



Hochschule Neu-Ulm  
University of Applied Sciences

## Bachelorarbeit

im Studiengang Game-Produktion und Management

---

**Serious Game als Instrument zur  
Sensibilisierung für Planungskomplexität in  
der Metallindustrie: Entwicklung eines  
Messedemonstrators für bisonaire**

---

vorgelegt von

**Patrick Pfeifer**

Erstkorrektor:	Prof. Dr. Erica Weilemann
Zweitkorrektor:	Prof. Dr. Antje Wild
Unternehmen:	bisonaire GmbH Abteilung Software Development Benzstraße 22, 89264 Weißenhorn
Betreuer:	Görthofer Michael Michael.Goerthofer@bisonaire.com

Thema erhalten: 15.04.2025

Arbeit eingereicht: 15.08.2025

# Abstract

In dieser Bachelorarbeit wird die Frage untersucht, wie Mitarbeitende und Unternehmen in der Metallindustrie für die Komplexität der Schmelzprozessplanung sensibilisiert werden können, um so eine höhere Nachfrage für digitale Optimierungslösungen zu schaffen. Zu diesem Zweck wurde ein digitales *Serious Game* entwickelt, das die *bisonaire Blending Solution* der bisonaire GmbH abstrahiert darstellt und als interaktiver Messedemonstrator fungieren soll.

Aufbauend auf etablierten methodischen Ansätzen wie der *Design Science Research Methodology* sowie *The Art of Serious Game Design*, welche auf dem *Design, Play, and Experience Framework* basiert, wurde ein iterativer Entwicklungsprozess durchlaufen. In mehreren Phasen wurden die Anforderungen analysiert, theoretisch fundierte Designprinzipien abgeleitet, Papier-Prototypen erstellt und schließlich als ein funktionales Videospiel umgesetzt.

Das entstandene Spiel soll sowohl die zentralen Herausforderungen der Schmelzplanung als auch den Nutzen der bisonaire-Optimierungslösung vermitteln. Es richtet sich gezielt an eine technikferne Zielgruppe auf Fachmessen und verfolgt das Ziel, Neugier zu wecken, Verständnis zu fördern und den praktischen Mehrwert der Digitalisierung erlebbar zu machen. Die zu Beginn definierte *Definition of Done* wurde dabei vollständig erfüllt; potenzielle Fehlschlagskriterien konnten durch iterative Validierung vermieden werden. Der Fokus der weiteren Entwicklung liegt auf der visuellen Ausgestaltung sowie einer vertieften Anpassung an die Zielgruppe, um diese gezielter anzusprechen, während des Spielverlaufs effektiver zu unterstützen und im Nachhinein nachhaltiger im Gedächtnis zu bleiben. Zukünftige Testreihen und Evaluationszyklen sind erforderlich, um die Wirksamkeit im Messekontext fundiert zu validieren.

**Schlagwörter:** Serious Game, Advergame, Messe, Produktionsplanung, Supply Chain, Optimierung, Game-Based Marketing

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vi
Verwendete Hilfsmittel	vii
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Rahmenbedingungen</b>	<b>2</b>
2.1 bisonaire GmbH . . . . .	2
2.2 Messe . . . . .	3
2.3 Vergleichsprodukte . . . . .	5
2.4 Ausarbeitung des Ziels . . . . .	6
2.4.1 Definition of Done . . . . .	6
2.4.2 Kriterien eines Fehlschlags . . . . .	7
<b>3 Serious Games</b>	<b>8</b>
3.1 Definition . . . . .	8
3.2 Besonderheiten gegenüber Unterhaltungsspielen . . . . .	9
3.2.1 Definition von Lernzielen . . . . .	9
3.2.2 Drei Perspektiven der Entwicklung . . . . .	10
3.2.3 Endogenes vs. exogenes Spieldesign . . . . .	11
<b>4 Methoden zur Ausarbeitung des Entwurfs</b>	<b>12</b>
4.1 Design Science Research . . . . .	12
4.2 Grundlegende Entwurfsschlüsse . . . . .	13
4.2.1 Definition of Done . . . . .	13
4.2.2 Zielgruppe . . . . .	15
4.2.3 Unterhaltung und zusätzliche Ziele . . . . .	16
4.2.4 Komplexität . . . . .	19
4.3 Methodische Frameworks und Designmodelle . . . . .	21
4.3.1 Mechanics, Dynamics, and Aesthetics (MDA) . . . . .	21
4.3.2 Design, Play, and Experience (DPE) . . . . .	24
4.3.3 Anwendung von The Art of Serious Game Design . . . . .	25
<b>5 Entwicklung</b>	<b>35</b>
5.1 Grundlegende Herangehensweise der Entwicklung . . . . .	35
5.1.1 Identifizieren der Lernziele . . . . .	35

5.1.2	Entwerfen der Spielmechaniken . . . . .	36
5.1.3	Gestalten der Schnittstelle zwischen Spieler und Mechaniken . . . .	39
5.1.4	Auswerten der Lerneffekte, Verständlichkeit und Interaktionen . . .	39
5.2	Papier-Prototypen . . . . .	39
5.3	Finales Produkt . . . . .	48
5.4	Technische Umsetzung . . . . .	49
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>51</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>57</b>
	<b>Anhang</b>	<b>58</b>

# Abkürzungsverzeichnis

**MDA** Mechanics, Dynamics, and Aesthetics. ii, 21-25

**DPE** Design, Play, and Experience. ii, 21, 24-26

**bBS** bisonaire Blending Solution. v, 1, 2, 6, 7, 14-16, 18, 19, 26, 27, 32-34, 36, 37, 39, 40, 47, 49, 51

**UX** User Experience. vi, 24, 25, 33

**bspw.** beispielsweise. 2, 5, 7, 16, 17, 19, 24, 34, 38, 43

**vgl.** vergleiche. 4, 11-13, 15, 16, 18, 19, 23-27, 29, 38-46, 49

**ebd.** ebenda. 4, 11, 16, 23-25

**KPIs** Key Performance Indicators. 6, 14, 26, 31-34, 36, 38, 39, 41, 43, 48, 49

**z.B.** zum Beispiel. 7, 10, 11, 17, 19, 30

**bzw.** beziehungsweise. 20, 50

**etc.** et cetera. 25, 29

# Abbildungsverzeichnis

1	Ablauf der Planungsbereiche . . . . .	3
2	Flow-Zustand ([12], S. 1017) . . . . .	4
3	Beispielhafter Levelaufbau der bBS Kernbereiche . . . . .	14
4	Ablauf des Schmelzprozesses . . . . .	40
5	Erster Papier-Prototyp . . . . .	41
6	Erweiterung des ersten Papier-Prototyps . . . . .	42
7	Zweiter Papier-Prototyp . . . . .	43
8	Dritter Papier-Prototyp . . . . .	44
9	Variante eines Haufenlagers . . . . .	46
10	Vierter Papier-Prototyp . . . . .	47
11	Finales Produkt . . . . .	48

## Tabellenverzeichnis

1	Arten der Freude nach Heeter et al. (2003) . . . . .	17
2	Antworten zu den Learning-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions .	26
3	Antworten zu den Storytelling-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions	29
4	Antworten zu den Gameplay-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions	31
5	Antworten zu den UX-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions . . . .	33

## Verwendete Hilfsmittel

**Overleaf** Editor, der zum Schreiben mit LaTeX verwendet wurde. <https://de.overleaf.com/>

**Elicit** KI, die als Einstieg in die Recherche verwendet wurde. <https://elicit.com>

**Katalog der Hochschulbibliothek Neu-Ulm** Datenbank, in der recherchiert wurde. <https://opac.hnu.de/TouchPoint/start.do?View=fnu&Language=de>

**IEEE** Datenbank, in der maßgeblich recherchiert wurde. <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

**ACM** Datenbank, in der maßgeblich recherchiert wurde. <https://dl.acm.org>

**Google Scholar** Suchmaschine, mit der maßgeblich recherchiert wurde. <https://scholar.google.com>

**ChatGPT** KI, die als Unterstützung bei der Recherche, beim Programmieren und bei der Nutzung von Overleaf verwendet wurde. <https://chatgpt.com>

**Unity** Engine, in der das Projekt umgesetzt wurde. <https://unity.com>

**Rider** Programm, in dem der C#-Code geschrieben wurde. <https://www.jetbrains.com/rider>

# 1 Einleitung

Die Digitalisierung und Automatisierung industrieller Prozesse schreiten kontinuierlich voran ([1], S. XIII). Besonders in der Metallindustrie, in der komplexe Planungsprozesse wie etwa die Schmelzplanung eine zentrale Rolle spielen, besteht großes Potenzial für digitale Unterstützungssysteme ([2], S. 3f). Dennoch wird die Planung dieser Prozesse häufig noch manuell von Mitarbeitenden durchgeführt. Dies birgt das Risiko suboptimaler Entscheidungen, da bei zunehmender Komplexität nicht immer alle relevanten Einflussfaktoren vollständig berücksichtigt werden können ([3], S. 3).

Vor diesem Hintergrund hat die bisonaire GmbH die *bisonaire Blending Solution* (bBS) entwickelt – einen Optimierer, der Unternehmen in der Metallindustrie dabei unterstützt, Planungsprozesse effizienter und präziser zu gestalten. Um die Vorteile dieser Lösung potenziellen Kunden auf zugängliche und überzeugende Weise näherzubringen, verfolgt die bisonaire GmbH das Ziel, ein interaktives *Serious Games* als Demonstrator auf Fachmessen einzusetzen. Dieses soll Aufmerksamkeit generieren, Neugier wecken und die Zielgruppe – häufig technikferne Fachkräfte – für die Komplexität der Schmelzplanung sowie den Nutzen digitaler Optimierungslösungen zu sensibilisieren. Die zentrale Problemstellung, die sich dabei ergibt, liegt darin, diese Kriterien zu erfüllen.

Zum Lösen dieser Herausforderung wurde die *Design Science Research Methodology* als übergeordneter methodischer Rahmen gewählt. Im ersten Schritt wurde eine fundierte Wissensbasis zu *Serious Games* und deren Entwicklungsprozessen aufgebaut. Diese wurde anschließend mithilfe der Methodik *The Art of Serious Game Design* auf die spezifischen Anforderungen des bisonaire-Projekts übertragen. Auf dieser Grundlage entstanden erste Papier-Prototypen, die iterativ getestet, analysiert und in ein finales Spielkonzept überführt wurden. Dieses Konzept wurde schließlich in Form eines digitalen Spiels umgesetzt, das die Kernelemente der Schmelzplanung abstrahiert und in spielerischer Weise erfahrbar macht. Im Verlauf der Arbeit wurde deutlich, dass es bisher nur wenige Referenzbeispiele für *Serious Games* gibt, die gezielt für den Einsatz auf Messen konzipiert wurden. Um diese Lücke zu schließen, war es erforderlich, sich intensiv mit den Besonderheiten des Messekontextes auseinanderzusetzen und daraus logische Anforderungen an Spielmechaniken, Narration und Benutzerführung abzuleiten.

## 2 Rahmenbedingungen

Die bisonaire GmbH benötigt ein Spiel, das im Rahmen von Messeauftritten zu Marketingzwecken eingesetzt werden kann, um die bBS vorzustellen und Begeisterung dafür zu wecken. Die sich daraus ergebenden Rahmenbedingungen werden im Folgenden erläutert und anschließend in einer *Definition of Done* zusammengefasst.

### 2.1 bisonaire GmbH

Hierbei handelt es sich um ein Dienstleistungsunternehmen, welches sich auf die Planung, Optimierung und Digitalisierung von Teilbereichen verschiedenster Firmen fokussiert - hierzu zählen unter anderem die Fraport AG und Alunorf - Aluminium Norf GmbH ([4]). Zu diesen Dienstleistungen gehören bspw. Absatzplanungen, Vormaterialbeschaffungen oder Reihenfolgeplanungen. Deren bBS ist ein Programm zur automatischen Steuerung und Verbesserung des Schmelzvorgangs von Aluminiumschrott in der Metallindustrie. Sie verfolgt einen ganzheitlichen Optimierungsansatz basierend auf dem *DELMIA Quintiq Framework* - eine Technologie, die meist zur Abbildung, Analyse und Optimierung dynamischer Produktions- und Lieferkettenprozesse verwendet wird ([2], S. 8; [5]). Ziel ist es, Kundenaufträge effizient zu erfüllen und gleichzeitig die betrieblichen Kosten sowie den CO<sub>2</sub>-Ausstoß möglichst gering zu halten. Die bBS berücksichtigt dabei sowohl die verfügbaren Materialien und Anlagen als auch die zeitliche Abfolge angrenzender Produktionsprozesse. Konkret optimiert sie folgende Bereiche:

- Einlagerung des Aluminiumschrotts
- Auswahl geeigneten Schrotts aus verschiedenen Lagerarten
- Berücksichtigung der Schmelzreihenfolge
- Integration laufender, vorangehender und nachfolgender Aufträge, insbesondere in Bezug auf:
  - vorhandene Materialreste (Sumpf) im Ofen,
  - bereits verplante Materialien,
  - Auslastung und Wiederverwendung von Schmelzkörben.

Auf diese Weise ermöglicht die bBS das Herstellen kundenspezifischer Legierungen unter möglichst effizientem Einsatz vorhandenen Schrotts. Die zentralen Planungsbereiche, die im Spiel, wie in Abbildung 1 ersichtlich, repräsentiert werden sollen, umfassen somit das Einlagern von Schrott, das Bedenken bereits verplanter Materialien und Ressourcen, das Auswählen geeigneter Legierungen aus verschiedenen Lagerarten sowie das Beachten derer Schmelzreihenfolgen.

