Computer detaillierte fraktale Bilder erzeugen, die komplexe natürliche Muster nachahmen [27] PKR-Peasy..

Der rekursive Programmierstil scheint die selbstähnliche Natur fraktaler Grafiken am direktesten auszudrücken. Ein Programm, das sich selbst aufruft, ähnelt einem Fraktal, dessen Teile seiner Gesamtkomposition ähneln [18] Mark, Earl..

Rekursion kann verwendet werden, um beispielsweise die Verzweigung von Bäumen oder die Form von Küstenlinien effizient darzustellen. Die grafischen Darstellungen von Rekursion ermöglichen es, das Ergebnis mehrerer rekursiver Aufrufe zu visualisieren. Das Verständnis dieser "Verzweigung" kann entscheidend für die Lösung anspruchsvoller Probleme sein [27] PKR-Peasy. [30] Stanford Education..

Fraktale, die durch Rekursion erzeugt werden, ahmen die Geometrie der Natur nach, die oft nicht durch einfache euklidische Formen beschrieben werden kann. Die Definition von Rekursion, bei der ein Objekt in Bezug auf sich selbst oder seinen Typ definiert wird und zu einer sich selbstähnlichen Wiederholung führt, spiegelt sich in vielen natürlichen Strukturen wider [13] Khan, Sage..

Im Bereich des Designs erlaubt ein rekursiver Designprozess, die eigene Perspektive zu verändern und das Denken mit verschiedenen Subsystemen auf unterschiedlichen Ebenen zu verbinden.

Design-Pattern, die ihren Ursprung in der Architektur haben (z. B. bei Christopher Alexander), können als Werkzeug zur Strukturierung komplexer Designaufgaben gesehen werden. Sie ermöglichen es, bewährtes Wissen auf verschiedenen Abstraktionsebenen (z. B. von der Struktur einer Website bis zum Layout einer Seite) zu erfassen und wiederzuverwenden, und zeigen, wie Muster miteinander verbunden sind, um komplexe Designs aufzubauen [2] Barba, Evan. [33] Tidwell, Jenifer. .

Obwohl die Quellen diese Muster nicht immer explizit als "rekursiv" bezeichnen, liegt dem zugrunde liegenden Prinzip des Aufbaus komplexer Strukturen aus einfacheren, miteinander verbundenen Elementen, die auf verschiedenen Ebenen angewendet werden können, eine konzeptionelle Ähnlichkeit mit der rekursiven Denkweise zugrunde.

Iterative Designansätze, die ein rekursives Modell nutzen, um Designparameter durch Feedback zu optimieren, sind relevant für den Designprozess [33] Tidwell, Jenifer. [34] Wagner, Michael G, und Thomas Wernbacher..

Rekursion ist eine Problemfindungstechnik. Puzzles, insbesondere im Game Design, sind spannend, weil sie das Kombinieren verschiedener Designkonzepte erfordern und den Spieler herausfordern, eine Lösung zu finden. Die Fähigkeit, interessante und kreative Rätsel durch die Kombination verschiedener Game-Design-Konzepte zu entwerfen, trägt zur Faszination des rekursiven Designs bei [30] Stanford Education. .

Die Erzeugung unendlich komplexer Systeme aus einfachen Regeln in Fraktalen kann als Analogie zur Schaffung herausfordernder Rätsel durch wiederholte Anwendung einfacher Designprinzipien oder Spielmechaniken gesehen werden [27] PKR-Peasy..

WIE TRANSFORMIERT REKURSIVES DESIGN EIN MEDIUM?

Rekursives Design – oft verstanden als die Anwendung von Prinzipien, bei denen eine Struktur oder ein Prozess sich selbst in kleinerem Maßstab wiederholt, oder im breiteren Sinne die Nutzung von Design Patterns zur Wiederverwendung bewährten Wissens – transformiert ein Medium auf mehreren miteinander verbundenen Ebenen:

Struktur des Mediums/Artefakts:
Auf einer fundamentalen Ebene können rekursive Typentheorie und Modulkonzepte die interne Struktur von Software beeinflussen, indem sie beispielsweise die Implementierung rekursiver Datentypen und Funktionsdefinitionen ermöglichen.

Im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion (HCI) beschreiben und strukturieren Design Patterns die Art und Weise, wie interaktive Systeme und ihre Benutzeroberflächen aufgebaut sind [7] Dreyer, Derek R..

Muster, die per Definition rekursiv sind, wie z.B. das Konzept von verschachtelten "Small Groups of Related Things" oder die rekursive Natur einer "Working Surface", transformieren die Organisation von Inhalten und Interaktionsbereichen auf verschiedenen Skalenebenen innerhalb eines digitalen Artefakts. Dies führt zu eleganten, leicht erweiterbaren Strukturen und einer modularen Komposition [33] Tidwell, Jenifer..

Benutzererfahrung (UX):
Durch die Anwendung von Design Patterns, die auf erprobten und bewährten Lösungen basieren, zielt rekursives Design darauf ab, die Usability zu verbessern und eine gute Erfahrung für die Anwender zu schaffen, indem es sich auf essenzielle Werte wie Einfachheit, Konsistenz und emotionalen Komfort konzentriert.

Muster helfen dabei, die Interaktion vorhersehbar, sicher und psychologisch angenehm zu gestalten, sei es durch die Strukturierung von Navigationsparadigmen oder die Organisation von Aktionen, die der Benutzer ausführen kann [33] Tidwell, Jenifer. [14] Kruschitz, Christian, und Martin Hitz..

Spezifische Werkzeuge (Kunst, Lernen):

Rekursion kann ein visuelles Medium transformieren, um Kunstwerke zu schaffen, z.B. durch die algorithmische Generierung von Fraktalen [30] Stanford Education..

Sie ist auch relevant für die Transformation von Spielen und Lernwerkzeugen. Spiele wie Cargo-Bot werden explizit als Lehrmittel zur Vermittlung von Rekursion entwickelt.

Die Anwendung rekursiver Prinzipien fließt in theoretische Modelle des spielbasierten Lernens und in iterative, didaktische Designprozesse für „Serious Games“ ein, was die Art und Weise verändert, wie solche Spiele konzipiert und ihre pädagogische Wirksamkeit optimiert werden [34] Wagner, Michael G, und Thomas Wernbacher..

Design Patterns, die aus der Architektur und HCI stammen, sind auf eine breite Palette digitaler Artefakte anwendbar, einschließlich Spielen, Webseiten oder Controllern, was zeigt, wie diese Prinzipien verschiedene digitale Medien transformieren können, indem sie Struktur und Interaktionsqualität verbessern [29] Seffah, Ahmed..

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass rekursives Design und verwandte Konzepte wie Design Patterns ein Medium transformieren, indem sie den Designprozess strukturieren, die internen und externen Strukturen des resultierenden Artefakts verbessern, die Benutzererfahrung positiv beeinflussen und sogar das Medium selbst als Werkzeug für Kunst oder Bildung neu definieren, während sie gleichzeitig das Management von Designwissen vereinfachen.

ZENTRALE FRAGESTELLUNGEN

Ziel der Arbeit ist es, Rekursion aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu beleuchten, mit Schwerpunkt auf dem Entwicklungsprozess von Systemen, sowie ihrer Anwendung im Game- und Puzzle-Design. Im Folgenden sind zentrale Fragestellungen formuliert:

- Wie können Designer Rekursion anwenden: Beim Entwurf von Puzzles oder dem Entwickeln einer Softwarearchitektur?

- Wie beeinflusst ein rekursiver Denkansatz oder Designprozess die Konzeption und Gestaltung von Puzzles?

- Wie hilft dieser Denkansatz, die Komplexität eines Puzzles oder einer Software zu strukturieren?

- Wie können diese Muster dazu beitragen, komplexe Aufgaben zu strukturieren und dem Benutzer schrittweise zu vermitteln?

- Wie beeinflussen ein rekursives Muster die Benutzererfahrung, indem sie bekannte und wiederverwendbare Lösungen für häufige Designprobleme bieten?

- Wie können rekursive Strukturen oder Design Patterns zur Verbesserung der Puzzle-Erfahrung oder der Benutzeroberfläche (UI) von Puzzlespielen beitragen?

- Wie manifestiert sich Rekursion oder Iteration in der Struktur und Progression von Puzzlespielen, insbesondere im Hinblick auf Schwierigkeit und Feedback?

- Wie kann Feedback gestaltet werden, um den Spieler durch diese iterativen Lösungsansätze oder rekursiv strukturierten Herausforderungen zu führen?

- Welche Rolle spielen rekursive/iterative Konzepte im Design von „Serious Games“ und Lernspielen?

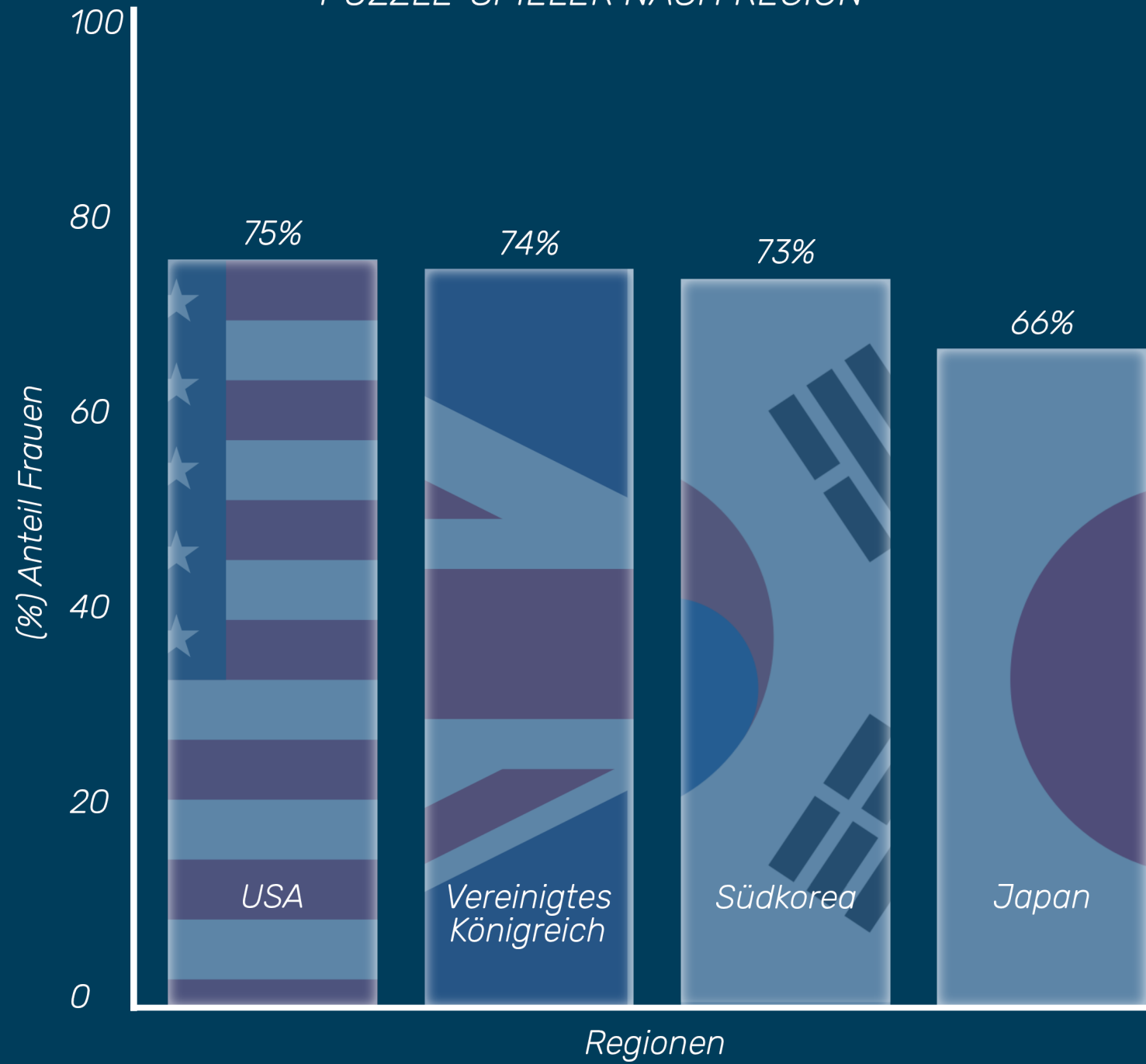
Zielgruppenanalyse - Anforderungen - Merkmale

02 ZIELGRUPPEN-ANALYSE

DEMOGRAFIE VON PUZZLE-SPIELERN

Die primäre Zielgruppe von mobilen Puzzle-Spielen ist in der Regel Frauen über 35 Jahren. Diese demografische Tendenz ist in verschiedenen Schlüsselmärkten konsistent.
[1] Andrea Knezovic.

ANTEIL WEIBLICHER
PUZZLE-SPIELER NACH REGION



MOTIVATIONEN VON PUZZLE-SPIELERN

Die Gründe, warum Menschen Puzzle-Spiele spielen, sind vielfältig, dennoch stechen bestimmte Motivationen hervor.

Es gibt jedoch eine Diskrepanz zwischen diesen Motivationen und dem, was mobile Puzzle-Spiele laut den Spielern tatsächlich liefern.

Beispielsweise spielen 71% der Spieler von Wort-, Denk- und Brettspielen in den USA zum Zweck der Stressbewältigung, aber nur 60% glauben, dass mobile Spiele dies auch erfüllen.

Im Vereinigten Königreich spielen 62% der Matching-Puzzle-Spieler zur Stressbewältigung, aber nur 52% geben an, dass Spiele überhaupt Stressabbau bieten.

Diese unerfüllten Bedürfnisse und Erwartungen können zu hohen Abwanderungsraten führen.

Langsamer Fortschritt oder das Gefühl, dass das Spiel zu repetitiv wird, sind ebenfalls Hauptgründe für Spieler, ein Spiel aufzugeben
[1] Andrea Knezovic..



Stressabbau

Stressabbau ist eine der Hauptmotivationen für Puzzle Spieler.



Zeitvertreib

Zeitvertreib ist ebenfalls ein sehr wichtiger Grund.



Einzigartigkeit

Das Gefühl, von etwas Einzigartigem begeistert zu sein.



Errungenschaft

Das Gefühl des Erfolgs oder der Errungenschaft nach dem Abschluss einer Aufgabe.

SPIELPRÄFERENZEN & KOMMUNIKATION

Puzzle-Spieler haben spezifische Präferenzen hinsichtlich der Art und Weise, wie sie spielen.

Sie bevorzugen in der Regel kurze Spielsitzungen. Im Durchschnitt spielen Spieler in den USA und im Vereinigten Königreich 3 Spielrunden pro Spielsitzung, während es in Japan und Südkorea 2 Spielrunden sind.

Im Gegensatz zu Spielern von Strategie- oder RPG-Spielen identifizieren sich Puzzle-Spieler nicht als "Gamer".