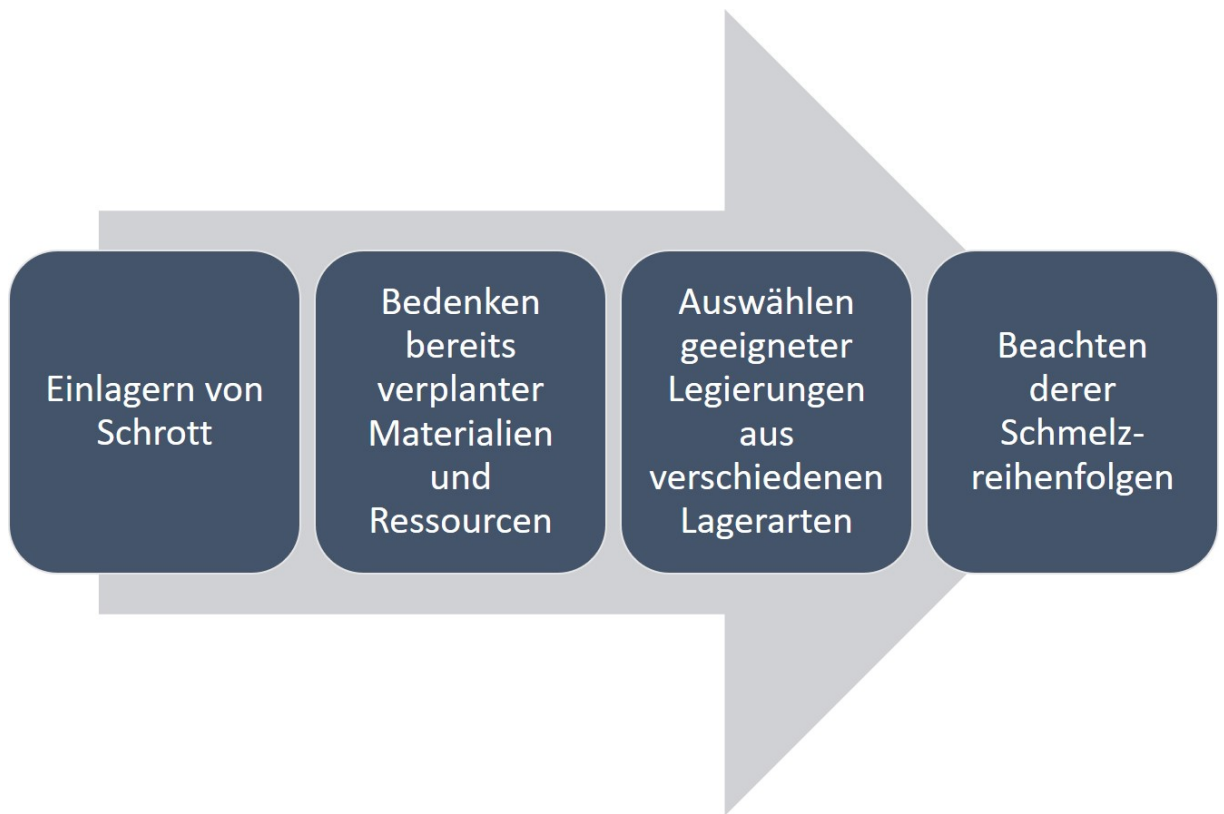


Abbildung 1: Ablauf der Planungsbereiche

Nach zusätzlichen Anforderungen der bisonaire GmbH soll das geplante Spiel als zweidimensionales, digitales *Serious Game* umgesetzt werden – eine Begriffsklärung erfolgt in Kapitel 3.1. Außerdem soll es nach der Vollendung des Projekts möglich sein, Werte vom Spielinhalt ohne technischen Mehraufwand zum nachträglichen Adjustieren des Spielerlebnisses abändern zu können. Es richtet sich vorrangig an die Kernzielgruppe der bisonaire GmbH: Personen ab etwa 40 Jahren, die in der Metallindustrie tätig sind, und wenig bis keine Erfahrung mit Videospiele haben.

## 2.2 Messe

Das zentrale Ziel eines Messeauftritts besteht darin, Aufmerksamkeit zu erzeugen und aus der Vielzahl konkurrierender Stände positiv hervorstechen ([6], S. 81ff). Auf Großveranstaltungen wie der Green Steel World bewegen sich innerhalb von drei Tagen rund 8.100 Besucher durch etwa 370 Ausstellerstände, oder auf der METEC innerhalb von fünf Tagen rund 60.000 Besucher durch ungefähr 500 Stände ([7]; [8]). Aufgrund dieser Fülle hat eine Einzelperson im Schnitt nur wenige Minuten pro Stand zur Verfügung. Hinzu kommt, dass sich oft bereits andere Personen für denselben Stand interessieren.

Damit ist nicht nur die Verweildauer begrenzt, sondern es entsteht auch ein kontinuierlicher Wechsel von Gesprächspartnern und Interessenten. Um in dieser Situation Neugier zu wecken, Interesse beizubehalten und in kurzer Zeit die eigene Dienstleistung überzeugend

zu präsentieren, eignen sich interaktive Medien besonders gut ([6], S. 106; [9], S. 20f). Insbesondere digitale Spiele bieten für beide Phasen – das Anziehen und das Halten der Besucher – klare Vorteile. Ihre unterhaltsame, visuelle und interaktive Gestaltung hebt sich vom klassischen Messestand mit Broschüren oder statischen Präsentationen ab und erregt somit Aufmerksamkeit (vgl. ebd.). Die Besucher entwickeln dadurch ein natürliches, intrinsisches Interesse am Produkt, weil sie nicht nur konsumieren, sondern aktiv teilhaben ([10]).

Während des Spielens setzen sie sich automatisch mit den Unternehmensinhalten auseinander und erhalten relevante Informationen sowohl durch Spielmechaniken als auch das Standpersonal. Mithilfe von Emotionen wie Ehrgeiz oder dem *Flow*-Zustand - die, in Abbildung 2 dargestellte, ausgeglichene Mitte zwischen Frustration und Langeweile, in der man äußerst fokussiert ist ([11], S. 72) - wird ein positives Spielerlebnis erzeugt, welches zudem einen bleibenden Eindruck hinterlässt.

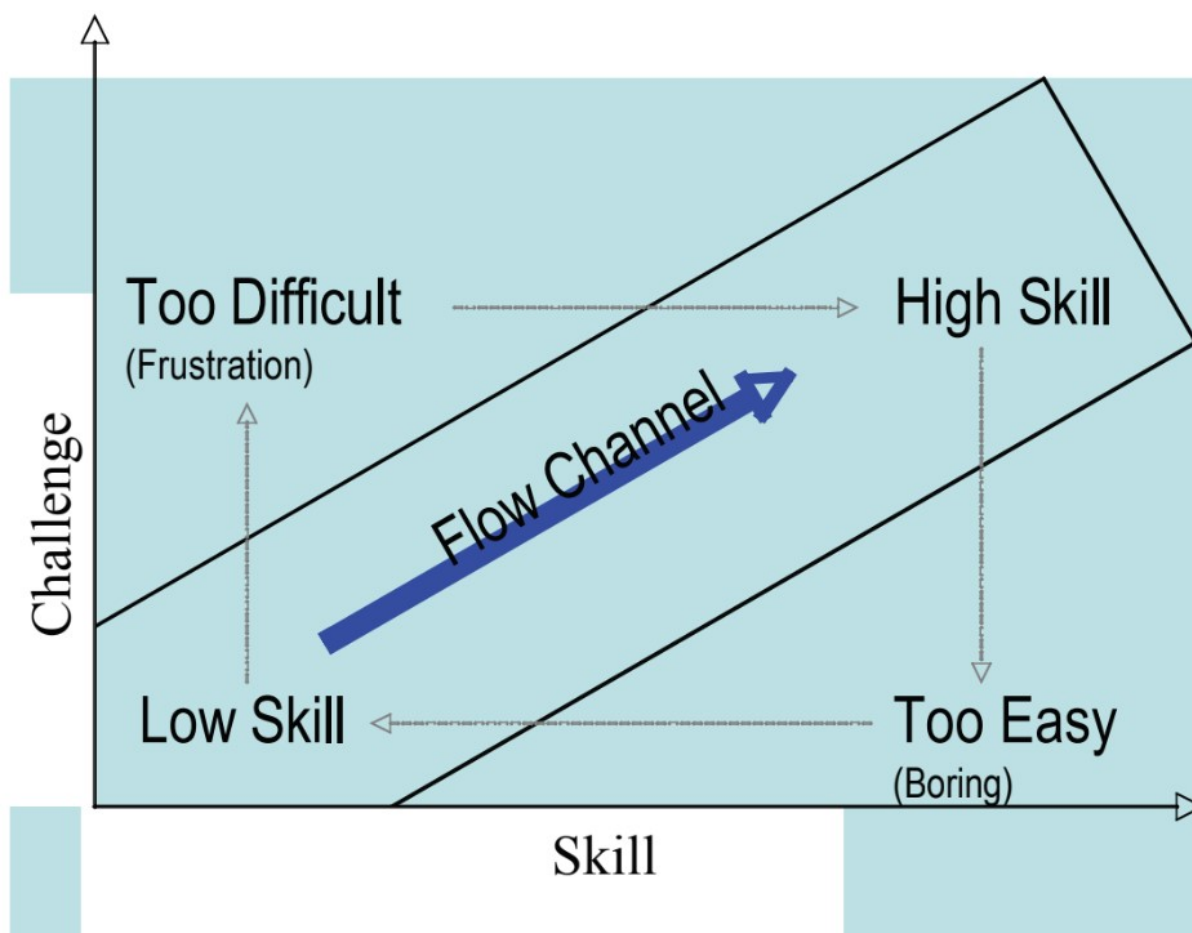


Abbildung 2: Flow-Zustand ([12], S. 1017)

## 2.3 Vergleichsprodukte

In der Spielentwicklung ist es üblich, vergleichbare Produkte zu analysieren, um Vorlieben der Zielgruppe, bestehende Marktlücken sowie potenzielle Entwicklungsherausforderungen zu identifizieren ([13], S. 214). Bei *Serious Games* gestaltet sich dieser Prozess jedoch anders: Sie werden häufig gerade deshalb entwickelt, weil es für den gewünschten Einsatzzweck noch keine etablierten Lösungen gibt. Zudem sind sie meist stark auf eine spezifische Zielgruppe oder Anwendungssituation zugeschnitten, was ihre Übertragbarkeit auf andere Kontexte erheblich einschränkt ([14], S. 22). Demnach konnte kein Werk gefunden werden, das sich mit der Entwicklung eines auf den Messekontext zugeschnittenen *Serious Games* oder mit der Darstellung des Aluminium-Schmelzprozesses befasst.

Daher liegt der Fokus der folgenden Analyse weniger auf klassischen Marktvergleichen oder allgemeinen kontextbezogenen Eigenheiten, sondern vielmehr auf den gewonnenen Erkenntnissen in Bezug auf Designentscheidungen und Entwicklungsprozesse. Zu diesem Zweck wurde auf verschiedenen Datenbanken - wie etwa die des *Institute of Electrical and Electronics Engineers* - mit Suchbegriffen geforscht, die auf die Art und den Rahmen der Nutzung des Projekts fokussiert sind. Somit ergaben sich *Serious Games*, die relevante methodische Impulse oder praktische Orientierungshilfen für das vorliegende Projekt liefern konnten:

- **Quality-Intelligence-Game:** Unterstützt Entscheidungsfindung im Qualitätsmanagement ([15]).
- **SynErGame:** Thematisiert Energieeffizienz und kooperative Prozessoptimierung in Produktionskontexten ([16]).
- **LOST:** Vermittelt logistische Abläufe und Entscheidungsprozesse in der Supply-Chain ([17]).
- **Spiel zur Kulturvermittlung:** Veranschaulicht das kulturelle Erbe andiner Zivilisationen mit Design-Fokus auf dem Erlebnis der Spieler ([18]).

Darüber hinaus wurde eine Metastudie betrachtet, die mehrere *Serious Games* anhand unterschiedlicher Kriterien, wie bspw. Einzel- oder Mehrspieler oder der notwendigen *Hardware*, vergleichend betrachtet und zentrale Erfolgsfaktoren systematisch herausarbeitet ([19], S. 4ff). Aus dieser ergab sich, dass trotz der Verwendung unterschiedlicher *Frameworks* ein gemeinsames Prinzip im Zentrum steht: Alle untersuchten Ansätze basieren auf einem iterativen, nutzerzentrierten Entwicklungsprozess. Darüber hinaus integrieren sie Erkenntnisse aus angrenzenden Forschungsfeldern, etwa die *Theory of Multiple Intelligences* (s. Kapitel 5.1.2), die neun Schritte der Lehrgestaltung (s. Kapitel 5.1.1) oder Modelle zur didaktischen Reduktion und Strukturierung von Komplexität (s. Kapitel 4.2.4).

Ein zentrales Ergebnis betrifft die Benutzerführung: Steuerung, Handlungsoptionen und deren Auswirkungen sollten möglichst einsteigerfreundlich gestaltet und klar kommuniziert werden, um Fehlinterpretationen und Frustration zu vermeiden ([3], S. 3). Ergänzend empfehlen die Studien ein inhaltlich fundiertes, jedoch überspringbares Tutorial, um unterschiedlichen Spielertypen – von Neugierigen bis zu Erfahreneren – gleichermaßen gerecht zu werden ([20], S. 5f; [16], S. 101).

Diese Erkenntnisse bilden eine zentrale Grundlage für die im weiteren Verlauf dieser Arbeit beschriebenen Designentscheidungen und konzeptionellen Umsetzungen.

## 2.4 Ausarbeitung des Ziels

Basierend auf den Anforderungen der bisonaire GmbH, den funktionalen Schwerpunkten der bBS, den spezifischen Rahmenbedingungen eines Messeauftritts sowie den Erkenntnissen aus der Analyse vergleichbarer *Serious Games* ergibt sich folgende *Definition of Done*.

### 2.4.1 Definition of Done

Das Projekt gilt als abgeschlossen, wenn bis zum 15.08.2025 ein digitaler, zweidimensionaler Spielprototyp vorliegt, der es Spielenden ermöglicht, die Kernprozesse des Aluminiumschmelzens – wie sie durch die bBS optimiert werden – abstrahiert und interaktiv zu verwalten. Die Interaktion soll über eine einfache, intuitiv verständliche Steuerung erfolgen. Dabei müssen folgende zentrale Aufgaben abbildbar sein:

- Einlagern neu gelieferten Schrotts in ein Spalten- und Reihenlager
- Auswählen geeigneten Legierungsschrotts unter Berücksichtigung der Lagerzugänglichkeit
- Festlegen der Reihenfolge, in der der Schrott geschmolzen werden muss
- Berücksichtigen bereits verbrauchter Materialien
- Einhalten definierter Maximalwerte für Kundenzufriedenheit, Kosten, Zeitaufwand und CO<sub>2</sub>-Ausstoß - genannt die *Key Performance Indicators* (KPIs).