Sie ziehen es vor, alleine zu spielen, anstatt mit anderen Anwendern. Soziale Aktivitäten während des Spielens sind für Puzzle-Spieler im Vergleich zu Strategie- oder RPG-Spielern nachrangig. Überwiegend betrachten Puzzle Spieler Gaming als eine Solo-Aktivität.

Online-Gaming-Communities und -Gruppen werden von ihnen weniger frequentiert (25% der Spieler). Es gibt jedoch ein gewisses Interesse an bestimmten zukünftigen sozialen Aktivitäten, wie z. B. dem Überprüfen von Highscores online oder dem persönlichen Austausch über Puzzle-Spiele. Dennoch sollten soziale Features in Puzzle-Spielen eher einfach und ungezwungen gehalten werden, z. B. durch Ranglisten oder die Möglichkeit, Fortschritte zu sehen [1] Andrea Knezovic..

Puzzle-Spieler sind sehr offen dafür, Nachrichten von Entwicklern zu erhalten (bis zu 80% in den USA und im Vereinigten Königreich). Die Art von Informationen, die sie vorrangig erhalten möchten, sind Tipps, Tricks und Strategien.

Wie andere Spieler möchten auch Puzzle-Spieler besser in den Spielen werden, die sie spielen. Weitere gewünschte Informationen können bevorstehende In-Game-Events, Fragen und Antworten, kommende Updates/ Inhaltsveröffentlichungen, die Möglichkeit, Feedback zu geben, Kundenservice/ Produktsupport und bevorstehende Verkäufe oder Aktionen umfassen.

Puzzle-Spieler sind sehr empfänglich für Werbung in Spielen. Tatsächlich bevorzugen 85% der Spieler in den USA, Werbung zu sehen, anstatt für In-Game-Artikel zu bezahlen. Sie bevorzugen einen längeren (30-Sekunden-) Werbespot pro 10 Minuten Spielzeit im Gegensatz zu kürzeren, häufigeren Werbespots. Anzeigen, die das Haupt-Gameplay zeigen, sind in den USA, im Vereinigten Königreich und in Südkorea am beliebtesten. In Japan sprechen Anzeigen, die die Hauptfiguren/Story zeigen, 66% der Spieler an, ebenso wie Anzeigen, die das Haupt-Gameplay zeigen. Belohnungen für das Ansehen von Werbung können ebenfalls die Akzeptanz der Werbung erhöhen [1] Andrea Knezovic..

Was macht Puzzle Design aus? - Kriterien

03 PUZZLE DESIGN IM ALLGEMEINEN

WAS MACHT PUZZLE DESIGN AUS?

Puzzle Design lässt sich als ein vielschichtiger Prozess beschreiben, der darauf abzielt, den Spieler auf faire und befriedigende Weise herauszufordern.

Fokus auf Herausforderung und Lösungssuche:

Im Gegensatz zu Action- oder Adventure-Spielen konzentrieren sich Puzzlespiele auf die Herausforderung selbst [16] Machinations..

Das Herzstück eines Puzzles ist die Notwendigkeit, innezuhalten und nachzudenken. Während andere Spiele gespielt werden, um zu gewinnen, werden Puzzles gespielt, um eine Lösung zu finden. Oft geht es darum, einen "Schlüssel" für ein "Schloss" zu finden [10] Game Developers Conference..

Klar definierte Mechaniken ("Verbs") und Regeln:

Puzzle-Spiele beginnen mit einem Satz von eisernen Regeln (Mechaniken), die das Spielgeschehen bestimmen. Die Puzzle-Aufgaben basieren typischerweise auf einer Logik [16] Machinations..

Designer müssen entscheiden, welche Arten von Puzzles sie einbeziehen und wie diese zusammenpassen sollen. Es gibt verschiedene Arten von Mechaniken, die als "homogene Verbs" (systembasierte Verbs die vorhersagbar sind, z.B. ein Greifhaken, der immer eine Seilbrücke bildet) oder "heterogene Verbs" (kontextbasierte Verbs die weniger vorhersagbar sind, z.B. eine Charaktereigenschaft, die in verschiedenen Situationen angewendet werden kann) beschrieben werden [10] Game Developers Conference..

Die Herausforderung liegt oft darin, herauszufinden, wie diese "Verbs" auf spezifische Probleme angewendet werden können. Die Konsistenz dieser Mechaniken, ob system- oder narrativbasiert, ist entscheidend, damit der Spieler versteht, wie die Spielwelt funktioniert [10] Game Developers Conference..

Das Puzzle sollte auf einer zentralen Mechanik basieren, die integral für das Gameplay ist. Die "Cleverness" der Hauptmechanik beeinflusst die Anzahl und Schwierigkeit möglicher Puzzles [17] Mark Brown..

Ein klares Ziel:

Der Spieler muss wissen, was sein Ziel ist; nicht nur, wie er es erreichen soll. Dies kann so einfach sein, wie das Öffnen einer Tür oder eine komplexe Abfolge von Anweisungen. Die Klarheit des Ziels hilft dem Spieler, irrelevante Lösungsansätze auszuschließen [18] Mark, Earl..

Bereitstellung aller notwendigen Informationen:

Puzzle Design basiert auf einem unausgesprochenen Übereinkunft zwischen Designer und Spieler, die davon ausgeht, dass dem Spieler alle Informationen gegeben werden, die er zur Lösung des Puzzles benötigt [3] Bycer, Josh..

Es liegt am Spieler, diese Informationen anzuwenden. Es ist wichtig, dem Spieler die Möglichkeit zu geben, mit den Informationen zu experimentieren [16] Machinations..

Informationen sollten nicht versteckt sein, da dies zu Frustration führen kann. Ein Beispiel dafür ist das sogenannte „Pixel Hunting“, ein typisches Problem von Point-and-Click-Abenteuern, bei dem der Spieler aus Frustration überall hinklickt. Hinweise und das Puzzle selbst müssen klar kommuniziert werden [10] Game Developers Conference..

Gesteuerte Schwierigkeit und Progression: Puzzles sollten herausfordernd, aber nicht unlösbar sein. Die Balance der Schwierigkeit ist entscheidend. Schwierigkeit unterscheidet sich von Komplexität (viele Elemente = schwer zu lösen) [16] Machinations..

Frustration sollte vermieden werden, indem dem Spieler ein Gefühl des Fortschritts vermittelt wird, auch wenn er das Puzzle nicht sofort löst. Die Schwierigkeit kann durch verschiedene "Regler" (dials) angepasst werden:

- Die Anzahl der Schritte, die zur Lösung benötigt werden
- Die Zeit bis zum Feedback durch das Puzzle
- Die Einführung neuer Mechaniken oder Informationen
- Das Aufzeigen neuer Anwendungen bekannter Mechaniken oder Informationen
- Die Anzahl der möglichen Lösungen (weniger Lösungen = schwerer)
- Die Anzahl der Optionen, die der Spieler in jedem Moment hat (mehr Optionen = schwerer)
- Die erforderliche Vertrautheit mit den Mechaniken

Puzzles sollten im Spielverlauf generell in der Schwierigkeit ansteigen. Dies wird als "rationales Puzzle Design" bezeichnet, bei dem Konzepte schrittweise eingeführt werden. "Breather Puzzles", die einfacher sind oder bereits gemeisterte Elemente wiederholen, können nach schwierigen Abschnitten eingesetzt werden, um das Vertrauen des Spielers zu stärken [17] Mark Brown. [10] Game Developers Conference..

Feedback an den Spieler:

Feedback ist entscheidend für den Spieler, um seinen Fortschritt zu verstehen und Frustration zu vermeiden. Dies kann durch direkte Hinweise, visuelle Elemente oder akustische Effekte geschehen [17] Mark Brown..

Integration in den Spielkontext und Benutzererfahrung:

Puzzles existieren nicht im Vakuum; sie sind in die Welt, die Erzählung und das Thema des Spiels eingebettet [10] Game Developers Conference..

Eine starke Erzählung und Präsentation können dem Spieler Kontext geben und das Design kaschieren. Das Design sollte eine "interne Logik" haben, die auf den Regeln und der Welt des Spiels basiert, im Gegensatz zu willkürlicher "Designer-Logik" [18] Mark, Earl..

Gutes Puzzle Design führt zu einem Gefühl der Meisterschaft und Einsicht. Es geht darum, den Spieler auf eine emotionale Reise von der Angst über die Überraschung/Entdeckung bis zur Freude über die gemeisterte Herausforderung mitzunehmen. Designer sollten "freundlich" zum Spieler sein und vermeiden, ihn zu frustrieren [10] Game Developers Conference..

Iterative Lösungsansätze und Design Patterns:

Viele Puzzlespiele nutzen iterative Lösungen, bei denen die Lösung ein mehrstufiger Prozess ist. Dies steht im Gegensatz zu binären "Schlüssel-Schloss"-Puzzles [3] Bycer, Josh..

Beim "Schlüssel-Schloss"-Prinzip gibt es oft nur eine einzige Aktion oder ein einziges Objekt, um das Problem zu lösen, was dazu führen kann, dass Spieler einfach Gegenstände ausprobieren. Im Gegensatz dazu erfordern iterative Lösungen, auch wenn sie ein festes Endziel haben, typischerweise einen schrittweisen Prozess und sind weniger eindeutig in ihrer Ausführung.

Bei iterativen Puzzles ist nicht nur das Erkennen der Lösung entscheidend, sondern auch die Fähigkeit, diese über mehrere Stufen hinweg praktisch umzusetzen [3] Bycer, Josh..

KRITERIEN EINES GUTEN PUZZLES

Ein gutes Puzzle wird oft als eine Herausforderung beschrieben, die auf Logik basiert und den Spieler dazu anregt, "um die Ecke zu denken" [16] Machinations..

Es sollte herausfordernd, aber nicht unmöglich zu lösen sein. Die Schwierigkeit sollte ausbalanciert sein, um den Spieler nicht zu langweilen (wenn zu einfach) oder zu frustrieren (wenn zu schwer). Dieses Gleichgewicht zu finden, ist eine der schwierigsten Aufgaben im Puzzledesign [10] Game Developers Conference..

Klarheit des Ziels:

Der Spieler sollte klar verstehen, was er erreichen oder erhalten soll. Dies kann etwas Einfaches wie das Öffnen einer Truhe sein, oder ein komplexerer Prozess. Unklarheit über das Ziel ist ein Problem, das in klassischen Abenteuerspielen oft auftritt [3] Bycer, Josh..

Verfügbarkeit der Werkzeuge:

Der Spieler muss in der Lage sein, zu erkennen, was benötigt wird und was ihm derzeit zur Verfügung steht. Dieses Wissen hilft dem Spieler, falsche Lösungen auszuschließen [3] Bycer, Josh..

Fairness und Informationen:

Es gibt eine unausgesprochene Übereinkunft zwischen Designer und Spieler, die besagt, dass der Spieler alle Informationen erhält, die er zur Lösung benötigt [16] Machinations..

Es ist eine Frage des Zusammensetzens der Teile: Informationen sollten nicht willkürlich sein oder auf realem Wissen basieren, das nicht jeder hat. Das Spiel sollte den Spieler aufklären, wenn etwas, das er versucht, nicht funktioniert [3] Bycer, Josh..

Herausforderung und Fortschritt:

Puzzles sollten herausfordernd sein, aber dem Spieler ein Gefühl des Fortschritts vermitteln, auch wenn er das Puzzle nicht sofort löst. Zu viel Frustration führt dazu, dass der Spieler aufgibt. Ein gutes Puzzle lässt den Spieler nicht frustriert zurück, sodass er eine Lösung nachschlagen muss. Das Gefühl des Erfolgs sollte aus der eigenen Leistung des Spielers kommen [3] Bycer, Josh..

Konsistenz und Logik:

Puzzles sollten sich idealerweise an den Regeln und der Umgebung des Spiels orientieren (interne Logik). Dies steht im Gegensatz zur Designer-Logik, bei der Lösungen willkürlich erscheinen können. Puzzles sollten auf einer zentralen Mechanik basieren. Das Spiel sollte eine konsistente Welt bieten, damit der Spieler versteht, wie sie funktioniert [10] Game Developers Conference..

Engagement und Belohnung:

Das Lösen eines Puzzles sollte zu einem Gefühl der Leistung, des Beherrschens (Sophia) oder der Einsicht führen, das den Spieler dazu bringt, sich klug zu fühlen. Das Spiel sollte den Spieler ermutigen und belohnen, wenn er auf dem richtigen Weg ist [10] Game Developers Conference..

Designmuster und Konzepte:

Gute Puzzles sind oft um einen "Catch" herum aufgebaut: Einen logischen Widerspruch, bei dem zwei Dinge scheinbar im Konflikt stehen. Designer können Spieler dazu bringen, über diesen Widerspruch zu stolpern, indem sie Annahmen des Spielers ausnutzen. Das Überwinden des "Catch" und die Auflösung des Konflikts sollte eine Offenbarung oder eine tiefere Einsicht in die Spielregeln sein [17] Mark Brown..

Präsentation und Feedback:

Puzzles sollten minimalistisch sein, ohne unnötige Elemente, die ablenken oder frustrieren könnten. Eine klare visuelle Oberfläche und Ästhetik beeinflussen, wie Spieler das Spiel wahrnehmen und erleben. Klares Feedback ist entscheidend, damit Spieler ihren Fortschritt verstehen und wissen, ob sie auf dem richtigen Weg sind, oder in einer Sackgasse stecken [16] Machinations..

Iteratives Design und Testen:

Gutes Puzzledesign erfordert Iterationen und ausgiebiges Testen mit Spielern. Das Feedback von Spielern hilft Designern zu verstehen, wo Spieler stecken bleiben und ob die Schwierigkeit angemessen ist [10] Game Developers Conference..

Klassisches Puzzle Design - Moderne Ansätze

04 HISTORISCHE ENTWICKLUNG

KLASSISCHES PUZZLE DESIGN

Das Design von Puzzles in Videospielen hat sich über die Jahre entwickelt, beginnend in den Tagen von Spielen wie „Zork“. Bei der Betrachtung des klassischen Puzzle-Designs, insbesondere in vielen Adventure-Spielen der 80er und 90er Jahre, sticht ein zentrales Konzept hervor: Die Designer-Logik [3] Bycer, Josh..

Bei der Designer-Logik basieren die Puzzles nicht unbedingt auf einem konsistenten Regelwerk oder der Logik der Spielwelt (Interne Logik). Stattdessen sind die Lösungen oft willkürlich und spiegeln die Denkweise des Entwicklers wider. Es geht weniger darum, dass der Spieler eine Lösung auf Basis des Gelernten logisch ableitet, sondern vielmehr darum, denselben Denkansatz wie der Designer zu verfolgen. Dies konnte dazu führen, dass Spieler Strategie-Guides benötigten, um voranzukommen [3] Bycer, Josh..

Ein oft kritisierte Aspekt des klassischen Designs ist die "Lock-and-Key"-Struktur. Bei diesem Design gibt es eine eindeutige, binäre Lösung, die einmal angewendet das Puzzle löst.

Während dies die Erstellung einzigartiger Puzzles für jeden Schritt des Spiels ermöglicht, sind die Lösungen fest vorgegeben, was die Wiederspielbarkeit einschränkt. Spätere Puzzle-Designs, insbesondere als Puzzles mit Action-Elementen kombiniert wurden, tendierten zu iterativen Lösungen, die komplexere, mehrstufige Prozesse erforderten [3] Bycer, Josh..

Elementen geprägt, die heute als frustrierend gelten. Dazu gehört das sogenannte „Pixel-Hunting“. Hier muss der Spieler visuell nicht klar hervorgehobene Gegenstände oder Interaktionspunkte durch wahlloses Klicken (Brute-Force) finden, was als geistlos und frustrierend empfunden werden kann. Mangelndes oder unklares Feedback, wie die generische Meldung "Ich kann diese Dinge nicht zusammen benutzen" in Adventure-Spielen, ist ein weiteres Problem, das Spieler schnell entmutigen konnte [10] Game Developers Conference..

Ein weiterer Punkt, der sich aus der Designer-Logik ergibt, ist das Gefühl, dass dem Spieler Informationen vorenthalten werden, die der Designer als selbstverständlich ansieht [10] Game Developers Conference..

Spieler fühlen sich dann wie "Watson", der „Sherlock Holmes“ beim Lösen eines Falles zusieht, ohne die notwendigen Informationen zu haben. Ein gutes Puzzle sollte dem Spieler alle benötigten Informationen im Spiel zur Verfügung stellen [10] Game Developers Conference..

Es folgen Beispiele für klassische Puzzle-Spiele und Spiele mit Elementen klassischen Puzzle-Designs.

ZORK (1980)

Genre: Textbasiertes Adventure

Spielprinzip: Spieler erkundet das "Great Underground Empire", löst Rätsel und sammelt Schätze

Kritik: Hoher Schwierigkeitsgrad, fehlende Benutzerführung, inkonsequente Spielwelt

Ab. 01. „Zork“ Cover – [26] Moby Games.

SOKOBAN (1982)

Genre: Puzzle

Spielprinzip: Spieler schieben in einem Lager Kisten umher um Puzzle zu lösen

Kritik: Langsame Steuerung, Deadlocks (ein Fehler macht Level unlösbar)

Ab. 02. „Sokoban“ Screenshot – [24] Moby Games.

LEMMINGS (1991)

Genre: Action, Puzzle, Strategie

Spielprinzip: Spieler müssen Lemmings mithilfe von Aktionen durch Levelhindernisse zum Ausgang zu führen

Kritik: Level-Repetition, Sound Design

Ab. 03. „Lemmings“ Screenshot – [20] Moby Games.

MODERNES PUZZLE DESIGN

Modernes Puzzle Design im Vergleich zu klassischem Puzzle Design unterscheidet sich in der zugrundeliegenden Logik. Klassisches Puzzle-Design, wie es oft in frühen Adventure-Spielen der 80er und 90er Jahre zu finden war, basierte häufig auf der Designer-Logik.

Das bedeutet, die Lösungen waren nicht unbedingt logisch innerhalb der Spielwelt oder deren Regeln verankert (Interne Logik), sondern spiegelten eher die Gedankengänge des Entwicklers wider, was Spieler dazu zwang, Strategie-Guides zu benötigen [3] Bycer, Josh..

Modernes Puzzle-Design hingegen legt Wert auf Interne Logik: Die Puzzles sind um die Regeln und das Setting der Spielwelt herum aufgebaut, und das Spiel etabliert klare Grundregeln für seine Mechaniken und die Welt. Spiele wie „The Talos Principle“, „Braid“ und „Portal 2“ sind Beispiele für diesen Ansatz [3] Bycer, Josh..

Ein weiterer zentraler Unterschied liegt in der Struktur der Lösungen. Klassisches Design nutzte oft eine "Lock-and-Key"-Struktur, bei der es eine eindeutige, binäre Lösung gab, die ein Puzzle einmalig löste [3] Bycer, Josh..

Modernes Design, insbesondere wenn Puzzles mit Action-Elementen kombiniert werden, tendiert zu iterativen Lösungen. Diese erfordern einen mehrstufigen Prozess und sind nicht einfach durch eine einzige Aktion oder einen einzigen Befehl zu lösen. Bei iterativen Lösungen geht es nicht nur darum, die Lösung zu verstehen, sondern sie auch umsetzen zu können [3] Bycer, Josh..

Ein entscheidender Aspekt modernen Puzzle-Designs ist die unausgesprochene Übereinkunft zwischen Designer und Spieler: Der Spieler erhält innerhalb des Spiels alle Informationen, die er zur Lösung des Puzzles benötigt. Es ist dann die Aufgabe des Spielers, diese Informationen zusammenzusetzen und zu verwenden. Dies steht im Gegensatz zu klassischem Design, bei dem Informationen möglicherweise vorenthalten oder auf willkürliche Weise präsentiert wurden [3] Bycer, Josh..

Gutes modernes Puzzle-Design zielt darauf ab, den Spieler herauszufordern, aber nicht so weit zu frustrieren, dass er gezwungen ist, eine Lösung nachzuschlagen. Stattdessen soll das Lösen ein Gefühl der Leistung, der Meisterschaft oder der Einsicht vermitteln. Dieses Gefühl wird als "Sophia" bezeichnet, die Umwandlung von anfänglicher Angst in Glück durch Überraschung und Einsicht.

Wichtige Elemente des modernen Puzzle-Designs, umfassen:

Konsistenz:

Die Spielwelt und ihre Regeln müssen konsistent sein, damit der Spieler versteht, wie sie funktioniert.

Klarheit und Feedback:

Das Ziel des Puzzles muss klar sein, und das Spiel muss deutliches Feedback geben, damit der Spieler seinen Fortschritt versteht und weiß, ob er auf dem richtigen Weg ist oder in einer Sackgasse steckt [10] Game Developers Conference..

Minimalismus:

Gute Puzzles sind oft minimalistisch gestaltet, ohne überflüssige Elemente, die ablenken oder verwirren könnten. Die visuelle Präsentation spielt eine wichtige Rolle für die Klarheit und das Erlebnis [16] Machinations..

Schwierigkeitsmanagement:

Die Schwierigkeit wird sorgfältig ausbalanciert, um Langeweile oder Frustration zu vermeiden. Die Schwierigkeit kann durch die Anzahl der Schritte zur Lösung, die Einführung neuer Mechaniken oder Informationen oder neue Anwendungen bestehender Mechaniken gesteuert werden.

Integration und Kontext:

Puzzles sind in den Gesamtspielfluss integriert ("Rational Design"). Ihr Design und ihre Schwierigkeit müssen den Kontext im Spiel (wo sie platziert sind) und die Zielgruppe berücksichtigen [10] Game Developers Conference..

BRAID (2008)

Genre: Puzzle Plattformer, 2D

Spielprinzip: Spieler manipulieren die Zeit, um Puzzle zu lösen

Kritik: Geringe Wiederspielbarkeit, abstrakte Geschichte

Ab. 04. „Braid“ Screenshot - [19] Moby Games.

PORTAL 2 (2011)

Genre: Puzzle Plattformer, First Person

Spielprinzip: Spieler verwenden die „Portal Gun“, um zwei verbundene Portale zu erschaffen um Puzzles zu lösen

Kritik: Geringe Schwierigkeit, Wenig wiederspielbarkeit des Einzelspielermodus

Ab. 05. „Portal 2“ Screenshot - [22] Moby Games.

THE TALOS PRINCIPLE (2015)

Genre: Puzzle, Adventure

Spielprinzip: Spieler lösen Rätsel in einer offenen Welt, um philosophische Fragen zu Bewusstsein zu erkunden

Kritik: Begrenzte Interaktivität

Ab. 06. „The Talos Prinzip“ Screenshot - [25] Moby Games.

REKURSIVES PUZZLE DESIGN

Das Konzept der Rekursion – das sich auf die Definition oder das Auftreten eines Objekts oder Prozesses in Bezug auf sich selbst bezieht – spielt auf verschiedene Weise im Puzzle-Design eine Rolle, insbesondere im modernen Puzzle Design Kontext [30] Stanford Education.:

Rekursion als zentrale Spielmechanik oder Rätselstruktur:

In einigen Spielen ist die Rekursion selbst die Grundlage, um die Puzzles zu lösen. Das bedeutet, dass die Spielregeln oder die Struktur der Spielwelt die Idee der Rekursion widerspiegeln.

Ein prominentes Beispiel ist das Spiel „Recursed“. Hier basieren die Puzzles auf der Mechanik von „Welten innerhalb von Welten“, die durch das Tragen von Kisten in andere Kisten entsteht. Das Verlassen eines Raumes setzt diesen zurück, was das rekursive (sich wiederholende) Element der Struktur hervorhebt. Die Lösungen erfordern das Verständnis und die Manipulation dieser verschachtelten Dimensionen [4] Bycer, Josh..

Das Spiel „Cargo-Bot“ wird als Werkzeug vorgestellt, das dazu dient, Spielern das Verständnis von Rekursion in der Programmierung zu lehren. Die Puzzles basieren auf Konzepten wie rekursiven Aufrufen, Fallunterscheidungen (Conditionals), gegenseitiger Rekursion (Mutual Recursion) und rekursivem Backtracking, wobei der Programm-Stack genutzt wird, um den Zustand zu speichern. Hier ist die Rekursion direkt das Thema und die Lösungsmethode des Puzzles [15] Lee, Elynn, Victoria Shan, Bradley Beth, und Calvin Lin..

Das klassische Rätsel „Türme von Hanoi“ wird ebenfalls als ein Beispiel für ein rekursives Problem genannt. Obwohl nicht explizit im Kontext des "Puzzle Designs" diskutiert, ist es ein bekanntes Beispiel dafür, wie Rekursion die Lösungsstrategie eines Puzzles definieren kann [30] Stanford Education..

Rekursion im abstrakten Sinne: Aufbau auf erlerntem Wissen und Mechaniken:
Modernes Puzzle-Design, wie in Spielen wie „Braid“, „The Talos Principle“ und „Portal“, basiert auf der Etablierung klarer Regeln und Mechanismen der Spielwelt (Interne Logik). Puzzles bauen aufeinander auf, und der Spieler lernt Konzepte schrittweise [10] Game Developers Conference..

Das Lösen eines Puzzles führt oft zu Einsicht oder einem tieferen Verständnis der Spielregeln. Dieses neu gewonnene Wissen wird dann Teil des "Werkzeugkastens" des Spielers und kann auf nachfolgende, komplexere Probleme angewendet werden. Man könnte argumentieren, dass dies eine Form der "rekursiven" Anwendung von Wissen ist – das erfolgreiche Lösen eines Problems auf einer "Ebene" (ein Puzzle) liefert das Verständnis, um ähnliche Probleme auf einer "höheren Ebene" (spätere Puzzles) anzugehen, oft unter Einbeziehung dieser Einsicht [17] Mark Brown..

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Begriff "Rekursives Puzzle Design" in der Literatur nicht eindeutig definiert ist. Rekursion manifestiert sich jedoch entweder als direkter Mechanismus in Spielen wie „Recursed“ und „Cargo-Bot“, bei denen die Spielregeln oder die zu lösenden Aufgaben rekursive Strukturen widerspiegeln, oder im metaphorischen Sinne der Puzzle-Progression, bei der erworbenes Wissen und Einsichten auf sich wiederholende oder selbstähnliche Weise auf neue Herausforderungen angewendet werden.

CARGO BOT (2012)

Genre: Puzzle, Edutainment

Spielprinzip: Spieler programmieren einen Roboterarm, um Kisten zu sortieren und damit logikbasierte Aufgaben zu lösen

Kritik: Steiler Schwierigkeitsanstieg, begrenzte Zugänglichkeit

Ab. 07. „Cargo-Bot“ Screenshot - [15] Lee, Elynn, Victoria Shan, Bradley

RECURSED (2016)

Genre: Puzzle Plattform

Spielprinzip: Spieler manipulieren verschachtelte Räume, indem sie in Schatztruhen springen, um rekursive Rätsel zu lösen

Kritik: Hohe Schwierigkeit

Ab. 08. „Recursed“ Screenshot 1 - [23] Moby Games.

PATRICK'S PARABOX (2022)

Genre: Puzzle

Spielprinzip: Spieler manipulieren verschachtelte Sokoban Rätsel, um rekursive Rätsel zu lösen

Kritik: Hoher Schwierigkeitsgrad

Ab. 09. „Patrick's Parabox“ Screenshot - [21] Moby Games.

05 PUZZLE- MECHANIKEN

MECHANIKEN IN PUZZLE-DESIGN

Spielmechaniken bezeichnen die unterschiedliche Art und Weise, wie der Spieler und das Spiel miteinander interagieren. Sie bilden das Regelwerk, das das Gameplay steuert. Beispiele für Mechaniken in Puzzlespielen sind das Navigieren durch Labyrinth, das Ändern der Hintergrundfarbe oder die Nutzung von Portalen. Zu den häufigen Mechaniken gehören auch das Zusammenbringen von Elementen (Matching) oder das Anordnen von Elementen in der richtigen Reihenfolge (Sequencing) [6] Damien Allan..

Die Auswahl von Mechaniken für das Puzzle-Design ist essenziell für die Erstellung von Puzzles. Elaborierte Mechaniken können zu vielschichtigen Puzzles führen. Ein grundlegendes Prinzip ist, dass Puzzles auf einer zentralen Mechanik basieren sollten. Die Genialität und die den Mechaniken innewohnenden Einschränkungen bestimmen maßgeblich die Anzahl und den möglichen Schwierigkeitsgrad der Puzzles [17] Mark Brown..

Digitale Mechaniken:
Diese haben eine sehr präzise oder regelbasierte Natur und zeichnen sich oft durch eine begrenzte Anzahl von Zuständen aus, wie etwa bei einem Ein/Aus-Schalter. Wenn digitale Mechaniken nicht durch klare Hinweise oder zusätzliche Mechaniken ergänzt werden, können sie dazu führen, dass Spieler Puzzles eher durch Ausprobieren lösen, statt durch logisches Denken [6] Damien Allan..

Analoge Mechaniken:
Im Gegensatz dazu verfügen analoge Mechaniken über einen freiformatigen Aspekt und eine große Bandbreite potenzieller Zustände. Beispiele hierfür sind Objekte, die der Physik unterliegen, oder Elemente, die der Spieler frei platzieren kann. Das vorsichtige Entfernen und Platzieren von Blöcken in „Jenga“ ist ein Beispiel für eine analoge Mechanik. Analoge Mechaniken werden im Allgemeinen als interessanter angesehen als digitale, da sie den Spieler dazu zwingen, mehr nachzudenken und nicht einfach nur binäre Entscheidungen zu treffen. [6] Damien Allan..