Ziel ist es, Spielende unter Berücksichtigung des Messeumfelds auf motivierende Weise für die Planungskomplexität zu sensibilisieren, indem ihr Ehrgeiz durch herausfordernde Aufträge angeregt wird. Dank zugänglicher Mechaniken soll der Mehrwert der Optimierungslösung der bBS spielerisch erfahrbar werden. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem funktionalen Entwurf und der technischen Umsetzung der Spielmechaniken. Aspekte des Testens, der visuellen Gestaltung sowie Soundeffekte oder musikalische Untermalung sind explizit nicht Teil des Projektumfangs.

### 2.4.2 Kriterien eines Fehlschlags

Neben den Erfolgsbedingungen durch die *Definition of Done* empfiehlt es sich, die Kriterien eines Fehlschlags auszuformulieren ([21]):

Das Projekt gilt als nicht erfolgreich abgeschlossen, wenn eines oder mehrere der folgenden Kriterien zutreffen:

- Die oben genannten Kernprozesse sind im Spiel nicht oder nur unvollständig interaktiv abbildbar.
- Die Spielmechaniken sind so komplex oder unintuitiv, dass Spielende den Ablauf nicht ohne zusätzliche Erklärungen durch Dritte verstehen.
- Die Spielzeit überschreitet deutlich das für Messekontexte geeignete Zeitfenster von 3–10 Minuten.
- Die Spielenden erkennen den Mehrwert der bBS nicht, da keine Verbindung zwischen Herausforderung und Optimierung erkennbar wird.
- Das Spiel erfordert ständige Betreuung durch das Messepersonal, z.B. zur Erklärung der Steuerung, statt sie entlastend zu unterstützen.
- Das Spiel ist nicht stabil nutzbar oder nicht fristgerecht bis zum 15.08.2025 funktionsfähig prototypisch umsetzbar.

Im Rahmen dieser Arbeit können jedoch nicht alle diese Bedingungen evaluiert werden, da bspw. keine Testläufe des Produkts mit der Zielgruppe durchgeführt werden.

## 3 Serious Games

Um die Anforderungen für die Entwicklung eines *Serious Games* fundiert bestimmen zu können, ist eine klare Begriffsdefinition erforderlich. Eine solche dient als methodische Grundlage, um die relevanten Merkmale gezielt zu identifizieren und in der späteren Entwicklung detailliert durchdacht umzusetzen. Dabei ist es sinnvoll, zunächst den Begriff des Spiels selbst zu definieren, bevor auf dessen Erweiterung im Sinne eines *Serious Games* eingegangen wird.

### 3.1 Definition

Aufgrund der Vielfalt an Spielgenres existiert keine einheitliche, universell akzeptierte Definition für den Begriff *Spiel* ([22], S. 14ff). Viele wissenschaftliche Definitionen betonen jedoch bestimmte gemeinsame Merkmale, auf die sich verschiedene Autoren verständigen konnten:

- Spielende sollen ein unterhaltsames Erlebnis erfahren.
- Ein Spiel basiert auf einem definierten Regelwerk.
- Beim Spielen gilt es ein fiktives Ziel zu erreichen oder eine konstruierte Herausforderung zu meistern.
- Es wird sich geistig, emotional und/oder körperlich investiert.
- Das Spiel ist innerhalb eines definierten Rahmen – räumlich, zeitlich oder regelbasiert – interaktiv gestaltet.

Manche Anwendungen werden bereits dann als Spiel klassifiziert, wenn sie eine spielerische Erfahrung vermitteln oder spielerisch angegangen werden. Für die vorliegende Arbeit ist jedoch eine präzisere, entwicklungsorientierte Definition erforderlich, die sich als Grundlage für konkrete Designentscheidungen eignet.

In Abgrenzung zur allgemeinen Spielform steht der Begriff *Serious Game*, für den ebenfalls keine einheitliche Definition vorliegt ([14], S. 3; [22], S. 19ff). Uneinigkeit besteht beispielsweise darüber, ob ein solches zwingend digital umgesetzt sein muss oder analoge Formen zulässig sind. Ein grundlegender Konsens herrscht jedoch darüber, dass sie zwei zentrale Eigenschaften erfüllen müssen:

- Es handelt sich um ein Spiel und erfüllt somit die zugehörigen Definitionskriterien.
- Spaß und Unterhaltung sind nicht das alleinige Ziel.

Für die Zwecke dieser Arbeit lässt sich daher folgende Definition herleiten, die zugleich als konzeptionelle Leitlinie entwicklungsfreundlich ist:

Ein *Serious Game* ist ein Spiel, das neben dem spieltypischen Ziel der Unterhaltung – etwa durch Spaß, Spannung oder Ehrgeiz – mindestens ein weiteres, kontextbezogenes Ziel verfolgt, das einen nachhaltigen Mehrwert außerhalb des Spiels bietet. Als Spiel zeichnet es sich durch ein interaktives, regelgeleitetes System aus, in dem sich Spielende innerhalb eines begrenzten Rahmens kognitiv, emotional und/oder physisch auf das Erreichen mindestens eines fiktiven Ziels und/oder das Meistern mindestens einer konstruierten Herausforderung konzentrieren.

## 3.2 Besonderheiten gegenüber Unterhaltungsspielen

*Serious Games* werden inzwischen in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt. Dazu zählen unter anderem Aus- und Weiterbildung, schulische Bildung, in der Medizin, Marketing (in diesem Fall oft als *Advergimes* bezeichnet) sowie militärische Simulationen ([23], S. 14ff). Unter diesen Einsatzbereichen weisen insbesondere *Advergimes* die größte Übereinstimmung mit dem Kernziel der bisonaire GmbH auf ([19], S. 7).

Aufgrund ihrer interaktiven Natur fördern *Serious Games* eine Reihe positiver Lerneffekte. Sie ermöglichen aktives Lernen ([24], S. 13) und schaffen durch das spielerische Umfeld eine höhere intrinsische Motivation, sich mit Inhalten, Produkten oder Konzepten intensiv auseinanderzusetzen. Die Kombination aus Handlungsorientierung, direktem Feedback und meist kognitiver und/oder emotionaler Involvierung macht sie zu einem wirksamen Werkzeug.

Wie in Kapitel 3.1 etabliert, liegt der zentrale Unterschied zu reinen Unterhaltungsspielen darin, dass *Serious Games* nicht nur Spaß erzeugen sollen, sondern darüber hinaus einen nachhaltigen Mehrwert stiften. Dieser erweiterte Anspruch bringt mehrere Besonderheiten im Entwicklungsprozess mit sich, die systematisch berücksichtigt werden müssen.

### 3.2.1 Definition von Lernzielen

Ein erster Schritt besteht in der präzisen Definition des angestrebten Lernziels. Dabei ist zunächst zu klären, in welchem thematischen Kontext das Spiel eingesetzt wird. Die häufigsten Einsatzfelder von *Serious Games* lassen sich fünf übergeordneten Bereichen zuordnen: Militärisch, Pädagogisch, Gesundheitlich, Gesellschaftlich oder Wirtschaftlich ([23], S. 14ff; [19], S. 1f; [25], S. 284). Die zugehörigen Lernziele lassen sich darüber hinaus mithilfe von Blooms Taxonomie (2001) klassifizieren, die zwischen drei Lernzielbereichen unterscheidet ([26], S. 7f):

- **Kognitiv:** Wissensvermittlung und intellektuelle Fähigkeiten
- **Affektiv:** Einstellungen, Werte, Motivation und Emotionen
- **Psychomotorisch:** Manuelle und motorische Fertigkeiten

Je nach Einordnung ergeben sich unterschiedliche didaktische und gestalterische Anforderungen an das Spiel. Als zusätzliches Analyseinstrument kann die von Debra Lieberman (2006) formulierte Sammlung von Lernvorteilen genutzt werden, die zeigt, welche Aspekte durch Spiele besonders gut gefördert werden können ([27], S. 380):

- Motivation zu lernen
- Wahrnehmung und Koordination
- Denken und Problemlösung
- Wissenserwerb
- Fähigkeitsaufbau und Verhaltensveränderung
- Selbstregulation und therapeutische Effekte
- Entwicklung des Selbstkonzepts
- Förderung sozialer Beziehungen
- Einstellungsänderung und Wertebildung

Lernziele, die sich an diesen Stärken orientieren, lassen sich besonders effektiv spielbasiert vermitteln.

### 3.2.2 Drei Perspektiven der Entwicklung

Durch die Implementierung eines weiteren Ziels neben der Unterhaltung überschneiden sich verschiedene Fachdisziplinen, die unterschiedliche Perspektiven auf die Entwicklung erzeugen. In der Literatur werden dabei häufig drei Rollen unterschieden ([12], S. 1012):

- **Akademisch:** Bezieht sich auf didaktische und psychologische Anforderungen (z.B. Pädagogik, Lernpsychologie).
- **Inhaltlich:** Umfasst das Expertenwissen zur konkreten Thematik (z.B. Medizin, Handwerk).
- **Entwicklerisch:** Kümmernt sich um Konzeption und technische Umsetzung (z.B. Game Design, Programmierung).

Je nach Inhalt können weitere Expertisen benötigt werden - falls beispielsweise eine besondere Narration oder Geräuschkulisse die Lernziele fördert. Ähnliche Rollen finden sich auch in angrenzenden Wissenschaftsbereichen der Vermittlung wieder, wie beispielsweise im sogenannten *Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK)*-Modell, das zur Beschreibung von Lehrkompetenz in digitalen Medien entwickelt wurde ([28],

S. 62ff). Die Schnittmengen aus Fachwissen, didaktischer Kompetenz und technischer Umsetzung stellen besonders hohe Anforderungen an die Kommunikation und Koordination im Entwicklungsteam. Unterschiedliche Begrifflichkeiten und Zielvorstellungen können zu Missverständnissen führen. Eine einheitliche Begriffswelt, wie sie etwa das *Design, Play, and Experience Framework* (s. Kapitel 4.3.2) vorschlägt, kann helfen, diese Herausforderungen zu bewältigen ([12], S. 1014ff).

### 3.2.3 Endogenes vs. exogenes Spieldesign

Ein weiteres zentrales Unterscheidungsmerkmal betrifft die Art und Weise, wie Spielmechaniken mit Lerninhalten verknüpft sind. Es wird hier zwischen endogenem und exogenem Design unterschieden ([29], S. 240ff):

- **Exogene Spiele:** Lerninhalt und Spielmechanik sind weitgehend unabhängig voneinander. Beispiel: Ein Vokabelspiel, bei dem ein Piratenschiff weiterfährt, wenn eine Übersetzung korrekt ist.
- **Endogene Spiele:** Die Spielmechanik selbst vermittelt den Lerninhalt. Beispiel: Der Spielende übernimmt die Rolle eines Touristen, der sich durch korrekte Kommunikation aus realitätsnahen Sprachproblemen befreit.

Exogene Spiele eignen sich insbesondere für einfach strukturierte, kognitive Lernziele (z.B. Faktenwissen) oder wenn die Anwendung schnell erfassbar und leicht konsumierbar sein soll. Endogene Spiele hingegen bieten einen inhaltlichen Mehrwert bereits durch das Spielverhalten selbst. Sie verknüpfen Mechanik, Narration und Lernziel so eng, dass der Inhalt unmittelbar erlebbar wird. Dadurch entsteht ein tieferes Verständnis für die Bedeutung und Anwendbarkeit des vermittelten Wissens oder Könnens im realen Kontext (vgl. ebd.).

## 4 Methoden zur Ausarbeitung des Entwurfs

Für die Konzeption und Umsetzung dieses Projekts kamen verschiedene methodische Ansätze zum Einsatz. Als übergeordnete Grundlage diente die *Design Science Research Methodology* (DSR), welche die empirisch-wissenschaftliche Entwicklung von Problemlösungen – sogenannten Artefakten – unterstützt. Darauf aufbauend wurde das Modell *The Art of Serious Game Design* herangezogen, das wiederum auf dem *Design, Play, and Experience Framework* basiert und speziell auf die Entwicklung von *Serious Games* ausgelegt ist.

### 4.1 Design Science Research

Die *Design Science Research* Methodologie bietet ein strukturiertes Vorgehen zur Erschaffung und Evaluation von Artefakten. Dabei kann ein Artefakt jede Form von konstruiertem Objekt sein, das zur Lösung eines praktischen Problems dient – in der Regel mit technologischem Charakter. Im Zentrum stehen drei Zyklen, die inhärent iterativ sind. Anhand dieser werden die Rahmenbedingungen des Artefakts und der Anwendungsumgebung ausgearbeitet und mitsamt des existierenden, hilfreichen Wissensstands, der zur Verfügung steht, zum finalen Produkt entwickelt. Daher ist sie eine optimale Grundlage für dieses Projekt ([30], S. 1f).

Die drei betrachteten Bereiche, durch die anhand der Zyklen iteriert wird, lauten:

- Die **Umgebung** beschreibt den konkreten Kontext, in dem das zu lösende Problem auftritt. Dazu zählen die situativen Rahmenbedingungen, involvierte Akteure, organisationale Strukturen sowie vorhandene technische Systeme. Zusätzlich werden bestehende Herausforderungen und potenzielle Handlungsräume in diesem Umfeld identifiziert (vgl. Kapitel 2).
- Die **Wissensbasis** umfasst das theoretische und empirische Vorwissen, das für die Artefaktentwicklung relevant ist. Sie stützt sich auf bestehende Literatur, Modelle und vergleichbare Artefakte. Gleichzeitig wird diese Wissensbasis im Verlauf des Projekts durch Evaluationen erweitert und theoretisch reflektiert (vgl. Kapitel 3, 4.2, 4.3).
- Die **Entwicklung** beschreibt die eigentliche Konstruktion und Ausarbeitung des Artefakts auf Grundlage der definierten Anforderungen und des vorhandenen Wissens (vgl. Kapitel 5).

Zur Steuerung dieser drei Bereiche definiert DSR drei iterativ verlaufende Prozesse, die als Relevanz-Zyklus, Entwicklungs-Zyklus und Prüf-Zyklus bezeichnet werden ([30], S. 2ff).