Score:
Bei Score-Mechaniken sammeln Spieler Punkte durch Abschließen von Aktionen. Ziel ist es, innerhalb bestimmter Grenzen eine hohe Punktezahl zu erreichen.

Hidden Info:
Hidden-Info-Puzzles arbeiten mit Informationen oder Spielobjekten, die im Spielverlauf erst durch Interaktion offenbart werden.

Timing:
Timing-Puzzles erfordern Aktionen innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters oder das zeitliche Abstimmen mehrerer Ereignisse.

Matching:
Der Spieler muss passende Gegenstände finden und verbinden.

Sliding:
Der Spieler muss Teile verschieben, bis sie die korrekte Position haben.

Pathfinding:
Der Spieler muss einen Weg durch eine Umgebung finden.

Sequencing:
Der Spieler muss Objekte in die richtige Reihenfolge bringen.

Physics:
Der Spieler muss physikalische Prinzipien nutzen, um Rätsel zu lösen.

Circuit:
Circuit-Rätsel erfordern, dass Spieler eine Reihe von Verbindungen so anordnen, dass ein logischer Fluss entsteht.

[10] Game Developers Conference. [17] Mark Brown. [16] Machinations.

06 PARADOGX FORSCHUNGS- PROJEKT

PROTOTYPE 1

Der erste Prototyp von „The PARADOGX Incident“ war stark inspiriert von „Crypt of the NecroDancer“. Ursprünglich war das Spiel als Rhythmus-Plattform konzipiert, in dem zufällig generierte Herausforderungen durch das Bewegen im Takt der Musik gemeistert werden sollten. Dieses Konzept wurde intensiv mit Playtestern erprobt. Dabei stellte sich heraus, dass das ständige Ausführen von Bewegungen im Musikrhythmus zu einer sehr langsamen und anstrengenden Spielerfahrung führte – insbesondere für Spieler ohne ausgeprägtes Rhythmusgefühl.

Ungleichmäßige Rhythmen wurden von den Testpersonen überwiegend negativ bewertet, während gleichmäßige, leicht verständliche Taktmuster deutlich besser rezipiert wurden. Zu diesem Zeitpunkt war das Ziel, einen spielbaren Prototypen zu entwickeln, der mit einem 3D-Gittersystem arbeitet und sich sowohl mit einem Gamepad als auch mit der Tastatur bedienen lässt.

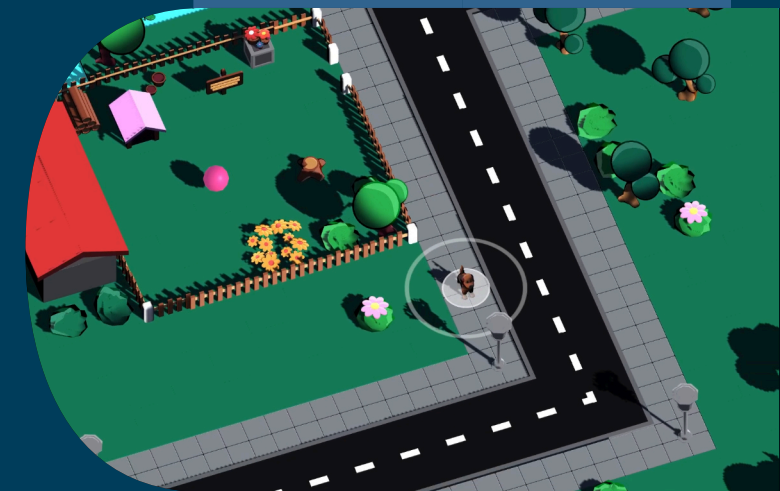
Während der frühen Entwicklung wurde deutlich, dass die Kombination von Rhythmus und Präzisionsbewegung ein hohes Maß an kognitiver Belastung erzeugt. Dies stellte insbesondere für neue Spieler eine Einstiegshürde (Frustration) dar.

Die Rhythmusbindung erforderte nicht nur genaue Eingaben, sondern auch permanentes aktives Zuhören – ein Umstand, der bei komplexeren Spielaufgaben schnell zu Überforderung führte. Diese Beobachtungen verdeutlichten die Notwendigkeit, zwischen musikalischer Immersion und spielerischer Lesbarkeit eine ausgewogene Balance zu schaffen. Diese Erkenntnisse bildeten eine wichtige Grundlage für spätere Designentscheidungen im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit und Zugänglichkeit.

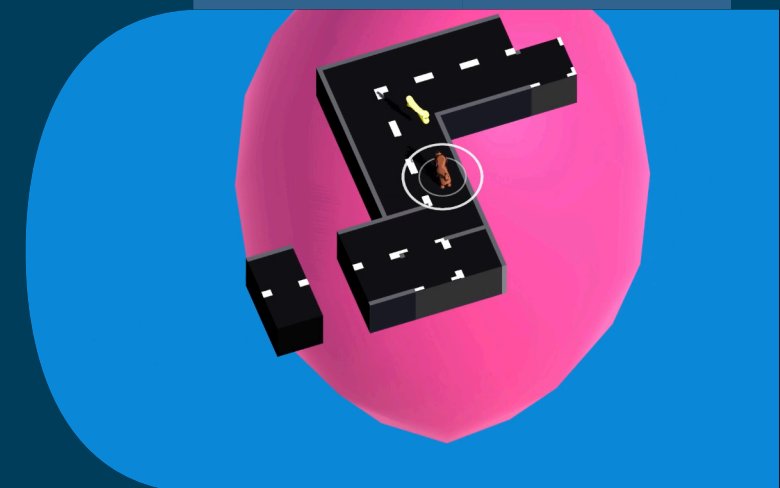
Nach der Auswertung der ersten Testphase wurden der grundlegende Ansatz sowie das Genre des Spiels auf Basis des Playtester-Feedbacks überarbeitet.



Ab. 10: „PARADOGX“ Prototype v1 – 01



Ab. 11: „PARADOGX“ Prototype v1 – 02



Ab. 12: „PARADOGX“ Prototype v1 – 03

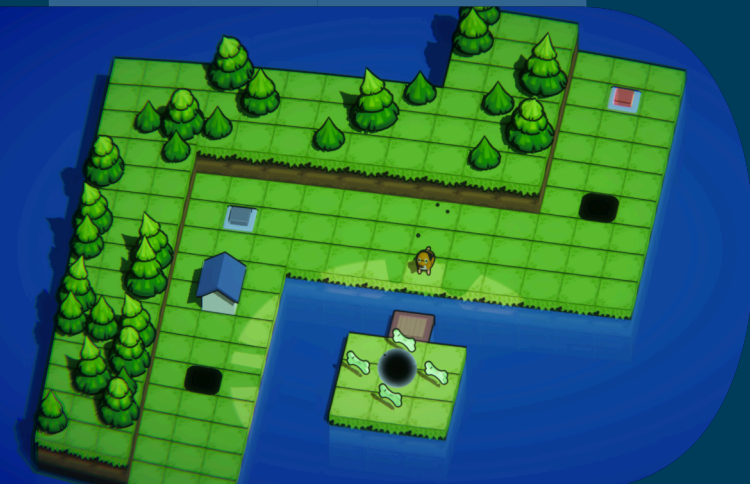
PROTOTYPE 2

Die Arbeit am Prototypen folgte einem iterativen Designansatz, bei dem Funktionen kontinuierlich auf ihre Wirkung hin überprüft und angepasst wurden. Besonders hervorzuheben ist die zentrale Rolle des Playtestings als Werkzeug zur Bewertung von Spielmechaniken. Feedback wurde teilweise schriftlich festgehalten und diente als Entscheidungsgrundlage für technische wie gestalterische Veränderungen. Dieses iterative Vorgehen ermöglichte es, nutzerzentriert auf konkrete Probleme zu reagieren und zugleich neue kreative Lösungswege zu erkunden.

In der darauffolgenden Iteration von „PARADOGX“ lag der Fokus auf der Wiederverwendung und Optimierung bestehender Systeme. Das dynamische Sound- sowie das MIDI-System wurden übernommen und technisch weiterentwickelt. Ebenso wurden das bestehende 3D-Gittersystem, der Game-Manager sowie das grundlegende Eingabekonzept beibehalten. Platzhalter-Grafiken aus der frühen Entwicklungsphase wurden durch überarbeitete visuelle Assets ersetzt.

Das überwiegend negative Feedback hinsichtlich des ursprünglichen Rhythmus-Gameplays führte dazu, dass zentrale konzeptuelle Annahmen hinterfragt und grundlegende Designentscheidungen neu evaluiert wurden. Insbesondere wurden verschiedene Steuerungs- und Gameplay-Ansätze erprobt, um alternative Interaktionsmodelle zu entwickeln.

Ziel dieser Entwicklungsphase war die Identifikation und Implementierung geeigneter Puzzle-Mechaniken. Im Vordergrund stand dabei insbesondere die Konzeption und Integration einer Kopier-Mechanik als Grundlage für ein rekursives Puzzle-Design.



Ab. 13: „PARADOGX“ Prototype v2 - 01



Ab. 14: „PARADOGX“ Prototype v2 - 02



Ab. 15: „PARADOGX“ Prototype v2 - 03

EARLY ACCESS VERSION

„The PARADOGX Incident“ ist ein Puzzle-Rhythmus-Platformer-Hybrid, welcher seit 2022 in Entwicklung ist. Es arbeitet mit einem 3D-Gitter-System und einer isometrischen Perspektive.

In diesem Spiel liegt der Fokus auf präzisiertem Input. Der Spieler übernimmt die Rolle von „Dox“, einem cleveren und agilen Hund, dessen Ziel darin besteht, rekursive Rätsel zu lösen und Rhythmus-Level zu meistern.

Das Spiel bietet dynamisches Gameplay und einen adaptiven Soundtrack, der sich an das Spielgeschehen anpasst.

Das Spielkonzept bedient sich an einigen bekannten Puzzle-Mechaniken, wie etwa Sliding, Physik und Sequencing. Das Gameplay ist von „Sokoban“ abgeleitet und mit modernen Konzepten erweitert.

Hauptsächlich wurde die Sliding-Mechanik angepasst, indem Animationen und Bedienung erheblich beschleunigt wurden. Ebenfalls ist es möglich, Kisten nicht nur um ein Feld zu verschieben sondern um zwei oder mehr Felder, um die Handhabung von Kisten zu vereinfachen. Auch ist es möglich, eine Kette von Kisten zu verschieben, um lästige oder wiederholende Bedienung zu vermeiden.

Da „PARADOGX“ ein 3D-Spiel ist, hat es sich angeboten, eine Physik-Logik in das Spiel zu implementieren, um den Levels mehr Dynamik und interessante Interaktionen zu bieten. Beispielsweise können Spieler und Kiste auf tiefere Ebenen herunterfallen oder geworfen werden.

In das Puzzle Design wurde eine rekursive Mechanik implementiert, um das ganze Konzept spannender zu gestalten. Die Hauptmechanik, die in allen Puzzle-Leveln zu finden ist, ist das Kopieren von Level-Bauteilen in der Spielwelt um die gegebene Herausforderung zu lösen. Diese Mechanik wird ausgelöst durch das Drücken eines roten Knopfes, entweder durch den Spieler oder durch ein anderes Objekt.



Ab. 16: „PARADOGX“ Early Access - 01



Ab. 17: „PARADOGX“ Early Access - 02



Ab. 18: „PARADOGX“ Early Access - 03

07 REKURSIVES PUZZLE DESIGN

LEVELKONZEPT IDEEN

Ein zentrales Element bei der Gestaltung von Puzzle-Levels ist das gezielte Einbauen eines sogenannten „Catch“ – also eines unerwarteten Moments oder einer Wendung, die während der Lösung des Rätsels auftritt und eine tiefere Auseinandersetzung mit den Spielmechaniken erfordert.

Häufig besteht dieser „Catch“ darin, dass eine bekannte Mechanik auf eine ungewohnte oder zuvor nicht kommunizierte Weise angewendet werden muss. Um Frustration oder Spielabbruch zu vermeiden, ist es dabei essenziell, dass dem Spieler alle erforderlichen Informationen zur Lösung zugänglich gemacht werden.

Das bedeutet nicht, dass die Lösung offensichtlich sein muss – vielmehr soll die Herausforderung darin bestehen, die Mechaniken zu erkennen, zu kombinieren und korrekt anzuwenden, ohne dass externes Wissen notwendig ist.

Grundsätzlich kann nahezu jede Situation oder Idee als Grundlage für ein Puzzle-Level dienen, solange sie sich im Rahmen der bestehenden Spielmechaniken bewegt. Diese Voraussetzung gewährleistet, dass das Design kohärent bleibt und eine faire Herausforderung bietet. Besonders in rekursiven Puzzle-Designs, wie sie in „The PARADOGX Incident“ zum Einsatz kommen, liegt der Fokus auf der Wiederverwendung und Verfremdung von Mechaniken, wodurch komplexe, mehrschichtige Lösungswege entstehen. In diesen Fällen wird das Verständnis von Spielregeln nicht nur vorausgesetzt, sondern auch aktiv erweitert, indem der Spieler zur Rekombination bekannter Elemente angeregt wird.

Konzeptvermittlung und Kommunikationsstrategien im Level-Design
Ein effektives Puzzle-Design erfordert nicht nur kreative Ideen, sondern auch eine gezielte Kommunikationsstrategie innerhalb des Levels selbst.

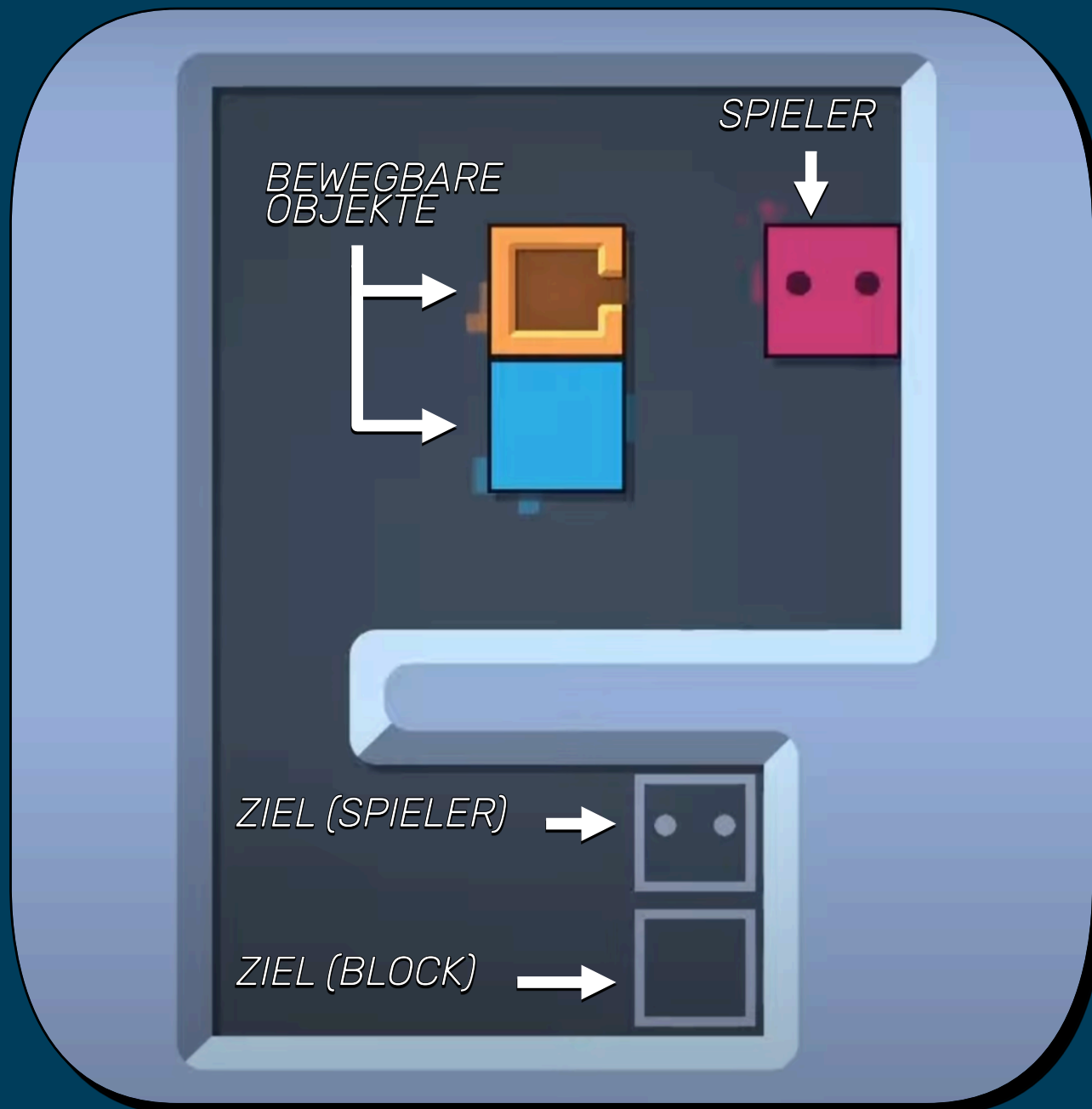
Das bedeutet, dass der Spieler schrittweise an neue Konzepte herangeführt werden sollte – etwa durch das sogenannte „teaching through gameplay“. Dabei vermitteln frühe Abschnitte eines Levels oder benachbarte Räume die grundlegenden Mechaniken, die später für die Lösung des „Catch“ entscheidend sind. In „The PARADOGX Incident“ wurde dieses Prinzip durch gestaffelte Levelabschnitte umgesetzt, in denen rekursive Mechaniken zunächst isoliert dargestellt und anschließend in Kombination mit weiteren Regeln verwendet wurden.

Ziel ist es, den Spieler nicht zu überfordern, sondern ihm ein Gefühl des Fortschritts und der Selbstwirksamkeit zu ermöglichen – ein zentrales Element gelungener Puzzle-Erfahrungen.

LEVEL DESIGN ANALYSE (PATRICK'S PARABOX)

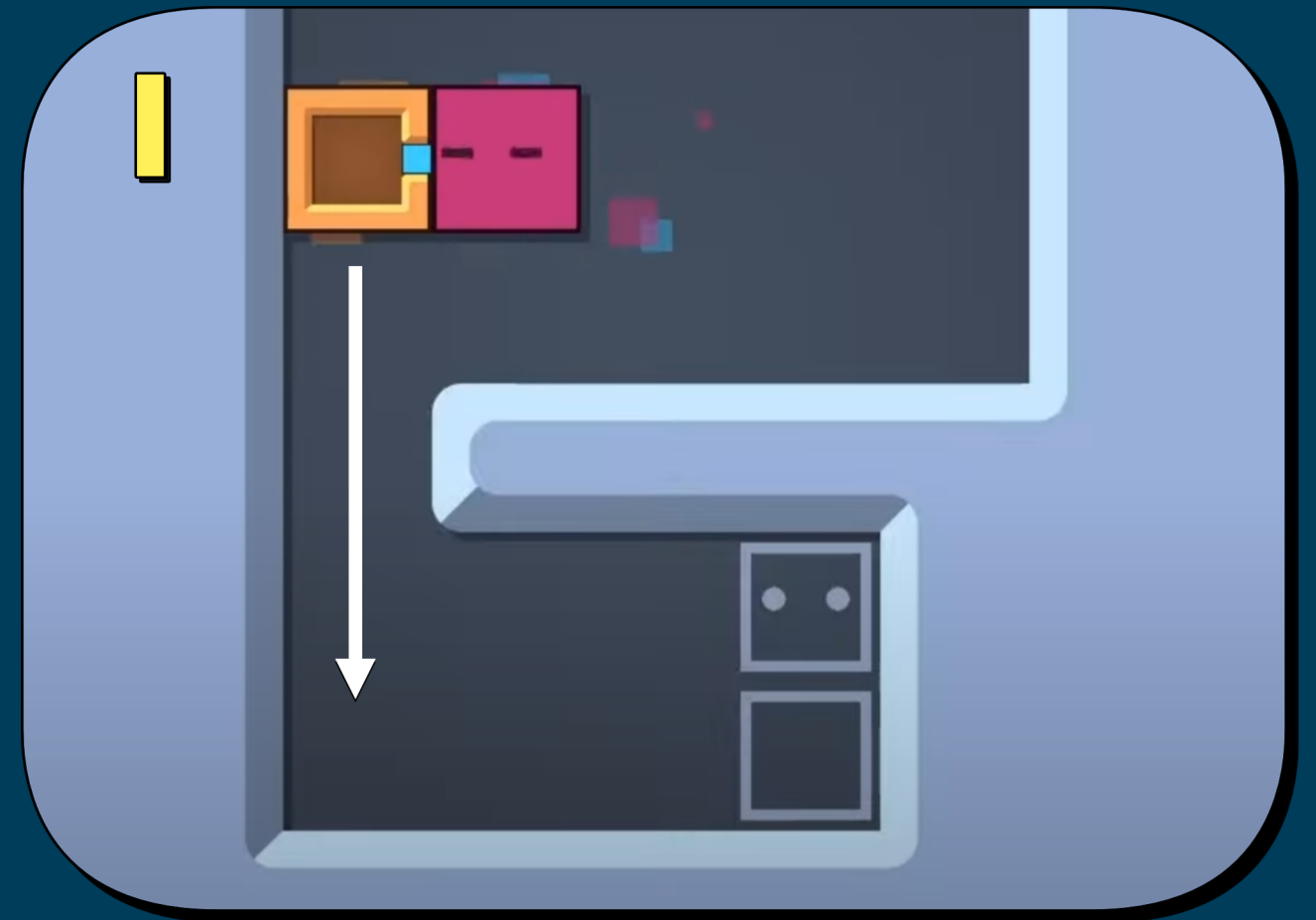
„Patrick's Parabox“ verfolgt grundsätzlich dieselbe Zielsetzung wie klassisches „Sokoban“ – nämlich Blöcke auf vorgegebene Zielfelder zu manövrieren. Durch die Integration einer rekursiven Mechanik erweitert sich das konzeptionelle Fundament erheblich. In bestimmten Kacheln können die Spieler in den Block hineingehen oder andere Blöcke in diesen hineinbewegen, wodurch eine verschachtelte Raumstruktur entsteht. Für die Lösung mancher Level ist es notwendig, Blöcke auf tieferen Ebenen zu platzieren, um das Gesamtgefüge korrekt auszurichten und den Spielfortschritt zu ermöglichen.

Die zentrale Herausforderung besteht darin, Spielfigur und Block auf das jeweilige Ziel zu bringen, wobei Zeit und Anzahl der Züge nicht in die Bewertung einfließen. Der definierende „Catch“ dieses Levels liegt darin, dass ein grauer Block nicht durch herkömmliches Schieben durch den Engpass gebracht werden kann, ohne zuvor die rekursive Mechanik gezielt anzuwenden. Durch diese rekursive Struktur wird das Level-Design deutlich vielschichtiger: Eine Handlungsebene entschlüsselt sich erst, wenn die darüberliegende rekursive Relation korrekt eingeordnet wurde.

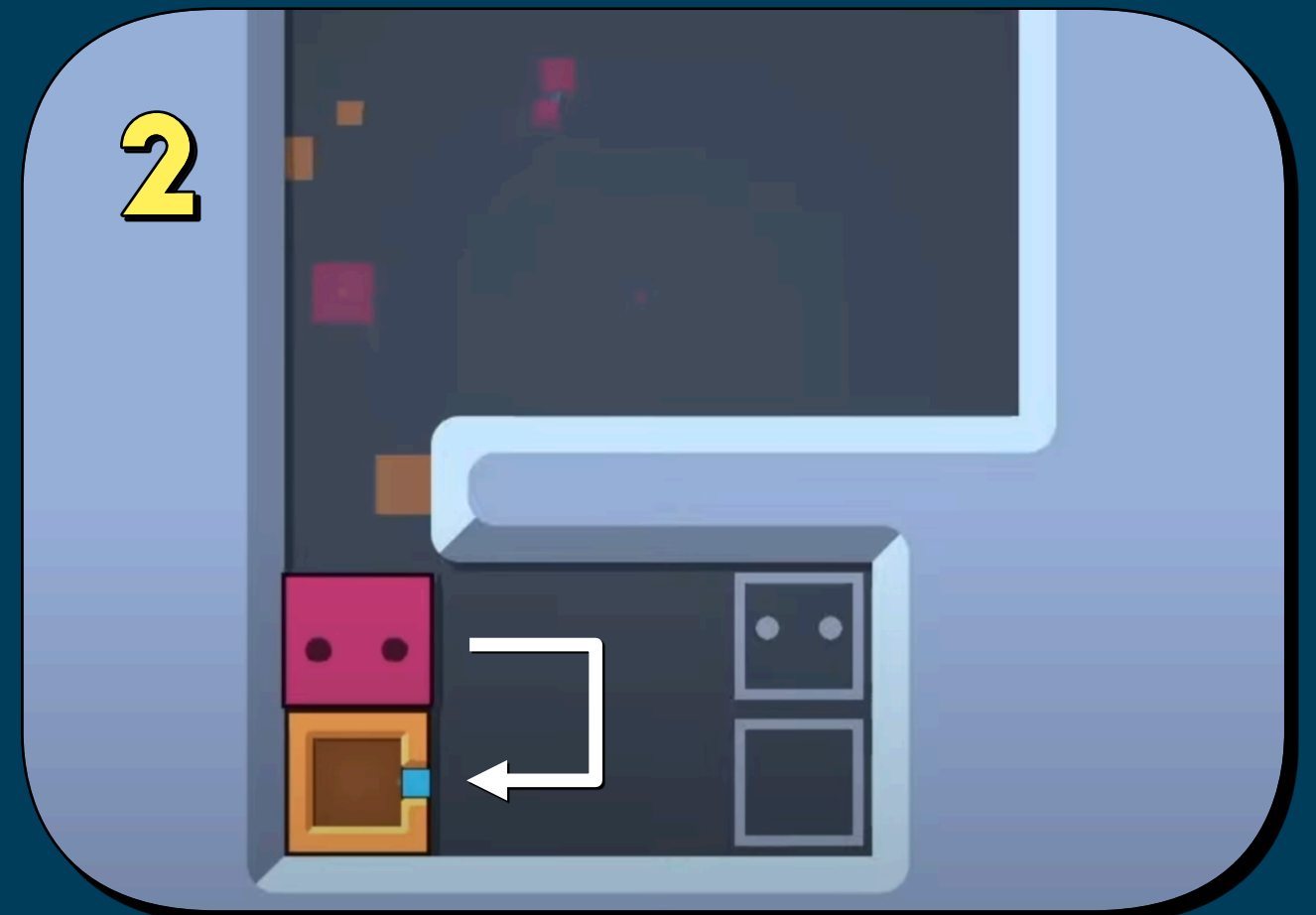


Ab. 19. „Patrick's Parabox“ Gameplay Analyse

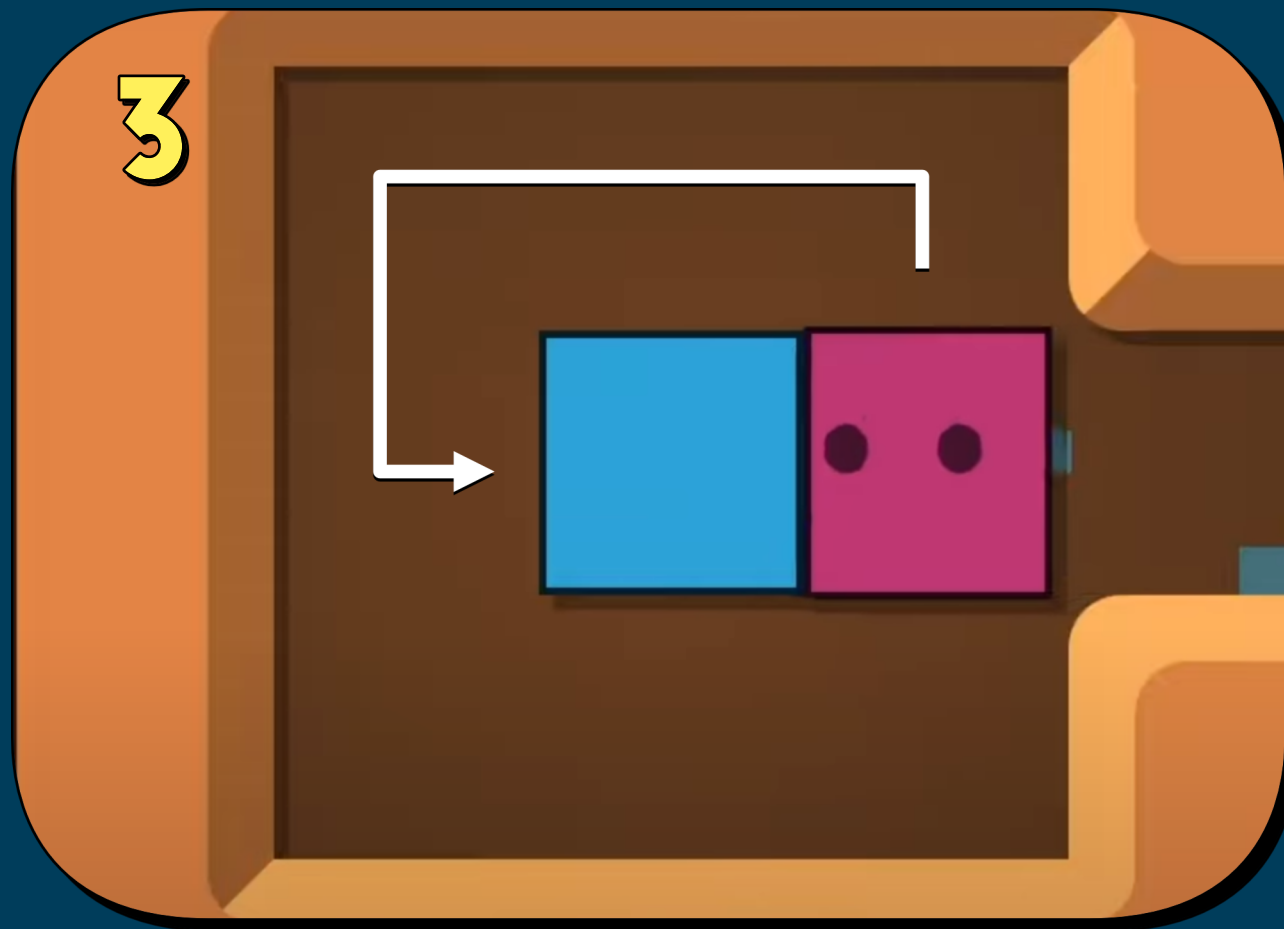
LÖSUGSBEISPIEL (PATRICK'S PARABOX)