- Der **Relevanz-Zyklus** verbindet die Analyse der Umgebung mit der Entwicklung des Artefakts. In diesem Schritt werden der Anwendungskontext bestimmt, Anforderungen formuliert und Erfolgskriterien festgelegt. Sollte sich im Verlauf herausstellen, dass diese Kriterien nicht erfüllt werden, wird der Zyklus erneut durchlaufen und die Anforderungen entsprechend geprüft und angepasst.
- Der **Entwicklungs-Zyklus** ist der zentrale praktische Teil der Methodologie. Hier wird das Artefakt konkret gestaltet und technisch umgesetzt. Anschließend erfolgt eine Bewertung anhand der im Relevanz-Zyklus definierten Erfolgskriterien. Werden diese erfüllt, kann der Entwicklungsprozess als abgeschlossen betrachtet werden. Andernfalls wird in den Relevanz-Zyklus zurückgekehrt, um das Artefakt gezielt zu überarbeiten.
- Der **Prüf-Zyklus** verknüpft die Entwicklung mit der Wissensbasis. Ziel ist es nicht nur, ein funktionierendes Artefakt zu entwerfen, sondern auch abstrahierte Erkenntnisse für die Wissenschaft oder Praxis daraus zu gewinnen. Dieser Zyklus sichert die theoretische Fundierung und Übertragbarkeit der entwickelten Lösung. Somit ist er der entscheidende Unterschied zwischen der DSR und einer bloßen Entwicklung.

Das zugrunde liegende Problem ergibt sich aus den Anforderungen der bisonaire GmbH, wie sie in Kapitel 2 formuliert worden sind. Diese Bedingungen definieren – einschließlich der Zielgruppe – zugleich die Anwendungsumgebung und bilden in Kapitel 4.2 im Rahmen des Relevanz-Zyklus die Grundlage für den Entwicklungs-Zyklus (vgl. Kapitel 4.3, 5). Die wesentlichen Bestandteile der Wissensbasis wurden in den Kapiteln 3 und 4.2 erarbeitet und bilden die Grundlage für den Prüf-Zyklus. Dieser wurde in regelmäßigen Besprechungen durchgeführt, um kurze Iterationen zu ermöglichen und zu gewährleisten, dass die Umsetzung mit der Wissensbasis übereinstimmt (vgl. Kapitel 5.2). Die konkrete Ausgestaltung des Artefakts sowie daraus resultierende methodische Erkenntnisse werden in den folgenden Kapiteln dargelegt.

## 4.2 Grundlegende Entwurfsschlüsse

Auf Basis der zuvor definierten Rahmenbedingungen des angestrebten *Serious Games* lassen sich zentrale Rückschlüsse auf notwendige Designentscheidungen und Entwicklungsschritte ziehen. Im Folgenden werden diese Entwurfsschlüsse im Kontext der *Definition of Done*, der Zielgruppe, der gesetzten Ziele und der Arten von Komplexität näher erläutert.

### 4.2.1 Definition of Done

Die in Kapitel 2.4 festgelegten Anforderungen der *Definition of Done* haben wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung des Spiels. Damit das Spiel auch ohne externe Hilfe verstanden

und gespielt werden kann, muss die Steuerung sowohl locker als auch selbsterklärend sein. Idealerweise stehen den Spielenden mehrere Steuerungsoptionen auf derselben *Hardware* zur Verfügung, um unterschiedliche Gewohnheiten oder motorische Präferenzen zu berücksichtigen.

Auch grafisch und mechanisch muss das Spiel bewusst einfach gehalten sein, um eine niedrige Einstiegshürde zu gewährleisten. Gleichzeitig dürfen die relevanten Informationen nicht verloren gehen – sie müssen klar, aber reduziert vermittelt werden. Diese Reduktion ermöglicht es, den Fokus der Spielenden auf die inhaltliche Planungskomplexität zu lenken, anstatt auf das Erlernen der Spielmechaniken ([3], S. 4). Dadurch kann sich das Standpersonal auf inhaltliche Gespräche konzentrieren, ohne das Spiel erklären zu müssen. Zugleich soll die visuelle Gestaltung Neugierde wecken und als Blickfang dienen. Um auf dem Messestand hervorstechen, bietet sich ein prägnanter, grafisch einfacher Stil an, der Wiedererkennungswert besitzt und das Spiel optisch von herkömmlichen Informationsangeboten abhebt.

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Unterbrechbarkeit des Spiels: Messebesucher sollen jederzeit mit dem Standpersonal interagieren können, ohne das Spiel pausieren oder einen Nachteil zu erhalten, wie beispielsweise das Vergessen ihres Plans. Um dies zu ermöglichen, darf der Spielfluss nicht durch automatisch ablaufende Ereignisse oder Zeitdruck gestört werden. Stattdessen sollen ausschließlich die Spielenden selbst bestimmen, wann und wie sich etwas innerhalb des Spiels ändert. Es liegt dafür nahe, strategielose Pausen nicht nur zu ermöglichen, sondern vorzugeben.



Abbildung 3: Beispielhafter Levelaufbau der bBS Kernbereiche

Um das zu erreichen und um die Spielstruktur übersichtlich und flexibel zu halten, bietet sich ein modularer Levelaufbau an, wie in Abbildung 3 exemplarisch zu sehen ist ([20], S. 5f). Dieser erlaubt es, die Spielinhalte in voneinander unabhängige Etappen zu unterteilen, die beispielsweise jeweils einem Schritt der Kernbereiche der bBS zugeordnet sind. Diese wären das **Beachten der KPIs**, **Einplanen von neuer Ware**, **Festlegen der Schmelzreihenfolge** sowie das **Sortieren und Einlagern von Schrott**. Dadurch werden die einzelnen Kernbereiche bewusst gezeigt und aufeinander aufgebaut, damit der

Spielende diese deutlicher kennenlernt und die Schwierigkeit nach und nach lediglich durch die Inhalte der bBS ansteigt.

Ergänzt um ein Einführungslevel und ein besonders herausforderndes Finale ergibt sich eine Gesamtanzahl von sechs Szenarien. Bei einer geplanten Gesamtdauer von 3–10 Minuten sollte jede dieser Abschnitte eine Spielzeit von maximal 1,5 Minuten aufweisen. Dabei ist darauf zu achten, dass jedes einzelne Level die Lernziele vermittelt und unabhängig von den anderen verständlich bleibt. So wird sichergestellt, dass auch Spielende mit begrenzter Zeit oder Aufmerksamkeit die zentralen Inhalte erfassen können.

Aus diesen Anforderungen ergeben sich die folgenden markanten Merkmale des geplanten *Serious Games*:

- **Herausstechende Darstellung:** Visuelle Gestaltung als Blickfang zur Aufmerksamkeitserzeugung bei potenziellen Interessenten
- **Levelstruktur:** Kurze, unterbrechbare Etappen
- **Kurze Gesamtspieldauer:** 3–10 Minuten, mit Levels von je maximal 1,5 Minuten
- **Reduzierte Komplexität:** Einfache Mechaniken und klare Informationsdarstellung
- **Autarke Spielbarkeit:** Intuitive, fehlertolerante Steuerung ohne Erklärungsbedarf

Diese Eigenschaften gewährleisten, dass das Spiel seine Funktion als *Advergame* auf Messen erfüllt (vgl. Kapitel 3.2). Es soll Neugierde wecken, einen schnellen Einstieg ermöglichen, die Spielenden inhaltlich fordern und gleichzeitig Raum für Gespräche mit dem Standpersonal lassen. So wird eine Verbindung zwischen spielerischer Erfahrung und dem realen Mehrwert der bBS hergestellt, wodurch die angestrebten Lernziele effizient und nachhaltig erreicht werden können.

#### 4.2.2 Zielgruppe

In der Entwicklung von Unterhaltungsspielen wird die Zielgruppe primär genutzt, um abzuschätzen, welche Spielmechaniken, Themen oder Stilmittel bei der Kernspielerschaft am besten ankommen. Bei *Serious Games* spielt die Zielgruppe hingegen eine noch zentralere Rolle, da das Spiel in der Regel gezielt für einen spezifischen Nutzen und ein somit eng definiertes Nutzerprofil konzipiert wird ([14], S. 22).

Die folgenden Schlüsse basieren auf der Zielgruppen-Beschreibung der bisonaire GmbH: “Personen ab etwa 40 Jahren, die in der Metallindustrie tätig sind, jedoch wenig bis keine Erfahrung mit Videospielen haben.”

Erstens ist davon auszugehen, dass das thematische Vorwissen über den Aluminium-Schmelzprozess in hohem Maße vorhanden ist. Das grundlegende Thema muss daher nicht umfassend eingeführt werden; es genügt, spielrelevante Inhalte präzise zu benennen und verständlich im Spielkontext einzuordnen. Um einen direkten Nutzen erkennbar zu

machen, sollte zudem die Verbindung zur realen Arbeitssituation klar ersichtlich sein – beispielsweise durch praxisnahe Szenarien, in denen Spielende typische Planungsschritte durchführen, wie sie auch in der Realität vorkommen. So wird die Relevanz der bBS unmittelbar erfahrbar.

Zweitens ergeben sich besondere Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit. Die Steuerung muss möglichst einfach, robust und leicht verständlich sein, um auch unerfahrenen Spielenden einen reibungslosen Zugang zu ermöglichen. Komplexe Menüs, konventionelle Spielsteuerungen - wie etwa die WASD-Tastenbelegung zur Fortbewegung in einigen Spielen - oder zusätzliche Navigationshilfen wie eine *Minimap* sollten bewusst vermieden werden, da die Zielgruppe mit diesen nicht vertraut ist. Stattdessen empfiehlt sich eine reduzierte, grafisch klar strukturierte Benutzeroberfläche, die ohne erklärungsbedürftige Elemente und Navigation auskommt. Die visuelle Darstellung sollte sich an gut erkennbaren Symbolen und nachvollziehbaren Interaktionen orientieren. Wenn bspw. der Mauszeiger zum Bewegen des Schrotts verwendet wird, könnte er wie ein Kran aussehen, um dessen Nutzen direkt zu suggerieren.

Drittens ist auf eine klar erkennbare Zielstruktur zu achten. Spielziel, Aufgabenstellung und Ablauf sollten direkt zu Beginn deutlich gemacht werden – idealerweise bereits durch die Gestaltung der Spielumgebung selbst, sodass eine lange Einführung überflüssig wird. Dies erleichtert die Orientierung und senkt die Einstiegshürde für Nutzerinnen und Nutzer, die mit Spielmechaniken wenig vertraut sind.

Diese Anforderungen werden bereits im Vorfeld definiert und in das Design integriert - eine Herangehensweise, die üblicherweise als *static adaptation* bekannt ist ([25], S. 286). Nach der Erstentwicklung lässt sich das Spiel auf Basis empirischer Spieletests und Feedback-Analysen weiter personalisieren, was in der Regel unter den Begriff *dynamic adaptation* fällt (vgl. ebd.). Langfristig ließe sich so ein System schaffen, das sich flexibel an unterschiedliche Teilgruppen anpassen lässt – etwa zwischen Einsteigern und Fortgeschrittenen oder zwischen technischen und kaufmännischen Rollen innerhalb der Zielgruppe.

### **4.2.3 Unterhaltung und zusätzliche Ziele**

In diesem Kapitel wird untersucht, wie Unterhaltung und Lernzielorientierung im geplanten *Serious Game* miteinander verknüpft werden können. Dabei steht im Fokus, wie Spielende einerseits durch ein ansprechendes Spielerlebnis motiviert werden und andererseits inhaltlich relevante Erkenntnisse gewinnen – im konkreten Fall über die Komplexität des Schmelzprozesses und den Nutzen der bBS.

#### **4.2.3.1 Unterhaltung**

Wie in Kapitel 3.1 erläutert, verfolgen diese Spiele mindestens zwei Ziele: das Erzeugen von Unterhaltung sowie das Erreichen eines übergeordneten, kontextbezogenen Mehrwerts.

Da Unterhaltung typischerweise mit subjektiv erlebter Freude assoziiert wird, ist diese nur schwer eindeutig zu definieren oder zu messen. Daher wurden im Laufe der Forschung verschiedene Ansätze entwickelt, um spielerische Freude zu typologisieren. Ein solcher Ansatz stammt von Heeter et al. (2003) ([31], S. 11ff) die basierend auf Garneau (2001) ([32]) sechzehn unterschiedliche Formen von Spielfreude in *Serious Games* definiert haben, welche in Tabelle 1 ersichtlich sind.

Tabelle 1: Arten der Freude nach Heeter et al. (2003)

<b>Bezeichnung</b>	<b>Erklärung</b>
<b>Altruismus</b>	Helfen anderer fiktiver oder realer Charakteren
<b>Anwendung einer Fähigkeit</b>	Gebrauch eigenen Könnens, z.B. Reflexe
<b>Entdeckung</b>	Erforschen unbekannter Inhalte
<b>Erschaffung</b>	Kreatives Gestalten neuer Objekte oder Systeme
<b>Fortschritt und Abschluss</b>	Voranschreiten meist bis zur Zielerreichung
<b>Immersion</b>	Eintauchen in eine andere Welt oder Atmosphäre
<b>Intellektuelles Problemlösen</b>	Meistern herausfordernder Denkaufgaben
<b>Komödie</b>	Humorvolle Elemente, die zum Lachen anregen
<b>Körperliche Aktivität</b>	Aktive Bewegung als Spielbestandteil
<b>Lernen</b>	Verstehen und Aneignen von relevanten, realen Inhalten
<b>Liebe</b>	Emotionale Verbundenheit zu Figuren oder Objekten
<b>Macht</b>	Einflussnahme auf das Spielgeschehen
<b>Nervenkitzel</b>	Spannungsmomente meist durch hohe Einsätze
<b>Schönheit</b>	Ästhetische Reize durch bspw. Grafik, Musik und Animation
<b>Soziale Interaktion</b>	Gemeinsames Erleben mit anderen Spielenden
<b>Wettbewerb</b>	Verbessern eigener Leistung oder Messen mit anderen

In einer vergleichenden Studie mit kommerziellen und lernorientierten Weltraumspielen identifizierten Heeter et al. (2003) insbesondere die Kategorien **Lernen**, **Entdeckung**, **Lösen von Rätseln** und **intellektuelles Problemlösen** als dominante Quellen der Spielfreude in *Serious Games*. Auch wenn die Ergebnisse – unter anderem aufgrund der geringen Stichprobe von nur vier Lernspielen – kritisch hinterfragt werden müssen, lässt sich in Anbetracht der bisherigen Entwurfsschlüsse dennoch ableiten, dass kognitive Herausforderungen wie Denkaufgaben oder Puzzles ein zentrales Element für eine positive Spielerfahrung darstellen.

#### 4.2.3.2 Lernziele

Für das geplante Spiel ergeben sich aus den Anforderungen der bisonaire GmbH zwei inhaltliche Ziele:

- Der Spieler soll erkennen, wie komplex die Planung im Aluminium-Schmelzprozess ist.
- Der Spieler soll den Nutzen der bBS nachvollziehen und wertschätzen.

Diese beiden verfolgen den wirtschaftlichen Zweck des Marketings, um den Optimierer der bisonaire GmbH zu vermarkten. Außerdem fällt ersteres nach der Taxonomie von Bloom (2001) in die kognitive und letzteres in die affektive Ebene. Bei Betrachtung der Lernvorteile von Debra Lieberman (2006) lassen sich für diese Lernziele nun folgende hervorheben (vgl. Kapitel 3.2.1):

- Motivation zu lernen
- Wahrnehmung und Koordination
- Denken und Problemlösung
- Einstellungsänderung und Wertebildung

Das Anwenden oder Integrieren dieser vier Faktoren sollte folglich das Erreichen der Lernziele erleichtern. Dafür bietet sich außerdem ein endogener Ansatz an, damit alle zentralen Anwendungsfälle der bBS im Spiel sinnvoll abgebildet und spielerisch vermittelt werden können. Durch das Verknüpfen von Mechaniken und fachlichen Inhalten vermittelt das Spiel die Lernziele permanent (vgl. Kapitel 3.2.1).

Die Spielstruktur sollte dabei so gestaltet sein, dass sie nicht nur unterhält, sondern kognitiv fordert. Somit soll der Spieler erkennen, dass komplexe Planungen – wie sie im Spiel simuliert werden – im realen Arbeitsumfeld effizienter durch einen Optimierer wie die bBS durchgeführt werden können. Dies lässt sich durch ein Leveldesign erreichen, das einen Zustand von *Flow* erzeugt, der sich tendenziell näher an der Grenze zur Überforderung als

zur Unterforderung bewegt (vgl. Kapitel 2.2). Damit entsteht der gewünschte Eindruck: Das Planen ist interessant, aber ohne digitale Unterstützung auf Dauer zu anstrengend. Um Frustration zu vermeiden und gleichzeitig ein positives Spielerlebnis zu fördern, ist häufiges und klares Feedback essenziell ([22], S. 81). Rückmeldungen auf Spielhandlungen – etwa durch visuelle Veränderungen oder Wertanpassungen – verdeutlichen, dass die Herausforderung inhaltlich begründet ist und nicht durch komplizierte Bedienung entsteht. Dadurch wird auch das zweite Lernziel – die Wertschätzung der bBS – direkt unterstützt.

#### 4.2.4 Komplexität

In diesem Kapitel wird untersucht, wie die verschiedenen Arten von Komplexität innerhalb eines Spiels gezielt eingesetzt oder reduziert werden können, um die gewünschten Lernziele zu fördern. Dabei steht im Vordergrund, dass Spielende die Herausforderung dem inhaltlichen Thema – also dem Planen des Schmelzvorgangs – und nicht der Bedienung oder Gestaltung des Spiels zuschreiben. Um dies zu gewährleisten, lohnt sich ein Blick auf drei Formen von Komplexität, die in der Spielentwicklung unterschieden werden: **visuelle**, **aufgabenbezogene** und **kognitive** Komplexität ([3], S. 2ff). Diese Dimensionen beschreiben die Menge und Vertrautheit der verwendeten Gestaltungselemente, die Umsetzung der Mechaniken sowie die Beziehungen zwischen den Informationen.

##### 4.2.4.1 Visuell

Auch wenn die gestalterische Umsetzung außerhalb des Projektumfangs liegt (s. Kapitel 2.4), ist ein grundlegendes Verständnis visueller Prinzipien für die Konzeption zentral. Hierfür kann man sich an Erkenntnissen aus der Gestaltpsychologie bedienen. So zeigt bspw. das Einfachheitsprinzip, dass Menschen einfache, klare und homogene Formen bevorzugen und schneller wahrnehmen ([33], S. 83). Besonders relevant ist der sogenannte *Pop-Out-Effekt*, bei dem ein Element mit einem eindeutigen Merkmal (z.B. ein grünes Objekt unter gleichen roten Objekten) sofort auffällt – unabhängig von der Anzahl der anderen Objekte ([3], S. 2). Bei komplexeren Merkmalen (z.B. ein grüner Kreis unter roten Kreisen und grünen Rechtecken) nimmt die Erkennbarkeit jedoch ab. Derartige Effekte können gezielt genutzt werden, um visuelles Feedback bewusst einzusetzen und die Aufmerksamkeit zu lenken. Zudem hilft eine konsequente Wiederverwendung gleicher Symbole für gleichartige Funktionen beim Aufbau einer visuellen „Grammatik“, die das Verständnis fördert ([3], S. 3f). Beispielsweise könnte jede Ware die gleiche Form haben und der Unterschied in der Legierung durch farblich gekennzeichnete Symbole dargestellt werden.

#### 4.2.4.2 Aufgabenbezogen

Die Komplexität einer Aufgabe ist von ihrer bloßen Schwierigkeit zu unterscheiden: Während Schwierigkeit subjektiv wahrgenommen wird, beschreibt Komplexität objektiv den Aufbau und die Struktur einer Aufgabe – insbesondere, wie der Spieler mit der Aufgabe und diese mit ihrem Umfeld interagiert ([34], S. 559). Aufgaben lassen sich hierfür nach fünf Einflussfaktoren gliedern ([34], S. 561ff):

- **Ziel bzw. Ausgangsfaktor:** Je klarer definiert, desto leichter zu verfolgen. Umfassendere Zielstellungen erhöhen die Komplexität.
- **Aufnahmefaktoren:** Vertraute und strukturierte Informationen sind einfacher zu verarbeiten als neue oder unstrukturierte.
- **Prozessfaktoren:** Wiederholung und bekannte Muster senken die Komplexität, viele Optionen oder neue Prozesse steigern sie.
- **Zeitfaktoren:** Mehrere gleichzeitige Anforderungen und weniger verfügbare Zeit erhöhen die Belastung.
- **Präsentation:** Einheitliche Darstellung erleichtert das Verstehen; Vielfalt ohne Struktur erschwert es.

Da sie das Verhalten und die Effizienz der Spieler beeinflussen, sollten für das geplante Spiel alle Faktoren – mit Ausnahme der Prozessfaktoren – so weit wie möglich reduziert werden. Diese bilden nämlich die Aktionen zur Lösung der thematischen Herausforderung ab - die Planung eines Schmelzvorgangs - und sollten daher komplexer gestaltet sein. Das Ziel eines Levels sollte klar formuliert, das Feedback eindeutig und konsistent, die Mechaniken gleichbleibend, ein Zeitdruck nicht vorhanden und die Darstellung übersichtlich sein. Gerade in frühen Spielphasen sollte die Anzahl an Mechaniken und Optionen begrenzt sein, um Überforderung zu vermeiden. Erst im weiteren Verlauf können diese sukzessive erhöht werden, um einen kontinuierlichen Lernprozess zu ermöglichen ([12], S. 1017).

#### 4.2.4.3 Kognitiv

Die kognitive Komplexität beschreibt, wie viele Informationen Spielende gleichzeitig verarbeiten und miteinander verknüpfen können. Studien zeigen, dass Menschen im Durchschnitt nur etwa vier Informationsbeziehungen gleichzeitig erfassen können ([35], S. 1328). Wenn Aufgaben komplexer gestaltet werden sollen, können zusätzliche Informationen gezielt in Beziehung zueinander gesetzt werden. Soll die Aufgabe hingegen vereinfacht werden, empfiehlt es sich, Informationen zu bündeln oder in kleinere, überschaubare Einheiten aufzuteilen. In vielen Fällen geschieht dies bei Menschen von selbst, sobald die Informationsmenge zunimmt ([3], S. 3). Dabei ist darauf zu achten, dass keine wesentlichen Inhalte verloren gehen.

Narrative Strukturen können dabei helfen, komplexe Zusammenhänge verständlicher zu machen ([36], S. 12). Wenn Aufgaben beispielsweise in eine sinnvolle Abfolge gebracht oder durch eine Rahmengeschichte logisch miteinander verknüpft werden, fällt es Spielenden leichter, Beziehungen zwischen den Informationen zu erkennen und zu verarbeiten. Verständlichkeit lässt sich zusätzlich steigern, indem die zuvor genannten Prozessfaktoren so gestaltet werden, dass sie bekannten, erwartbaren Mustern folgen und im Spielverlauf konsistent angewendet werden.

Ebenso entscheidend ist die zeitliche Struktur der Aufgaben ([3], S. 3): Müssen mehrere Anforderungen gleichzeitig bewältigt werden? Können sie in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden? Oder bauen sie schrittweise aufeinander auf? Solche Entscheidungen wirken sich maßgeblich darauf aus, wie stark Spielende kognitiv beansprucht werden und ob sie komplexere Aufgaben erst später angehen, abhängig von der zur Verfügung stehenden Zeit.

### 4.3 Methodische Frameworks und Designmodelle

Über den Verlauf der Zeit entwickelten sich verschiedenste Modelle und Systeme zur Entwicklung von Spielen. Eines dieser Systeme ist *Mechanics, Dynamics, and Aesthetics* (MDA), welches 2003 von Marc LeBlanc vorgestellt wurde und an großer Beliebtheit gewann. Darauf aufbauend wurde es 2009 für die Entwicklung von *Serious Games* zu *The Design, Play, and Experience* (DPE) *Framework* ausgearbeitet. Dieses wiederum wurde einige Jahre später durch *The Art of Serious Game Design* etwas verfeinert und als eine Workshop-Ausarbeitung anwendbarer gestaltet.

#### 4.3.1 Mechanics, Dynamics, and Aesthetics (MDA)

Das MDA-*Framework* wird im Original als eine Art Workshop-Präsentation vorgestellt und rückt die Beziehung zwischen Entwickler und Spieler in den Mittelpunkt ([37], S. 1). Diese Beziehung gliedert sich in drei Teilbereiche: Der Entwickler erschafft das Spiel – also Regeln, Systeme und Konzepte –, der Spieler konsumiert es und wird dabei unterhalten und beide Parteien treffen sich in der Mitte im konkreten Spielerlebnis. Anders als bei den meisten Medien kann der Entwickler jedoch weder die Dauer der einzelnen ununterbrochenen Zeiten des Konsums, das Umfeld noch die Mitspielenden vollständig kontrollieren oder vorhersehen; das *Framework* empfiehlt ausdrücklich, diese offenen Rahmenbedingungen nicht zu meiden, sondern zu nutzen und sogar zu fördern. Die drei Teilbereiche der Beziehung werden Mechaniken, Dynamiken und Ästhetiken genannt ([37], S. 2):

- **Mechaniken** sind jene Regeln und Konzepte, die das Spiel zu einem System machen.
- **Dynamiken** bezeichnen das Verhalten und die Auswirkungen dieses Systems, während es gespielt wird.

- **Ästhetiken** sind die angestrebten emotionalen Reaktionen, die durch die Dynamiken ausgelöst werden.

Hierbei ist zu beachten, dass Mechaniken außerhalb dieses Frameworks die Funktionen beschreiben, die ein Charakter im Spiel durchführen kann, um mit der Spielwelt zu interagieren ([20], S. 2f). Während Spieler das Spiel nach einem Top-Down-Prinzip erleben („Regeln erzeugen ein System, das Spaß macht“), muss der Entwickler umgekehrt denken: Um Freude zu erzielen, muss das System mit entsprechenden Regeln erschaffen werden. Das MDA dient damit als Taxonomie zur Erstellung von Modellen: Es bündelt Wissen über Mechaniken, Dynamiken und Ästhetiken und zeigt, wie diese miteinander interagieren. Für jeden der drei Bereiche werden fallbezogene Modelle benötigt; ein einziges Allzweckmodell gibt es nicht. Jedes Modell sollte formal (klar definiert), abstrakt (breit anwendbar) und nachgewiesen (praxisrelevant) sein ([21]). Im Folgenden wird die Herangehensweise an solche genauer betrachtet.

#### 4.3.1.1 Ästhetiken

Zum Erschaffen eines positiven Erlebnisses stellt sich hier die Frage, aus welchen Kriterien sich ein solches zusammensetzt. Um dies klarer beantworten zu können, hilft eine Unterteilung von Freude. Hierfür wird im MDA-*Framework* in acht Arten des Spaßes gegliedert ([37], S. 2):

- **Sensation:** Spiel als Sinnesgenuss
- **Fantasie:** Spiel als Fiktion
- **Narrative:** Spiel als Drama
- **Herausforderung:** Spiel als Hürdenlauf
- **Gemeinschaft:** Spiel als sozialer Rahmen
- **Entdeckung:** Spiel als unerforschtes Gebiet
- **Ausdruck:** Spiel als Selbstentdeckung
- **Unterwerfung:** Spiel als Zeitvertreib

Somit verfolgt jedes Spiel seine eigene Kombination aus Spaß und somit eine eigene Ästhetik. Die gewählten Arten dienen als Ziele, doch braucht es mehr als diese Schlagworte, um ein Ästhetik-Modell zu bestimmen. Zum Festlegen weiterer anzustrebender Anforderungen empfiehlt sich beispielsweise eine Zielgruppenanalyse. Dadurch wird der Entwicklungsprozess von zu erfüllenden Zielen und nicht von Funktionen getrieben. Folglich ist ein Ästhetik-Modell nötig, das eine strenge Definition sowie Erfolgs- und Fehlerkriterien enthält.

#### 4.3.1.2 Dynamiken

Zuerst ist zu beachten, dass Dynamiken abhängig von der Welt, dem Geschehen und der Geschichte entstehen, in denen das Spiel stattfindet ([37], S. 3). Demzufolge sollten Mechaniken und die daraus resultierenden Dynamiken in Einklang mit den Grundzügen der Thematik sein, da sonst die Immersion bricht. Modelle für Dynamiken sind analytischer Natur, weshalb für diese meist auf Mathematik, Psychologie und andere Wissenschaften zurückgegriffen werden kann, um Spielerverhalten modellieren zu können (z. B. Wahrscheinlichkeitsrechnung oder Wahrnehmungspsychologie). Modelle lassen sich auch durch Analyse existierender Spiele, eigene Erfahrungen oder Umfragen erstellen. Bestimmte Spielfunktionen beinhalten zudem ein konkretes Dynamik-Modell: Eine stetig schrumpfende Ressource wie Zeit oder Leben garantiert ein festes Ende, messbaren Fortschritt und erhöhten Druck. Das Erlebnis wird durch die jeweilige Anwendung der Modelle gelenkt. Beispielsweise bestimmt die Art von Feedback - positiv oder negativ – die Reaktion des Spielers oder Systeme, die führende Spieler belohnen, treiben Gruppen auseinander, während Mechanismen zum Aufholen sie zusammenführen (vgl. ebd.).