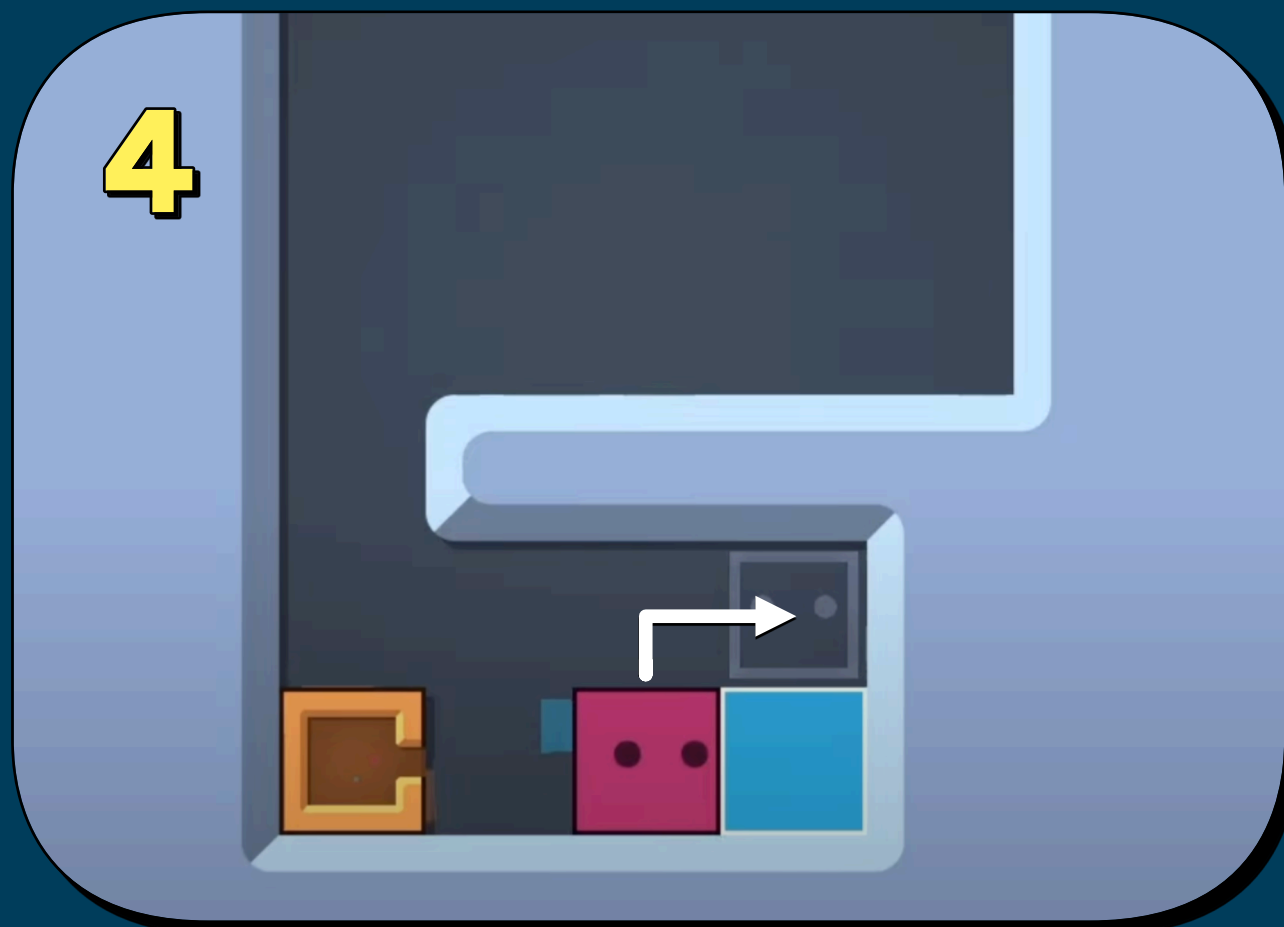
Ab. 20. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 01



Ab. 21. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 02



Ab. 22. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 03



Ab. 23. „Patrick's Parabox“ Level Lösung 04

LEVEL DESIGN IN PARADOGX

Im Verlauf von drei Entwicklungsiterationen rückte das Level-Design zunehmend in den Mittelpunkt der Untersuchungen, um systematisch zu ermitteln, welche Level-Strukturen optimal mit den bestehenden Spielmechaniken harmonieren. Auf Basis intensiver Playtests ließen sich im Spiel drei wesentliche Level-Typen unterscheiden, wobei der Level-Typ „Rekursives Puzzle Level“ als besonders geeignet identifiziert wurde.

Rekursive-Puzzle-Level

Durch Rückmeldungen der Playtester wurde deutlich, dass Levels, welche die Kopier-Mechanik (Erzeugen neuer Levelbauteile per Knopfdruck) konsequent nutzen, den größten Reiz ausüben.

In diesen Levels bilden die Benutzer komplexe Selbstähnlichkeits-Strukturen, indem sie Teil-Elemente mehrfach verschachteln. Die rekursive Logik wirkt hierbei als „Catch“, da das Verständnis der Mechanik auf höheren Abstraktionsebenen erforderlich ist, um ein Level erfolgreich abzuschließen. Dieser Level-Typ erwies sich in Kombination mit weiteren Spielregeln als deutlich interessanter und nachhaltiger als alternative Varianten.

Rhythmus-Herausforderungen

Als sekundärer Level-Typ dienten rhythmusbasierte Parcours, in denen das Zielportal nur durch Bewegungen im Takt der Musik erreicht werden kann. Playtests zeigten jedoch, dass dieser Ansatz bei vielen Testpersonen zu Frustration führte, da ein gewisses Rhythmusgefühl vorausgesetzt wird und fehlerhafte Inputs meist zum Zurücksetzen auf den letzten Checkpoint zwangen. Da die daraus resultierende negative Nutzererfahrung den Spielfluss erheblich beeinträchtigte, wurden rhythmusbasierte Levels nicht in den Hauptspielverlauf integriert, sondern auf optionale, auflockernde Level beschränkt.

Die Levelübersicht fungiert als eine Art Metalevel, das den Übergang zwischen einzelnen Herausforderungen ermöglicht. In diesen größeren Strukturen wird der Erkundungsdrang der Spieler angesprochen, ohne jedoch komplexe Rätsel zu enthalten. Aufgabe dieses Level-Types ist es, eine intuitive Navigation zur nächsten Puzzle-Herausforderung zu garantieren.

Die Entwicklung rekursiver Puzzle-Level begann stets mit der Frage, welche Grundmuster durch die Kopier-Mechanik erzeugt werden können, bevor überhaupt ein konkreter „Catch“ implementiert wurde. Ein „Catch“ definiert sich hier als eine unerwartete, mechanikspezifische Wendung, bei der bekannte Regeln auf ungewohnte Weise verschränkt werden. In „PARADOGX“ manifestiert sich der „Catch“ etwa darin, dass Level-Bauteile so kopiert und verschachtelt werden, dass ihre Anordnung erst auf höheren Rekursionsebenen vollständig erfasst werden kann.

Dank des auf einem 3D-Gitter basierten Level-Frameworks und des Kitbashing-Ansatzes war es möglich, eine große Bandbreite an visuellen und konstruktionalen Ideen zu testen. Einzelne 3D-Modelle konnten modular auf das Gitter arrangiert werden. Diese Flexibilität erleichterte nicht nur die schnelle Prototypen-Erstellung, sondern förderte auch experimentelle Layouts, in denen unterschiedliche rekursive Muster ausprobiert werden konnten, ohne dass jedes Puzzle von Grund auf neu modelliert werden musste.

Für die Konzeption neuer rekursiver Puzzle-Level wurden vielfältige Inspirationsquellen herangezogen:

- Logos, die sich in selbstähnliche Teilbereiche unterteilen lassen
- Wortspiele oder visuelle Metaphern, die Assoziationen zu Rekursion und mehrfacher Anwendung hervorrufen
- Fraktale, um räumliche Struktur auf mehreren Ebenen zu erzeugen

Levelübersicht

Auf dieser Basis wurden zunächst einfache

PUZZLE „BREAK THE LOOP“

Das Level „Break the Loop“ wurde so konzipiert, dass Spieler die Kopier-Mechanik schrittweise verinnerlichen, ohne dass die Lösung zu offensichtlich wird. Die Grundstruktur ist bewusst einfach gehalten, um den rekursiven Charakter der Mechanik verständlich zu präsentieren und gleichzeitig ungewollte Komplexität zu vermeiden. Alle erforderlichen Informationen und Mechaniken werden ohne zusätzliche Ablenkungen bereitgestellt. Ziel ist es, den Lernprozess gezielt auf das Verständnis der Kopierfunktion zu fokussieren.

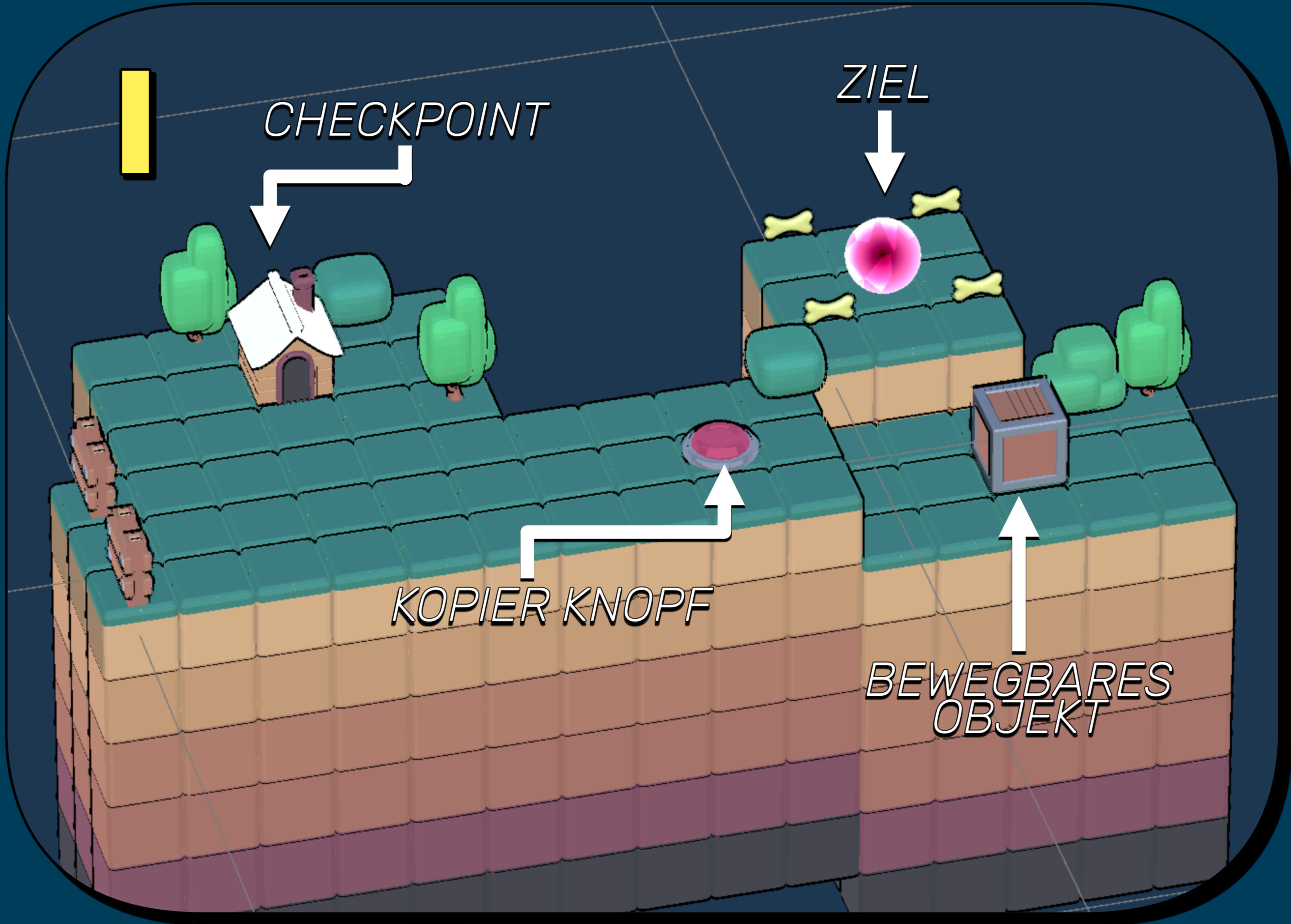
Trotz dieser klaren Instruktionen zeigte das Playtest-Feedback, dass einige Spieler eine große Anzahl von Kopien erstellten, ohne zu bemerken, dass sich Puzzleteile wiederholten.

Der „Catch“ in „Break the Loop“ liegt darin, dass eine Kiste in „Puzzleteil 1“ so positioniert ist, dass sie in der ersten Iteration nicht ausreicht, um das Ziel zu erreichen.