#### 4.3.1.3 Mechaniken

Zwischen Mechaniken und Dynamiken gibt es einige Überschneidungspunkte, jedoch liegt bei Dynamiken der Fokus auf den indirekten Konsequenzen der Regeln ([37], S. 3). Es handelt sich also um unterschiedliche Perspektiven auf das Spiel, wobei Dynamiken stets aus Mechaniken hervorgehen. Es existieren bisher zahlreiche Mechaniken, deren Wirkungen erprobt sind und sich in manchen Genres auch als feste Bestandteile etabliert haben ([37], S. 4).

Deswegen lautet die zentrale Designfrage nun: Welche Dynamiken erzeugen die gewünschte Ästhetik und welche Mechaniken sind dafür notwendig? Ein klassisches Beispiel: Die Dynamik „Zeitdruck“ führt zur Ästhetik „Spannung“ und kann durch Mechaniken wie einen einfachen *Timer* oder herannahende Gegner umgesetzt werden.

#### 4.3.1.4 Angleichung

Dieses *Framework* entwickelte sich als Erweiterung des *Tuning-Workshops*, den LeBlanc 2001-2002 abhielt ([38]). Hierbei handelt es sich um einen iterativen Zyklus aus Testen, Analysieren und Überarbeiten, bei dem nicht nur bloße Zahlenwerte abgeändert, sondern das Erreichen der gesetzten Ästhetik-Ziele in Anbetracht des gesamten MDA-Prozesses geprüft werden sollte. Somit werden nach dem Analysieren die definierten Anforderungen, die benutzten Modelle, die bisherigen Annahmen und gegebenenfalls das eigene Denken neu ausgewertet. Zusätzlich sind Spiele mit mehreren Zuständen und Ressourcen einfacher anzupassen, da kleine Änderungen an unterschiedlichen Stellen nicht direkt das ganze

System beeinflussen. Daher ist es zu erwarten, dass die Anzahl der Zustände und Ressourcen steigt, je weiter die Entwicklung im Angleichungsprozess voranschreitet ([37], S. 4).

### 4.3.2 Design, Play, and Experience (DPE)

Das DPE-*Framework* entstand als Reaktion auf die Grenzen des MDA-Modells ([12], S. 1014). Es gelten zwar weiterhin dieselben Modelle, Leitfragen und Herangehensweisen, jedoch mit einem deutlich stärkeren Fokus auf iteratives Vorgehen. Außerdem konzentriert sich MDA ausschließlich auf das *Gameplay*, blendet jedoch bspw. *Storytelling*, *User Experience* (UX) sowie technologische Randbedingungen aus; zudem kollidiert seine Terminologie mit Fachbegriffen aus ebendiesen Bereichen. Diese Lücken wiegen bei *Serious Games* besonders schwer, da hier zusätzliche didaktische Herausforderungen auftreten, wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, die nicht berücksichtigt werden.

Um diese Defizite zu beheben, ersetzt DPE die drei MDA-Begriffe: *Mechaniken* wird zu *Entwerfen*, *Dynamiken* zu *Spielen* und *Ästhetiken* zu *Erfahren*. Ein Entwickler entwirft also das Spiel (Design), der Spieler spielt es (Play) und erzeugt dadurch sein subjektives Erlebnis (Experience). Die ursprünglichen MDA-Definitionen bleiben erhalten, sind nun jedoch nur noch innerhalb der *Gameplay*-Ebene verortet; die drei neuen Oberbegriffe decken ein breiteres Spektrum ab. Da Spieler ein und dasselbe Spiel beispielsweise aufgrund kultureller, kognitiver oder sozialer Unterschiede verschieden wahrnehmen, muss der Entwickler den gesamten Prozess strikt an einer vorab definierten und empirisch untersuchten Zielgruppe ausrichten (vgl. ebd.). Um diese Entwickler-Spieler-Beziehung vollständig abzubilden, ergänzt DPE vier fachlich getrennte Ebenen und stellt sie auf das Fundament der Technologie, die als Ermöglicher wie auch als Einschränker des Designs fungiert ([12], S. 1015):

- **Learning:** Festlegen von konkreten und messbaren Lernzielen und einer pädagogischen Herangehensweise; das Spielen vermittelt diese Ziele, der Spieler erwirbt sie.
- **Storytelling:** Definieren von Charakteren, Narration und weiteren Rahmenbedingungen; durch das Spielen lernt der Spieler diese Welt kennen und erlebt sie.
- **Gameplay:** Entwerfen von Mechaniken; diese erzeugen während des Spielens Dynamiken und prägen so das Erlebnis des Spielers.
- **User Experience:** Gestalten der Interaktionsschnittstelle; durch die angewandte Art der Interaktivität wird der Spieler zum Spielen motiviert.

Der Entwicklungsprozess verläuft *top-down*, bleibt allerdings durchgängig iterativ, weil jede Ebene alle anderen beeinflusst ([12], S. 1019). Bei *Serious Games* wird folglich mit klaren Lernzielen und einer passenden Didaktik begonnen. Anschließend wird entschieden,

wie ausgeprägt die *Storytelling*-Ebene zum Fördern der Lernziele sein soll. Manche Spiele verzichten auf eine ausgearbeitete *Designer's Story* - also Charaktere, Narrative, Rahmenbedingungen etc. -, doch jede Produktion erzeugt zwangsläufig eine *Player's Story* - also das Erleben des Spiels -, sodass zumindest dieser Aspekt ausgearbeitet werden muss (s. Kapitel 4.3.3.2). Darauf aufbauend wählt der Entwickler die Mechaniken unter Berücksichtigung von Zielgruppe, Technologie, Lernzielen und narrativem Rahmen. Diese Phase ähnelt MDA am stärksten: Es werden gewünschte Effekte festgelegt, daraus Dynamiken definiert und passende Mechaniken entwickelt - bei *Serious Games* werden für ersteres nicht nur die acht Arten der Freude aus dem MDA-Modell genutzt, sondern es wird vorzugsweise in sechzehn Stück unterschieden, die in Kapitel 4.2.3.1 aufgeführt sind. Abschließend sorgt eine motivierende UX dafür, dass das Spiel gespielt werden kann, ohne sich dauernd auf die Bedienung konzentrieren zu müssen.

Jede der genannten Ebenen stellt ein eigenes Fachgebiet dar, zu dem es umfangreiche Studien und etablierte Modelle gibt, die der Entwickler zur fundierten Ausgestaltung seines *Serious Games* heranziehen kann ([26]; [39]; [11]; [40]).

### 4.3.3 Anwendung von The Art of Serious Game Design

*The Art of Serious Game Design* wurde als Workshop entwickelt, um das DPE-Framework in multidisziplinären Teams praxisnah anzuwenden ([41], S. 6). Er gliedert die Entwicklung von Spielen in drei Phasen, die alle schon in sich iterativ sind ([41], S. 5):

- **Pre-Production:** Strukturiertes Brainstormen führt zu Papier-Prototypen.
- **Production:** Entwickeln des Spiels (technisch, grafisch, etc.).
- **Post-Production:** Testen, Verfeinern und schließliches Veröffentlichen.

Der Schwerpunkt liegt bewusst auf der *Pre-Production*, weil sie bei *Serious Games* als die am wenigsten erforschte und zugleich herausforderndste Stufe gilt (vgl. ebd.). Der Workshop fördert hier gezielt produktive Dialoge im Brainstorming und häufige Wiederholungen, indem er die DPE-Ebenen – insbesondere das Spielen als Schnittstelle zwischen Entwicklern und Spielern – detailliert ausarbeitet und Technologie zunächst ausklammert, um der Kreativität freien Lauf zu lassen. Das Brainstorming selbst ist wiederum in drei Schritte gegliedert ([41], S. 10).

1. Themenexperten und pädagogische Designer sammeln erste Ideen zum Spiel.
2. Anschließend stoßen alle Arten von Entwicklern und Projektmanagern hinzu und konkretisieren das Design.
3. Zuletzt erstellt das gesamte Team gemeinsame Papier-Prototypen.

Für die ersten zwei Schritte gibt es Leitkarten mit Fragen zu allen DPE-Ebenen, die das Gespräch steuern; möglichst viele dieser Fragen sollen beantwortet werden. Wiederkehrende Fragen auf den Karten sorgen für Anpassungen zwischen den einzelnen Brainstorming-Runden. Anders als das *DPE-Framework* empfiehlt der Workshop, die Ebenen während des Brainstormings zufällig zu mischen, statt strikt bei *Learning* zu beginnen und bei *User Experience* zu enden. Erst nach der zweiten Brainstorming-Phase wird über technische Möglichkeiten gesprochen. Während der späteren Entwicklung dient die Dokumentation der Antworten als Referenz, um sicherzustellen, dass das Team seine Ziele nicht aus den Augen verliert. Durch mehrmaliges Durchlaufen des Workshops lassen sich zudem zusätzliche Iterationen effizient anstoßen und verfeinern ([41], S. 12ff).

Im Folgenden werden diese Leitfragen zu den einzelnen Etappen des *DPE-Frameworks* beantwortet. Der Workshop wurde am 09. April 2025 und am 22. April 2025 durchgeführt. Die Rolle des Akademikers und die des Entwicklers übernahm Patrick Pfeifer und für die inhaltlichen Anforderungen nahmen von der bisonaire GmbH Michael Görthofer (*Head of Software Development*), Nico Martin (*Business Consultant and Project Manager*) und beim ersten Durchlauf auch Markus Pöhler (*Chief Executive Officer*) teil. Es wurde bei der Ideenfindung darauf geachtet, dass keine weiteren Expertisen benötigt werden (vgl. Kapitel 3.2.2).

#### 4.3.3.1 Learning

In Tabelle 2 werden die Leitfragen zum Bereich *Learning* beider Brainstorming-Runden zusammengefasst.

Tabelle 2: Antworten zu den Learning-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions

<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Wer ist der Spieler?	Fachkundige Spielnovizen über 40.
Welche Herausforderung löst das Spiel?	Nachvollziehbarkeit des Einsatzes eines Optimierers.
Was sind die Lernziele des Spiels?	1. Der Spieler soll erkennen, wie komplex die Planung im Aluminium-Schmelzprozess ist. 2. Der Spieler soll den Nutzen der bBS nachvollziehen und wertschätzen.
Welches Spielziel verfolgt der Spieler?	Erfüllung von Kundenanforderungen und weiteren Vorgaben (KPIs).

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle 2 – Fortsetzung von vorheriger Seite

<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Was wird durch das Spiel beigebracht?	Der funktionale und wirtschaftliche Mehrwert der bBS.
Welches Können oder Wissen muss der Spieler zum Spielen haben?	Basiswissen zum Aluminium-Schmelzprozess sowie zum <i>Drag And Drop</i> Prinzip (vgl. Kapitel 4.3.3.3).
Welches Können oder Wissen wird der Spieler durch das Spielen erlernen?	Kennenlernen der bBS-Lösung und ihres praktischen Mehrwerts.
Welche pädagogischen Strategien werden im Spiel verwendet?	<i>Game-Based-</i> , <i>Experiential-</i> und <i>Problem-Based Learning</i> .
<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Welche Spielmechaniken helfen dem Erreichen der Lernziele?	Einfache Spielmechaniken lenken den Fokus gezielt auf das Leveldesign und die thematische Herausforderung, wodurch das erste Lernziel gestützt wird. Die Bewertung durch den Vergleich der Spielerergebnisse mit den Idealwerten der bBS fördert das zweite Lernziel.
Wie werden die pädagogischen Strategien verwendet, um die Lernziele zu erreichen?	Spieler lösen Herausforderungen, erhalten Rückmeldungen zu ihren Aktionen und wenden ihr Wissen auf neue Situationen an. So wird sowohl das Verstehen komplexer Abläufe als auch das Erkennen des Optimierungsbedarfs gefördert.

Hierdurch werden Spieler als „Fachkundige Spielnovizen über 40“ definiert und als zentrale Herausforderung das Verständnis dafür benannt, warum ein Optimierer sinnvoll ist. Daraus leiten sich die zwei Lernziele aus Kapitel 4.2.3.2 ab:

- **Kognitiv:** Der Spieler soll erkennen, wie komplex die Planung im Aluminium-Schmelzprozess ist.
- **Affektiv:** Der Spieler soll den Nutzen der bBS nachvollziehen und wertschätzen.

Um sie noch genauer zu definieren, lohnt sich eine Aufteilung dieser beiden Bereiche in ihre einzelnen, aufeinander aufbauenden Lernschritte ([42], S. 67f; [43], S. 254):

- **Kognitiv:** Wissensvermittlung und intellektuelle Fähigkeiten.
  1. **Erinnern:** Faktenwissen abrufen.
  2. **Verstehen:** Inhalte interpretieren und erklären.
  3. **Anwenden:** Wissen auf konkrete Situationen übertragen.
  4. **Analysieren:** Strukturen erkennen und Beziehungen aufzeigen.
  5. **Evaluieren:** Beurteilungen auf Basis von Kriterien treffen.
  6. **Kreieren:** Neues entwickeln oder bestehendes Wissen kombinieren.
  
- **Affektiv:** Einstellungen, Werte, Motivation und Emotionen.
  1. **Aufnehmen:** Aufmerksamkeit auf bestimmte Inhalte richten.
  2. **Reagieren:** Aktiv und freiwillig mit dem Inhalt interagieren.
  3. **Wertschätzen:** Bedeutung und Relevanz des Inhalts anerkennen.
  4. **Einordnen:** Eigene Wertsysteme entwickeln.
  5. **Verinnerlichen:** Werte dauerhaft ins eigene Handeln integrieren.

Somit gehört ersteres zur kognitiven Kategorie *Verstehen* und das zweite Ziel in die affektive Kategorie *Wertschätzen*. Um diese nun optimal zu fördern, müssen die vorangehenden Lernschritte etabliert werden. So muss beispielsweise das vorausgesetzte Wissen durch realistische Abläufe angesprochen oder der Spieler aktiv dazu motiviert werden, freiwillig zu spielen. Für diese Lernarten empfiehlt Prensky (2001) Genres wie *Detektiv*, *Strategie*, *Puzzle*, *Konzentration* oder *Abenteuer*, da diese vor allem Beurteilen, Überlegen und Beobachten fördern ([44]).

Zur Erreichung dieser Lernziele dienen einfache Spielmechaniken, die die Komplexität bewusst ins Leveldesign verlagern. Das erste Ziel wird entsprechend dadurch unterstützt, dass sich der Spieler auf die inhaltliche Aufgabe statt auf Regelhürden konzentriert. Das zweite Ziel wird durch eine Punktwertung aufgegriffen, anhand derer die Ergebnisse mit dem Ideal des bisonaire-Optimierers verglichen und so der Mehrwert der Lösung verdeutlicht wird.

Durch die Natur des *Serious Games* fördert es implizit *Game-Based Learning* ([45], S. 5). Außerdem wird der Spieler im Verlauf des Spiels mit lösungsorientierten Herausforderungen konfrontiert, jedoch nicht von Beginn an überfordert. Stattdessen lernt er die einzelnen Mechaniken schrittweise kennen und kann seine bisherigen Erfahrungen auf neue Situationen übertragen. Diese beiden Aspekte verankern das Spiel klar im *Problem-Based Learning* sowie im *Experiential Learning* ([46], S. 1f; [47], S. 25ff).

### 4.3.3.2 Storytelling

Die Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Brainstorming-Phasen zum Bereich *Storytelling*.

Tabelle 3: Antworten zu den Storytelling-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions

<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Was ist die Handlung der Geschichte?	Als Planer versucht man Kunden- und Vorgesetztenenerwartungen zu erfüllen.
In welcher Welt findet das Spiel statt?	Vereinfachte Version der Realität.
Wer sind die Charaktere? Welche Rollen erfüllen sie? Nimmt der Spieler eine dieser Rollen ein?	Es gibt keine ausgearbeiteten Charaktere. Diese werden nur indirekt durch die Anforderungen der Kunden und des Vorgesetzten repräsentiert.
Ist die Geschichte ein oder mehrschichtig?	Es existiert keine levelübergreifende Handlung; innerhalb der einzelnen Levels wird nur so viel Kontext gegeben, wie zu Erreichen des Ziels notwendig ist.
Wie und wann endet die Geschichte im Spiel?	Es ist kein definiertes Ende der Handlung vorgesehen, um eine bewusste Abgrenzung von Realität zu Fiktion zu vermeiden und stattdessen den Bezug zur realen Arbeitswelt zu stärken.
<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Wie sieht die Spielwelt aus? Name, Umstände, Physik, etc.	Eine realistische, abstrahierte Darstellung eines namenlosen Unternehmens.
Welche Hintergrundgeschichte erhält der Spieler und auf welche Weise?	Er erhält keine, um die Handlung auf das eigene Unternehmen zu beziehen.
Wer ist der Protagonist? Wer sind weitere Charaktere? Namen, Ziele, Charakteristiken, etc.	Der Spieler ist der Protagonist. Weder sein Charakter noch Nebenfiguren werden narrativ ausgestaltet.
Welche Aktionen kann der Protagonist ausführen?	Lediglich das Einlagern und Schmelzen von Legierungen durch <i>Drag And Drop</i> (vgl. Kapitel 4.3.3.3).

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle 3 – Fortsetzung von vorheriger Seite

Fragen	Antworten
Mit wem oder was interagiert der Spieler? Wie sehen sie aus und was tun sie?	Nur mit Legierungen, die benutzt werden und nicht eigens handeln.
In welchen Herausforderungen sind die Charaktere involviert? Was sind mögliche Aktionen und Lösungen? Was ist die ideale Lösung?	Die Kunden brauchen Legierungen. Daher verplant man Schrott so, dass die Kunden und der Vorgesetzte zufrieden sind - Lösungen variieren pro Level.
Wie entfaltet sich die Geschichte des Spielers?	In Betrachtung der <i>Player's Story</i> : Jedes Level fordert den Spieler heraus, wobei die ersten Levels einfacher sind.

Dieser Unterpunkt gliedert sich grundsätzlich in zwei Perspektiven: die sogenannte *Designer Story*, also das, was vom Entwickler definiert wird (z.B. Spielwelt, Rahmenhandlung, physikalische Regeln), und die *Player's Story*, die beschreibt, wie der Spieler den Verlauf individuell erlebt – etwa durch getroffene Entscheidungen oder emotionale Reaktionen ([39], S. 216ff).

Das Spiel ist in einer stark vereinfachten Gegenwartsrealität angesiedelt, die in einem undefinierten Unternehmen auf der Erde spielt. Eine explizite Vorgeschichte oder ausgearbeitete Charaktere wurden bewusst weggelassen. Stattdessen ist der Spieler selbst der Protagonist und übernimmt die Rolle eines Produktplaners, der die Anforderungen von Kunden und Vorgesetzten erfüllen muss. Diese beiden Parteien sind nicht als eigenständige Figuren inszeniert, sondern werden implizit durch ihre Anforderungen dargestellt. Entsprechend existiert kein direkter Dialog oder charaktergesteuerter Spielverlauf, sondern ein abstrakter Handlungsrahmen, der auf den Zielen basiert, die dem Spieler durch die Spielmechanik vermittelt werden.

Die *Designer Story* bleibt dabei bewusst minimal. Es gibt kein narratives Spielende, da eine starke Trennung zwischen Spiel und Realität vermieden werden soll. Durch diesen offenen Abschluss soll der Bezug zur realen Industrieumgebung – und damit die Lernziele – verstärkt werden. Statt einer linearen oder mehrschichtigen Geschichte verfolgt das Spiel einen levelbasierten Aufbau, bei dem sich die *Player's Story* dynamisch entfaltet: Der Spieler wird mit zunehmend anspruchsvolleren Herausforderungen konfrontiert, die sich durch steigende Komplexität der Planungssituationen kennzeichnen. Ziel ist es, beim Spieler das Gefühl zu erzeugen, dass eine alleinige Planung nur schwierig umsetzbar ist und sich der Einsatz eines Optimierers als Lösung anbietet. Diese emotionale und kognitive Erkenntnis stellt den zentralen Aspekt der *Player's Story* dar.

Aufgrund der begrenzten Interaktionsdauer am Messestand und der Zielsetzung, Spie-

lende schnell in die Thematik einzuführen, wurde vorerst bewusst auf eine detaillierte Ausgestaltung klassischer Charakterrollen – wie etwa Kunden, Vorgesetzte oder Kollegen – verzichtet. In späteren Entwicklungsphasen, etwa im Zuge einer Erweiterung über den Messekontext hinaus oder auf Basis weiterführender Test-Ergebnisse, könnte eine solche Differenzierung jedoch sinnvoll sein. Denkbar wäre beispielsweise die Einführung benannter Auftraggeber mit individuellen Zusatzanforderungen, die dem Spiel mehr narrative Tiefe und strategische Komplexität verleihen würden. Auch eine Rollenentwicklung des Spielers, etwa durch Beförderung oder Zuständigkeitswechsel, wäre denkbar, wurde jedoch in der aktuellen Version aus Fokusgründen zugunsten der Lernziele zurückgestellt.

Die Entscheidung, auf klassische Erzählstrukturen und Charakterentwicklung weitgehend zu verzichten, reduziert den narrativen Anreiz und schränkt damit die Eignung für *Abenteuer-* oder *Detektiv-*Genres ein. Dadurch verstärkt sich der Fokus auf *Strategie*, *Puzzle* und *Konzentration*, die auf strukturiertes Denken und planbasiertes Handeln ausgerichtet sind – und somit die Lernziele direkt unterstützen.

#### 4.3.3.3 Gameplay

In Tabelle 4 werden die *Gameplay*-Entscheidungen aus beiden Brainstorming-Runden zusammengefasst und damit der Rahmen für die spielmechanische Ausgestaltung definiert.

Tabelle 4: Antworten zu den Gameplay-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions

Fragen	Antworten
Zu welchem Genre gehört das Spiel?	Konzentration, Puzzle und Strategie.
Welche Emotionen werden gefördert?	Ehrgeiz; moderate Frustration.
Gibt es verschiedene Levels?	Ja.
Welche Aktionen können ausgeführt werden? Gibt es Limitationen? Gibt es Feedback zu den Aktionen?	<i>Drag And Drop</i> von Legierungen. Es gibt keine Limitationen, jedoch verschlechtern sich die KPIs mit zunehmender Dauer. Jede Änderung des Spielers sollte Feedback erzeugen.
Fragen	Antworten

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle 4 – Fortsetzung von vorheriger Seite

Fragen	Antworten
Was motiviert den Spieler zum Spielen? Wie wird diese erhalten?	Zum einen ist <i>Appeal</i> ein starker Initialmotivator, der allerdings aufgrund seiner gestalterischen Natur größtenteils außerhalb des Projektrahmens liegt. Eine simple und anfängerfreundliche visuelle Strukturierung der Spielelemente soll den Einstieg erleichtern, wodurch die Motivation, die bBS kennenzulernen, gefördert wird.
Was motiviert dazu, das Spiel erneut oder weiter zu spielen?	Ehrgeiz, den Optimierer-Score zu erreichen, sowie Neugier auf weitere Funktionsbereiche.
Was sind die Ergebnisse der Aktionen des Spielers?	Spieleraktionen verändern KPIs und wirken sich direkt auf die Kundenzufriedenheit aus.

Wie bereits dargelegt, eignen sich insbesondere Mechaniken aus den Genres *Strategie*, *Puzzle* und *Konzentration*, um die kognitiven Prozesse des Beurteilens, Überlegens und Beobachtens unter zeitlicher Begrenzung gezielt zu fördern. Der Spieler analysiert Legierungen, plant Varianten und prüft deren Auswirkungen auf die KPIs. Die Verwendung mehrerer Levels verstärkt diesen Effekt, weil die Schwierigkeit progressiv ansteigt und der Ehrgeiz lebendig bleibt.

Als zentrale Aktion ist ausschließlich das *Drag And Drop* der Legierungen vorgesehen. Diese Einfachheit eliminiert unnötige Bedienhürden und lenkt die Aufmerksamkeit auf das eigentliche Lernziel – die Planungskomplexität. Zeitliche Einschränkungen existieren nicht, dennoch erzeugen die KPIs Druck: Je mehr Änderungen der Spieler an seiner Planung vornimmt, desto mehr steigen diese an. Hohe oder niedrige KPIs beeinflussen direkt die Vorgesetzten- und Kundenzufriedenheit - umso geringer, umso besser. Damit verknüpfen die Mechaniken das abstrakte Thema eines Optimierers mit einer klar wahrnehmbaren Konsequenz im Spiel.

Jede Änderung löst bewusst unmittelbares Feedback aus, was die Frustration des Spielers moderat halten soll. Sowohl das Erkennen, dass etwas passiert ist, als auch, ob sich die Änderung positiv oder negativ auf die Firma oder den Kunden auswirkt, helfen dabei, die Lernziele effizient zu erreichen. Eine ausgewogene Menge an Feedback fördert Verständnis und Nachvollziehbarkeit - auch bei einer videospieldunerfahrenen Zielgruppe ([22], S. 46f).

Das Anwenden eines starken visuellen *Appeals* würde die Einstiegshürde senken - allerdings liegt dies, wie in Kapitel 2.4 definiert, außerhalb des Betrachtungsrahmens. Anschließend halten Ehrgeiz und der Wunsch, den Wert des Optimierers zu erreichen, die Motivation aufrecht ([11], S. 72). Dadurch erfährt der Spieler iterativ den Mehrwert der bBS, was wiederum das Lernziel stärkt.

#### 4.3.3.4 User Experience

In Tabelle 5 werden die zentralen UX-Parameter festgelegt und sich dabei konsequent an den Rahmenbedingungen eines kurzen Messebesuchs orientiert.

Tabelle 5: Antworten zu den UX-Leitfragen aus beiden Brainstorming-Sessions

<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Welche Steuerungsoptionen gibt es?	<i>Drag And Drop</i> per Maus oder Touch.
Können die Endergebnisse geteilt werden? Wenn ja, wie?	Sie können nicht geteilt werden, da das Spiel auf einen kurzen Messebesuch ausgelegt ist und nicht für private Geräte.
Erhält der Spieler Informationen über seinen Fortschritt? Wenn ja, wie?	Durch eine permanente KPIs-Anzeige im Level und einer Endauswertung im Vergleich zur Ideallösung der bBS.
Kann das Spiel pausiert, gestoppt oder abgespeichert werden?	Pausieren und Stoppen ist jederzeit möglich, aber Abspeichern aufgrund der kurzen Levels nicht.
<b>Fragen</b>	<b>Antworten</b>
Ist das Spiel 2D oder 3D? Welcher Zeichenstil wird umgesetzt?	2D-Darstellung mit klarem, undefiniertem Zeichenstil.
Wann und wie werden Soundeffekte und /oder Musik verwendet?	Da sie außerhalb des Projektrahmens sind, werden wenn dann nur Soundeffekte für Feedback eingebaut. Von Musik wird aufgrund des Messeumfelds abgesehen.
Gibt es Karten, Menüs, Punkte? Falls ja, wie, wo und wann sieht der Spieler diese?	Die KPIs repräsentieren Punkte, die dauerhaft einzusehen sind. Menüs gibt es nur zur grundlegenden Steuerung der Levels.

Die Steuerung beschränkt sich auf *Drag And Drop* via Maus oder Touch. Diese Wahl vermeidet komplexe Eingaben und unterstützt das in den Brainstorming-Runden definierte Ziel, auch Spielneulingen einen schnellen Einstieg zu ermöglichen. Passend dazu wird die Spielwelt zweidimensional gehalten; ein spezifischer Zeichenstil wird noch festgelegt, soll aber klar und kontrastreich sein, um kognitiven Aufwand zu minimieren.

Da das Spiel ausschließlich auf dem Messestand läuft, ist kein Teilen von Endergebnissen vorgesehen. Stattdessen liegt der Fokus auf unmittelbarem Feedback: Während eines Levels liefert eine permanente KPIs-Anzeige eine grobe Standortbestimmung, nach Levelende folgt ein detaillierter Abgleich mit der Ideallösung der bBS. Dieses Format knüpft direkt an die definierten Lernziele an – der Spieler erkennt Leistungsdefizite und versteht den Mehrwert der Optimierung.