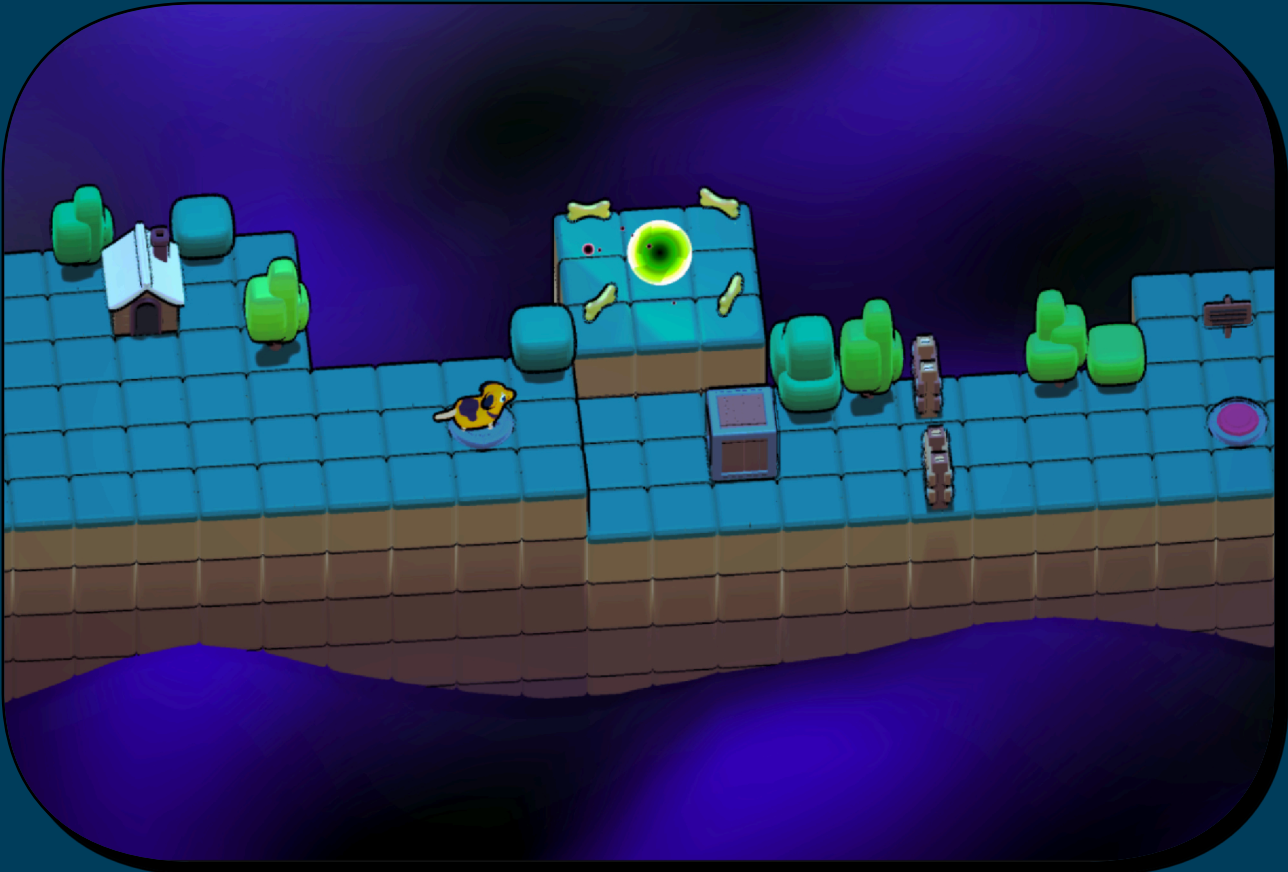
Einsatz eines Checkpoints, um mit genau zwei Kisten den Ausgang zu erreichen. Alternativ kann das Level durch das Ansammeln zusätzlicher Kisten vereinfacht werden, was eine weitere Lösungsvariante eröffnet. Zur Bewertung der Leistung in jedem Level werden vier Parameter verwendet:

- 1. Anzahl der Schritte
- 2. Anzahl der Rücksetzungen
- 3. Knochen-Sammel-Quote
- 4. Spielzeit im Level

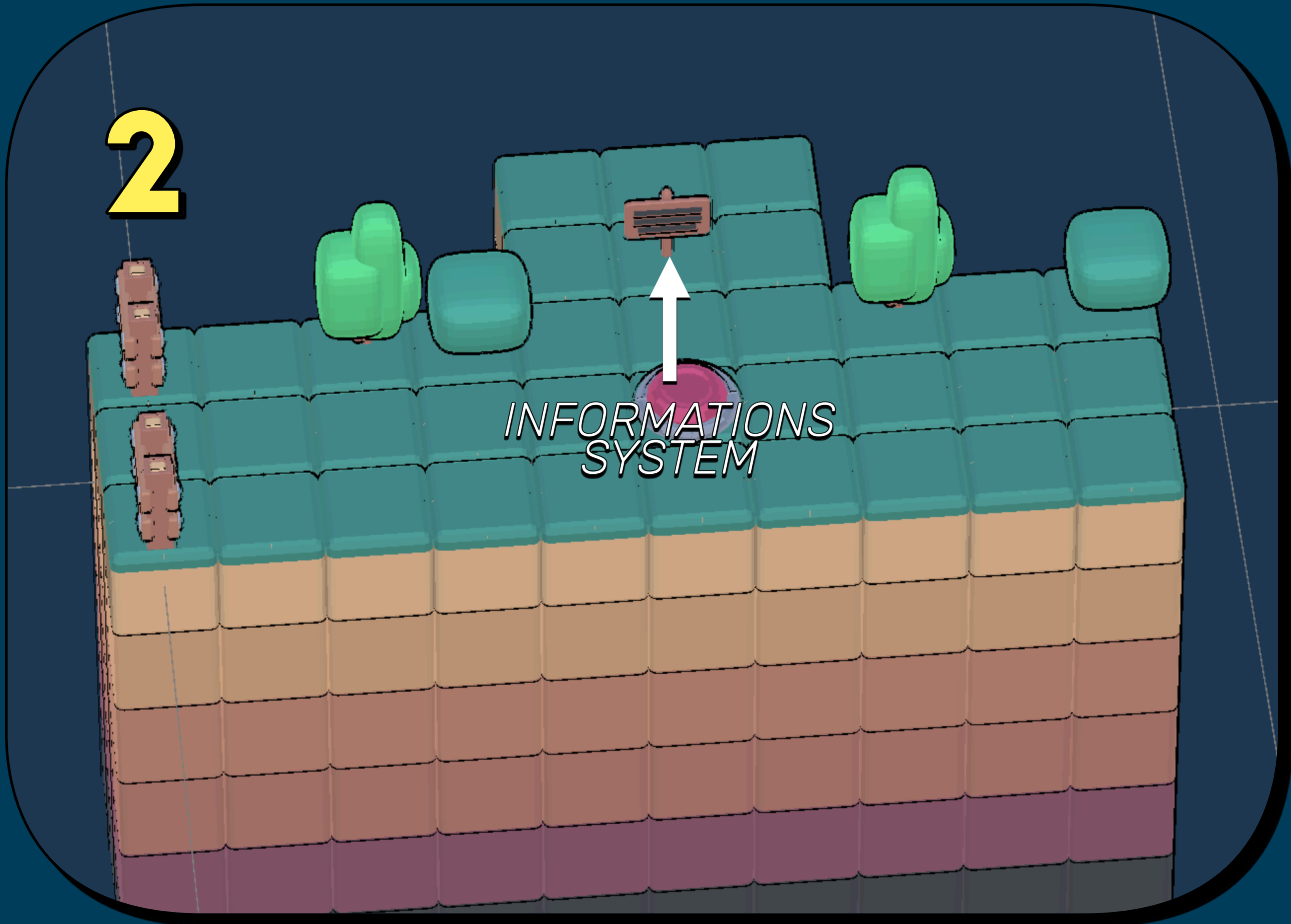
Zusätzlich wurde ein Text-Informationssystem in Form eines Schildes implementiert, um einen Hinweis auf die Lösung zu geben. Durch Benutzer-Feedback konnte ermittelt werden, dass ein schriftlicher Hinweis auf die Lösung die Abschlussrate einer Herausforderung erhöht und nützlich ist, um aus der Sicht als Entwickler mit den Spielern zu kommunizieren.



Ab. 25. „Break The Loop“ Puzzleteil 01



Die Lösung erfordert daher den bewussten Einsatz eines Checkpoints

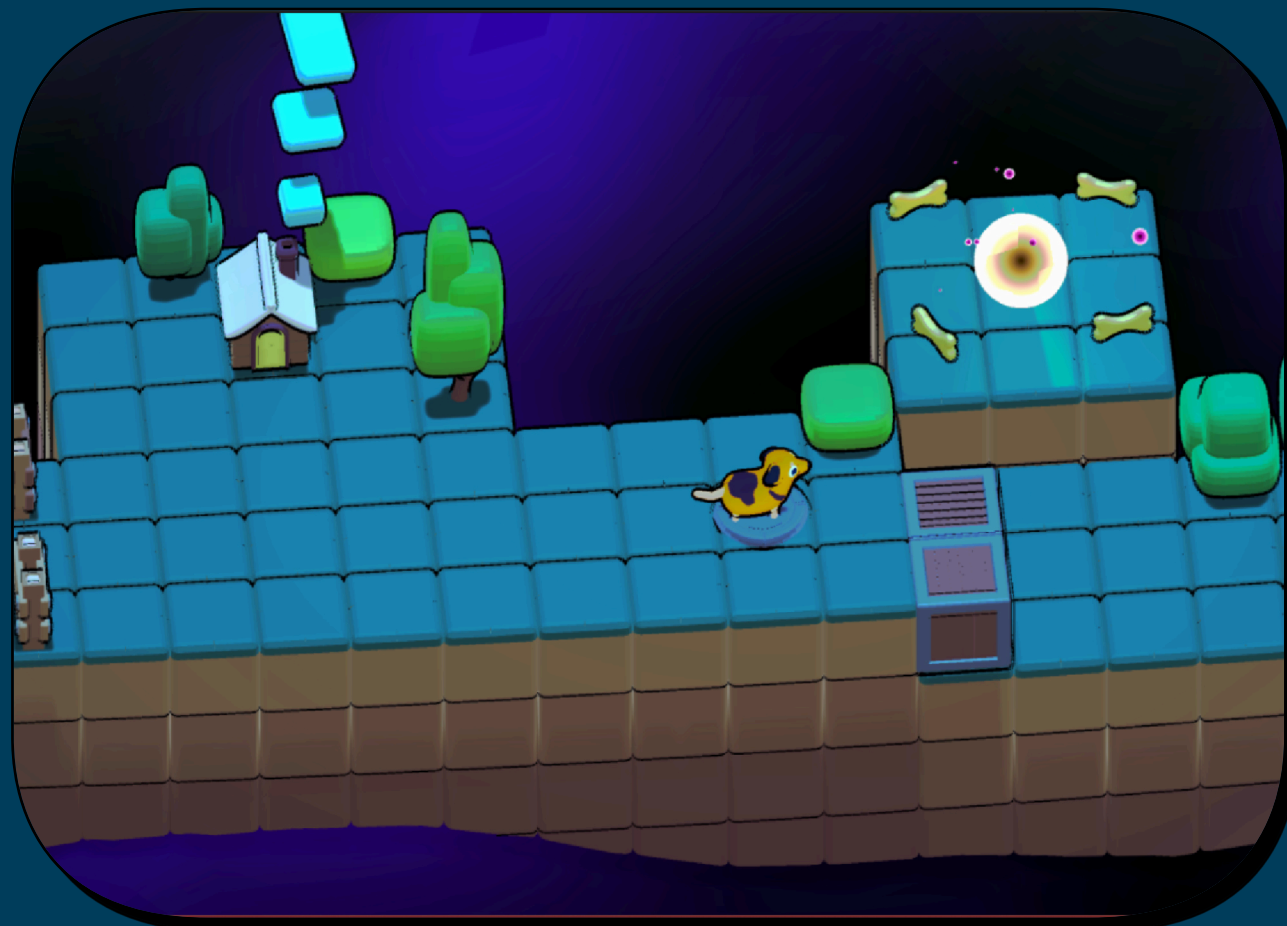


Ab. 26. „Break The Loop“ Puzzleteil 02

08 FAZIT UND AUSBLICK



Ab. 27. „Break The Loop“ Informations System



Ab. 28. „Break The Loop“ Lösungsvorschlag

LEARNINGS UND ERKENNTNISSE

Die Entwicklung von „The PARADOGX Incident“, sowie die theoretische Auseinandersetzung mit Rekursion und rekursiven Puzzle-Design haben eine Vielzahl wertvoller Erkenntnisse hervorgebracht.

Zunächst wurde deutlich, wie wichtig es ist, frühzeitig Feedback durch Playtests einzuholen. Schon in der ersten Iteration des Prototyps zeigte sich, dass das ursprüngliche Rhythmus-Konzept zwar eine kreative Idee war, in der Praxis jedoch nicht den gewünschten Spielfluss ermöglichte. Dies verdeutlichte, dass auch innovative Ansätze scheitern können, wenn sie nicht ausreichend auf Zugänglichkeit und Spielbarkeit geprüft werden.

Ein weiteres zentrales Learning betrifft die Bedeutung klarer und konsistenter Spielmechaniken. In Puzzle-Spielen ist es entscheidend, dass Spieler verlässlich auf bekannte Mechanismen zurückgreifen können, um neue Herausforderungen zu bewältigen. Gleichzeitig zeigte sich aber auch, dass gezielte Regelerweiterungen – etwa in Form eines „Catch“ – notwendig sind, um Überraschungsmomente und Tiefgang zu erzeugen. Diese Balance zwischen Verlässlichkeit und Herausforderung ist essenziell für gutes Puzzle-Design.

Die theoretische Beschäftigung mit Rekursion – sowohl aus mathematisch-informatischer, als auch aus gestalterischer Sicht – hat zudem dazu geführt, rekursive Systeme als Werkzeug für emergente Komplexität besser zu verstehen. Insbesondere das Level-Design profitierte stark von rekursiven Elementen, da diese es ermöglichen, aus wenigen Grundmechaniken eine Vielzahl unterschiedlicher Herausforderungen zu erzeugen, ohne neue Regeln einführen zu müssen.

Nicht zuletzt war die Arbeit an „PARADOGX“ auch ein Lernprozess in Bezug auf Projektorganisation, iterative Gestaltung und kreative Problemlösung. Die Wiederverwendung bestehender Systeme, die Entwicklung eines modularen 3D-Gitter-Systems und das systematische Testen von Levelideen führten dazu, dass aus einem

anfänglich vagen Konzept ein komplexes, funktionierendes Puzzlespiel entstehen konnte. Diese Erfahrungen stärken nicht nur die eigenen Fähigkeiten im Game-Design, sondern liefern auch methodische Werkzeuge für zukünftige Projekte.

Eine weitere Erkenntnis betrifft den umfangreichen Entwicklungszeitraum von knapp drei Jahren. Einerseits ermöglichte der lange Atem, das Spielkonzept schrittweise zu verfeinern und zahlreiche innovative Ideen – etwa das rekursive Level-Design und die multidimensionalen Welten – auszuprobieren. Andererseits zeigte sich, dass eine derart lange Laufzeit auch gedankliche und technische Altlasten („Technical Debt“) mit sich bringt. Immer wieder mussten provisorische Prototypen-Implementierungen refaktoriert und bestehender Code gründlich überarbeitet werden, um eine saubere, wartbare Basis zu schaffen. Diese Erfahrung verdeutlichte, wie wichtig es ist, schon früh klare Code-Standards und Architekturprinzipien (z. B. Modulgrenzen, Single Responsibility) zu etablieren, um spätere Mehraufwände zu minimieren.

Ein Erkenntniszuwachs betrifft zudem die künstlerische und technische Umsetzung der Levelassets. Durch Kitbashing – das gezielte Zusammenstellen und Anpassen bestehender 3D-Modelle auf das 3D-Gitter-System – konnte schnell visuelle Vielfalt erzeugt werden, ohne jede Grafik neu modellieren zu müssen. Dieses Vorgehen beschleunigte nicht nur den Prototyping-Prozess, sondern gab Raum für Experimente mit verschiedenen Dimensionen und Welten.

Spieler reagierten besonders auf das Erkunden dieser Dimensionen stark, was eine zusätzliche Spielerbindung erzeugte. Die Erfahrung zeigt, dass visuelle und mechanische Iterationen Hand in Hand gehen müssen und dass das gezielte Einführen neuer Umgebungsstile das Spiel-Engagement signifikant steigern kann.

AUSBLICK VON PARADOGX

Mit Blick auf die Zielmarke Version 1.0 von „The PARADOGX Incident“ zeichnen sich folgende zentrale Entwicklungsschritte ab:

Überarbeitung des Einstiegslevels

Das erste Level fungiert als Onboarding für neue Spieler und legt die Basis für alle späteren Mechaniken. Um hier die bestmögliche Spielerfahrung zu garantieren, stehen folgende Aufgaben im Vordergrund:

- Feintuning der Schwierigkeit: Anpassung von Hindernissen und Hilfestellungen, um einen sanften Lernkurven-Verlauf zu erreichen.

- Narrative Einbettung: Stärkere Verzahnung der Spielfigur „Dox“ und des Settings mit dem Kernkonzept, um Motivation und Kontext klarer zu kommunizieren.

- Visuelle Klarheit: Überarbeitung von Levelgrafiken und Lichteffekten, damit Mechaniken auch bei komplexen Strukturen auf einen Blick verständlich bleiben.

Systematisches Bug-Tracking und Qualitätssicherung

Ein stabiler Launch erfordert eine durchgängige Test- und Fehlerbehebungsstrategie:

- Regressionstests für alle Kernmechaniken (Bewegung, Kopier-Mechanik, Sound-Trigger).

- Playtester-Runden zur Identifikation von Edge-Cases, Performance-Bottlenecks und UI-Usability-Problemen.

- Issue-Tracking-Workflow mit Priorisierung (Blocker → Major → Minor), um schneller auf kritische Fehler reagieren zu können.

Implementierung eines Score-Systems als

Social Feature

Um die Langzeitmotivation zu fördern und soziale Interaktionen in der Community zu verankern, wird ein Score-System entwickelt:

- Punktvergabekriterien: Zeit, Schritte, Rücksetzungen, gesammelte Knochen.

- Online-Leaderboard: Anzeige von Top-Spielern global und im Freundeskreis.

- Datenschutz und Fairness: Anonymisierte Highscores und Anti-Cheat-Mechanismen, um Integrität und Spielspaß zu gewährleisten.

Erweiterungspotenzial und Scope-Management

Obwohl zusätzliche Mechanik-Blöcke und neuer Content das Spiel bereichern könnten, ist der Umfang bereits beträchtlich. Für Version 1.0 empfiehlt sich daher ein fokussiertes Feature-Set, um Termine und Qualität sicherzustellen. Potenzielle Erweiterungen für spätere Patches oder DLC's:

- Neue Puzzle-Blöcke (z. B. Eisblöcke, Katapultplattformen)

- Kooperative Mehrspieler-Modi, in denen Spieler gemeinsam rekursive Puzzles lösen

- Level-Editor für Community-Inhalte, der kreative Eigenkreationen ermöglicht

SCHLUSSWORT

Mit dieser Arbeit wurde das Konzept des rekursiven Puzzle-Designs sowohl theoretisch fundiert, als auch praktisch erprobt. Rekursion erweist sich als ein potentes Gestaltungsprinzip, das aus wenigen, klar definierten Mechaniken durch selbstähnliche Wiederholung eine umfangreiche Komplexität erzeugt.

Anhand der Analyse klassischer sowie moderner Puzzle-Spiele wurde gezeigt, wie rekursive Strukturen Vielfalt und Tiefe schaffen, ohne das Regelwerk künstlich aufzublähen.

Im Rahmen des Entwicklungsprozesses von „The PARADOGX Incident“ konnte dieses Prinzip in einem Prototypen eines 3D-Puzzle-Abenteuers erfolgreich umgesetzt werden.

Die iterative Verfeinerung – von der anfänglichen Rhythmus-Variation, über das Kitbashing-gestützte Level-Prototyping, bis hin zur finalen Integration rekursiver Kopier-Mechaniken – hat eindrucksvoll bewiesen, dass ein rekursives Design-System modular, skalierbar und zugleich spielerisch ansprechend gestaltet werden kann. Die zahlreichen Playtests haben bestätigt, dass Spieler die Rekursion nicht nur als anspruchsvolle Herausforderung, sondern auch als faszinierenden Entdeckungsprozess wahrnehmen.

Besonders hervorzuheben ist der Erfolg von „PARADOGX“ als interaktives Experimentierfeld: Das Spielkonzept wurde nicht nur technisch realisiert, sondern auch hinsichtlich Nutzerfreundlichkeit und Spielspaß optimiert.

Die Kombination aus klaren Mechaniken, die Anwendung von Puzzle-Design und einer adaptiven visuellen Gestaltung hat dazu geführt, dass „PARADOGX“ trotz seiner Komplexität einen intuitiven Einstieg bietet und zugleich zum wiederholten Erkunden einlädt. Die erfolgreiche Implementierung eines Score-Systems und der Ausblick auf soziale Features verdeutlichen das Potenzial für eine lebendige Community und langfristiges Player-Engagement.

Rückblickend war die langwierige, etwa dreijährige Entwicklung eine wertvolle Lernerfahrung: Sie hat gezeigt, wie wichtig ein ausgewogenes Zusammenspiel von Konzeptarbeit, technischem Debt-Management und kreativer Freiheit ist. Sie betont, dass nachhaltiges Game-Design nicht nur aus innovativen Ideen, sondern auch aus solider Planung, sauberer Code-Basis und konsequentem Playtest-Feedback entsteht.

Abschließend lässt sich festhalten: Rekursives Puzzle-Design eröffnet neue Horizonte in der Spieleentwicklung und liefert konkrete Leitlinien für die Gestaltung komplexer, wiederverwendbarer und gleichermaßen eleganter Spielerlebnisse. „The PARADOGX Incident“ steht exemplarisch für die gelungene Anwendung dieser Prinzipien und legt eine solide Grundlage für zukünftige Projekte.

Möge diese Arbeit anderen Entwicklern Inspiration sein, mit rekursiven Konzepten zu experimentieren und so die Welt der Puzzle-Spiele weiterzuentwickeln.

EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Hiermit versichere ich, dass diese Abschlussarbeit von mir persönlich verfasst ist und dass ich keinerlei fremde Hilfe in Anspruch genommen habe. Ebenso versichere ich, dass diese Arbeit oder Teile daraus weder von mir selbst noch von anderen als Leistungsnachweise andernorts eingereicht wurden. Wörtliche oder sinngemäße Übernahmen aus anderen Schriften und Veröffentlichungen in gedruckter oder elektronischer Form sind gekennzeichnet. Sämtliche Sekundärliteratur und sonstige Quellen sind nachgewiesen und in der Bibliographie aufgeführt. Das Gleiche gilt für graphische Darstellungen und Bilder sowie für alle Internet-Quellen. Ich bin ferner damit einverstanden, dass meine Arbeit zum Zwecke eines Plagiatsabgleichs in elektronischer Form anonymisiert versendet und gespeichert werden kann. Mir ist bekannt, dass von der Korrektur der Arbeit abgesehen werden kann, wenn die Erklärung nicht erteilt wird.

Heroldsbach, 08.01.2025

Ort und Datum

Maay

Unterschrift

09 LITERATUR

[1] Andrea Knezovic. „Puzzle Games Report: Players, Monetization & Advertising – Udonis“. Udonis Mobile Marketing Agency, 20. Dezember 2023. https://www.blog.udonis.co/mobile-marketing/mobile-games/puzzle-games-report?utm_source=chatgpt.com.

[2] Barba, Evan. „Cognitive Point of View in Recursive Design“. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation* 5, Nr. 2 (1. Juni 2019): 147–62. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.04.003>.

[3] Bycer, Josh. „A Study Into Puzzle Design“. *gamedeveloper*, 30. August 2018. <https://www.gamedeveloper.com/design/a-study-into-puzzle-design>.

[4] Bycer, Josh. „Breaking the Puzzle Rules With Recursed“. *Game Wisdom (blog)*, 27. Februar 2017. <https://game-wisdom.com/analysis/recursed>.

[5] Calvo, Emilio, und Esther Gutiérrez-López. „Recursive and bargaining values“. *Mathematical Social Sciences* 113 (1. September 2021): 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.mathsocsci.2021.05.004>.

[6] Damien Allan. „Designing Video Game Puzzles“. *Blog. Game Market Research*. Zugegriffen 19. Mai 2025. <https://www.gamedeveloper.com/design/designing-video-game-puzzles>.

[7] Dreyer, Derek R., Robert Harper, und Karl Crary. „Toward a Practical Type Theory for Recursive Modules“. Fort Belvoir, VA: Defense Technical Information Center, 1. März 2001. <https://doi.org/10.21236/ADA460172>.

[8] Failor, Jared. „Recursive Level Generation“. *Blog. gamedeveloper*, 7. Oktober 2014. <https://www.gamedeveloper.com/programming/recursive-level-generation>.

[9] Folmer, Eelke. „Interaction Design Patterns“. Zugegriffen 24. April 2025. <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-glossary-of-human-computer-interaction/interaction-design-patterns>.

[10] Game Developers Conference. „Level Design Workshop: Solving Puzzle Design“, 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=0xBJwrm9C8w>.

[11] Goninon, Mark. „Zork I Review“. *Blog. Choicest Games (blog)*, 3. August 2024. <https://www.choicestgames.com/2024/08/zork-i-review.html>.

[12] Homa. „The Art and Science of Crafting Engaging Puzzle Games“. Homa, 12. Dezember 2023. <https://homa.vercel.app/>.

[13] Khan, Sage. „Understanding the Recursive Nature of Fractals“. *Medium (blog)*, 17. April 2024. <https://thesagekhan.medium.com/understanding-the-recursive-nature-of-fractals-15c7d0d0d7ca>.

[14] Kruschitz, Christian, und Martin Hitz. „Human-Computer Interaction Design Patterns: Structure, Methods, and Tools“, 2010.

[15] Lee, Elynn, Victoria Shan, Bradley Beth, und Calvin Lin. „A Structured Approach to Teaching Recursion Using Cargo-Bot“. In *Proceedings of the Tenth Annual Conference on International Computing Education Research*, 59–66. Glasgow Scotland United Kingdom: ACM, 2014. <https://doi.org/10.1145/2632320.2632356>.

[16] Machinations. „How to Design a Puzzle Game: A Complete Guide“. *machinations.io*, April 2022. <https://machinations.io/articles/how-to-design-a-puzzle-game>.

[17] Mark Brown. „What Makes a Good Puzzle?“, 2018. https://www.youtube.com/watch?v=zsJC6fa_YBg.

[18] Mark, Earl. „Computables of Architectural Design: Chapter 9“. *Web Archive Verginia*. Zugegriffen 24. April 2025. https://web.arch.virginia.edu/arch541/Handouts/whshops2015/rhino/book/CH6/chap9.htm?utm_source=chatgpt.com.

[19] Moby Games. „Braid (2008)“. *Database. MobyGames*. Zugegriffen 2. Juni 2025. <https://www.mobygames.com/game/35529/braid/>.

[20] Moby Games. „Lemmings (1991)“. *Game Database. MobyGames*. Zugegriffen 7. Mai 2025. <https://www.mobygames.com/game/683/lemmings/>.

[21] Moby Games. „Patrick’s Parabox (2022)“. *Game Database. MobyGames*. Zugegriffen 2. Juni 2025. <https://www.mobygames.com/game/182069/patricks-parabox/>.

[22] Moby Games. „Portal 2 (2011)“. *Game Database. MobyGames*. Zugegriffen 2. Juni 2025. <https://www.mobygames.com/game/51233/portal-2/>.

[23] Moby Games. „Recursed (2016)“. *MobyGames*. Zugegriffen 2. Juni 2025. <https://www.mobygames.com/game/108295/recursed/>.

[24] Moby Games. „Soko-Ban (1982)“. *Game Database. Moby Games*. Zugegriffen 7. Mai 2025. https://www.mobygames.com/game/1715/soko-ban/?utm_source=chatgpt.com.

[25] Moby Games. „The Talos Principle (2014)“. *Game Database. MobyGames*. Zugegriffen 2. Juni 2025. <https://www.mobygames.com/game/70587/the-talos-principle/>.

[26] Moby Games. „Zork: The Great Underground Empire (1980)“. *MobyGames*. Zugegriffen 13. Mai 2025. <https://www.mobygames.com/game/50/zork-the-great-underground-empire/>.

[27] PKR-Peasy. „Power of Recursion With Fractals“. *Software Development and Architecture (blog)*, 24. März 2024. <https://medium.com/software-development-and-architecture/power-of-recursion-with-fractals-f7c5fb8402e3>.

[28] Precision of Emotion: A New Kind of „Fun“ Approach in Educational Games, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=FP-LNRtwpb8>.

[29] Seffah, Ahmed. „The Evolution of Design Patterns in HCI: From Pattern Languages to Pattern-Oriented Design“. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Pattern-Driven Engineering of Interactive Computing Systems*, 4–9. Berlin Germany: ACM, 2010. <https://doi.org/10.1145/1824749.1824751>.

[30] Stanford Education. „Rekursive Fractals“. https://web.stanford.edu/class/archive/cs/cs106b/cs106b.1208/lectures/fractals/Lecture10_Slides.pdf

[31] Statista. „Puzzlespiele – Weltweit | Statista Marktprognose“. Zugegriffen 30. April 2025. <http://frontend.xmo.prod.aws.statista.com/outlook/amo/app/spiele/puzzlespiele/weltweit?currency=EUR>.

[32] Tianyi Gu. „Mobile Puzzle Games: Popularity, Revenues & Opportunities Across East and West“. Newzoo (blog), 12. August 2021. <https://newzoo.com/resources/blog/puzzle-game-mobile-data-revenues-player-behavior-consumer-insights-us-japan-china-korea>.

[33] Tidwell, Jenifer. „The Case for HCI Design Patterns“. MIT. Zugegriffen 24. April 2025. https://www.mit.edu/~jtidwell/common_ground_onefile.html?utm_source=chatgpt.com.

[34] Wagner, Michael G, und Thomas Wernbacher. „Iterative Didactic Design of Serious Games“, o. J.

IO ANHANG