Pausieren oder Abbrechen ist jederzeit möglich, ein Speichersystem entfällt jedoch wegen der bewusst kurzen Leveldauer. Es muss daher garantiert werden, dass der Spieler bei einem Abbruch den Mehrwert der bBS verstanden hat und nach einer Pause leicht wieder in das Spiel einsteigen kann. Die Menüstruktur bleibt schlank und auf essentielle Funktionen wie bspw. Start, Pause und Levelwechsel begrenzt.

Audioelemente liegen außerhalb des Projektumfangs. Aufgrund des Messeumfelds wäre Musik trotzdem nicht notwendig. Lediglich akustische Bestätigungssounds für *Drag And Drop*-Aktionen wären denkbar, um dem Spieler zusätzliches Feedback zu geben. Auf Kooperation oder Mehrspielerfunktionen wird – wie in der Tabelle notiert – verzichtet, da Zeitfenster und Infrastruktur eines Messebesuchs dies nicht zulassen und sich Spielende mit dem Optimierer und nicht mit anderen Standbesuchern messen sollen.

## 5 Entwicklung

Nachdem das theoretische Fundament geschaffen ist, beginnt die praktische Umsetzung des Projekts. Ausgangspunkt bilden Papier-Prototypen, die auf Grundlage der gewählten Entwicklungsstrategie entworfen werden. Aus deren Evaluation heraus entwickelt sich ein finales Konzept, das anschließend technisch realisiert wird. Im Verlauf dieser Schritte fließen, wie in Kapitel 4.1 geplant, weitere hilfreiche Theorien und neu gewonnene Erkenntnisse in die bestehende Wissensbasis ein und ergänzen diese fortlaufend.

### 5.1 Grundlegende Herangehensweise der Entwicklung

Auf Basis der bisher erörterten Schlüsse und Fundamente des Game Designs lassen sich mit Hilfe der vier Hauptentwicklungsschritte laut Philipp Brauner und Martina Ziefle (2022) Mechaniken und Systeme für das Spiel entwerfen ([48], S. 3).

1. Identifizieren der Lernziele
2. Entwerfen der Spielmechaniken
3. Gestalten der Schnittstelle zwischen Spieler und Mechaniken
4. Auswerten der Lerneffekte, Verständlichkeit und Interaktionen

Diese werden im Folgenden ausgearbeitet.

#### 5.1.1 Identifizieren der Lernziele

Zur Umsetzung der Lernziele im Spielverlauf kann auf die neun Schritte der Lehrgestaltung zurückgegriffen werden ([49], S. 190):

1. Aufmerksamkeit gewinnen
2. Über Ziele informieren
3. Vorwissen aktivieren
4. Lerninhalte motivierend präsentieren
5. Anleitung geben
6. Handlung ermöglichen
7. Feedback geben
8. Lernerfolg bewerten
9. Gedächtnis und Transfer fördern

Die Aufmerksamkeit der Spielenden wird zunächst durch eine ansprechende Visualisierung und eine klar strukturierte Oberfläche geweckt. In einem kurzen Tutorialtext sowie über die Darstellung von Kundenaufträgen werden die Lernziele transparent gemacht. Frühere Erfahrungen oder Kenntnisse aus dem industriellen Umfeld werden durch die Einbettung bekannter Abläufe und Steuerungselemente aktiviert. Außerdem wird der Bezug zur bisonaire GmbH klar hergestellt und genau wie die Kernbereiche der bBS regelmäßig aufgegriffen. Um das Lernen zu fördern, werden Inhalte visuell unterstützt und reizen durch einfache Animationen zum Agieren an. Eine strukturierte Anleitung erfolgt über Texteinblendungen sowie die visuelle Gegenüberstellung aktueller Planungen mit dem Zielzustand. Die Interaktion über *Drag And Drop* ermöglicht die aktive Anwendung des Gelernten. Rückmeldungen erfolgen kontinuierlich über veränderte KPIs sowie begleitende Animationen, wodurch die Auswirkungen der Spieleraktionen auf das Erreichen des aktuellen Auftrags dargestellt werden. Nach Abschluss eines Levels erfolgt eine Bewertung der Leistung durch den Vergleich mit der Optimallösung des Optimierers. Das multisensorische Erlebnis bekannter Anlagestrukturen und Arbeitsabläufe regt das Gedächtnis an und erleichtert den Transfer ([50], S. 6).

### 5.1.2 Entwerfen der Spielmechaniken

Beim Entwickeln der Spielmechaniken ist die in Kapitel 3.1 beschriebene Definition von Spielen besonders hilfreich. Diese lautet: “Als Spiel zeichnet es sich durch ein interaktives, **regelgeleitetes System** aus, in dem sich Spielende innerhalb eines begrenzten Rahmens **kognitiv, emotional und/oder physisch** auf das Erreichen mindestens eines **fiktiven Ziels** und/oder das Meistern mindestens einer konstruierten **Herausforderung** konzentrieren.” Hieraus lassen sich sieben Kernelemente entnehmen:

- Regelgeleitet
- Systematisch
- Kognitiv, emotional oder physisch
- Fiktiv
- Zielorientiert
- Herausfordernd

Regelgebunden wird es durch die Mechaniken, Materialien einzulagern, zu verplanen und zu verschmelzen. Als System dient eine vereinfachte Abbildung industrieller Planungsabläufe in einem unbenannten Unternehmen. Der Fokus der Konzentrationsweise liegt primär auf kognitiver Beanspruchung, etwa durch Analyse, Bewertung und Planung. Ein physischer Zusatz ist untypisch für Videospiele und würde daher von den Lernzielen ablenken. Die

Kunden sollen die bBS zwar emotional positiv erfahren, aber dies soll durch einen Vergleich der Analyse- und Planfertigkeiten geschehen. Um diesen Teil der Definition fundiert auszuarbeiten, bietet sich eine Betrachtung der Theorie der *Multiple Intelligences* von Howard Gardner (1987) an ([51], S. 291f). Sie geht davon aus, dass Intelligenz nicht eindimensional messbar ist, sondern sich in unterschiedlichen Bereichen äußert. Jeder Mensch weist in allen Bereichen gewisse Ausprägungen in unterschiedlichem Maße auf. Gardner definiert ursprünglich sieben Hauptformen, zog jedoch in späteren Jahren weitere Dimensionen in Erwägung. So ergänzte er die naturalistische Intelligenz. Die insgesamt acht Ebenen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Visuell-räumliche Intelligenz:** Fähigkeit, sich räumliche Strukturen und Anordnungen vorzustellen und zu beeinflussen.
- **Körperlich-kinästhetische Intelligenz:** Nutzung des eigenen Körpers zur Problemlösung oder als Ausdrucksform.
- **Musikalisch-rhythmische Intelligenz:** Sensibilität für Rhythmus, Klang, Tonhöhe und musikalischen Ausdruck.
- **Linguistische Intelligenz:** Gefühl für Bedeutung, Sprache, Wortwahl, Klang, Metrik und Rhythmus.
- **Logisch-mathematische Intelligenz:** Fähigkeit, logische Zusammenhänge zu erkennen und mit Symbolsystemen zu arbeiten.
- **Interpersonale Intelligenz:** Einfühlungsvermögen und soziale Kompetenz im Umgang mit anderen Menschen.
- **Intrapersonale Intelligenz:** Bewusstsein über die eigenen Emotionen, Ziele und Motivationen sowie die Fähigkeit zur Selbstreflexion.
- **Naturalistische Intelligenz:** Fähigkeit, feinste Unterschiede und Muster in der Natur zu erkennen und klar trennen zu können.

Da das geplante Spiel keine musikalischen, körperlichen, naturbezogenen, metrischen oder gesellschaftlichen Handlungen umfasst, konzentriert sich die Betrachtung auf visuell-räumliche, logisch-mathematische und intrapersonale Intelligenz. Eine empirische Studie von Pejman Sajjadi et al. (2016) hat einzelnen Intelligenzbereichen verschiedene Spielmechaniken zugeordnet. Im Schnittpunkt der drei genannten Intelligenzen liegen die Folgenden ([20], S. 3ff):

- **Tutorial:** Einführung in das Spiel und seine Grundmechaniken.
- **Reaktionszeit:** Spontane Ereignisse, die schnelles Handeln erfordern.

- **Erkundung:** Entdecken und Kennenlernen unbekannter Inhalte.
- **Boni:** Zusätzliche Belohnungen über das Spielziel hinaus.
- **Gemeinsames Spielen:** Kooperation oder Wettbewerb mit anderen.
- **Levels:** Aufeinanderfolgende, abgeschlossene Spielszenarien.
- **Modifikatoren:** Variationen, die neue Bedingungen schaffen.
- **Schnelles Feedback:** Sofortige Rückmeldung auf Spieleraktionen.
- **Strukturiertes Belohnen:** Belohnung zu festen Zeiten oder Bedingungen.

Für jede der zentralen Funktionen ist ein kurzes Tutorial vorgesehen, um den Einstieg so einfach und verständlich wie möglich zu gestalten. Auf die Einbindung reaktionsbasierter Mechaniken wird im Kontext des Messeinsatzes bewusst verzichtet, da Spielende bspw. durch spontane Gespräche mit dem Personal keine Nachteile im Spiel erhalten sollen (vgl. Kapitel 2.2). Stattdessen wird der Entdeckungsaspekt durch die Einführung eines neuen Spielelements in jedem Level umgesetzt, welches auf den vorherigen Inhalten aufbaut. Zusätzliche Anreize entstehen durch besonders schwierig zu erreichende Punkte über die KPIs des Vorgesetzten. Auf gemeinsames Spielen wird verzichtet, da das Spiel vollständig eigenständig bedienbar sein muss. Dies ermöglicht es dem Messepersonal, sich parallel auf Beratungsgespräche zu konzentrieren, während Besuchende das Spiel unabhängig erleben können. Die Struktur des Spiels ist in klar voneinander abgegrenzte Levels gegliedert, die den Schwierigkeitsgrad schrittweise erhöhen. Durch Modifikatoren wird die Komplexität einzelner Szenarien gezielt angepasst, beispielsweise durch geänderte Ausgangsbedingungen oder neue Planungseinschränkungen. Ein zentrales Element bildet das unmittelbare Feedback: Jede Aktion erzeugt direkte Rückmeldung, welche die Orientierung im Spielablauf unterstützt. Abschließend werden Belohnungen so strukturiert, dass sie nur bei positiver Spielleistung vergeben werden. Dadurch wird diese sowohl innerhalb eines Levels als auch in der nachgelagerten Auswertung nachvollziehbar gemacht.

Innerhalb der Studie gibt es keine Mechanik, die in allen drei Intelligenzbereichen negativ aufgeführt wird. Mehrere der Mechaniken, die sich nur in zwei dieser drei wiederfinden, basieren auf Zeitdruck oder erfordern narrative Interaktion mit Spielfiguren. Gegen derartige Faktoren wurde sich aufgrund anderer Gründe schon in vorangegangenen Kapiteln entschieden (vgl. Kapitel 4.2.1, 4.3.3.2).

Um wieder auf die Definition eines Spiels zurückzukommen, ist der nächste ausschlaggebende Aspekt die Fiktion. Der Rahmen ist klar fiktiv: Es entstehen keine realen Konsequenzen und der Spieler befindet sich in einer eingeschränkten Nutzeroberfläche. Die Zielorientierung konkretisiert sich in der Erfüllung von Aufträgen, die durch die KPIs, wie bspw. Kundenzufriedenheit und CO<sub>2</sub>-Ausstoß, sichtbar dargestellt und nach dem SMART-Prinzip

aufgebaut werden ([52], S. 2): Die Ziele werden **spezifisch** definiert und klar gestellt, durch die ständige Darstellung der KPIs und der Aufgabe werden sie **messbar** und somit **realistisch**. Sie sollen sich während des Levels nur schwer erreichbar anfühlen, jedoch machen visuelle Hilfestellungen und eine provokante Auswertung das Ziel wieder **attraktiv**. Um diese Punkte weiter zu fördern, werden Aktionen und Änderungen verständlich kommuniziert. Somit verstehen Spieler, wodurch sich die KPIs ändern und was sie tun müssen, um bessere Ergebnisse zu erzielen. Die **zeitliche Einschränkung** erfolgt automatisch über das Messe-Umfeld und wird nicht weiter durch das Spiel verstärkt. Die Herausforderung besteht darin, die Ziele mit begrenzten Ressourcen zu erreichen. Dabei gilt es, die Kundenzufriedenheit sicherzustellen und gleichzeitig den Anforderungen des Vorgesetzten gerecht zu werden.

### 5.1.3 Gestalten der Schnittstelle zwischen Spieler und Mechaniken

Für die Gestaltung der Interaktionsschnittstelle lassen sich drei zentrale Prinzipien nutzerzentrierter Entwicklung anwenden ([53], S. 300):

- Frühzeitiger Nutzer- und Aufgabenfokus
- Empirische Messungen
- Iteratives Vorgehen

Der Fokus auf Nutzer und Aufgabe erfolgt durch die Definition konkreter Zielgruppenmerkmale sowie kurzfristiger (während des Spiels) und langfristiger (nach dem Spiel) Ziele. Beim Spielen soll es herausfordern und den Ehrgeiz fördern, während im Nachgang der Mehrwert der bBS nachhaltig im Gedächtnis bleibt. Eine empirische Überprüfung der Nutzererfahrung durch qualitative und quantitative Rückmeldungen wäre wünschenswert, liegt jedoch außerhalb des Rahmens dieser Arbeit. Iteratives Vorgehen wurde bislang durch Kundenfeedback während der Entwicklung und anfangs mit papierbasierten Prototypen umgesetzt, die in enger Abstimmung mit der bisonaire GmbH überarbeitet wurden. Weiterführende Test- und Optimierungszyklen bleiben zukünftigen Projektphasen vorbehalten.

### 5.1.4 Auswerten der Lerneffekte, Verständlichkeit und Interaktionen

Der letzte Hauptentwicklungsschritt liegt außerhalb des Rahmens der Arbeit, da hierbei detailliertes Testen und das Einholen von Feedback im Messeumfeld notwendig sind.

## 5.2 Papier-Prototypen

Während und nach den Workshops wurden verschiedenste Prototypen entworfen, um aus unterschiedlichen Perspektiven eine umsetzungswürdige Idee zu extrahieren (vgl. Kapitel 4.3.3).

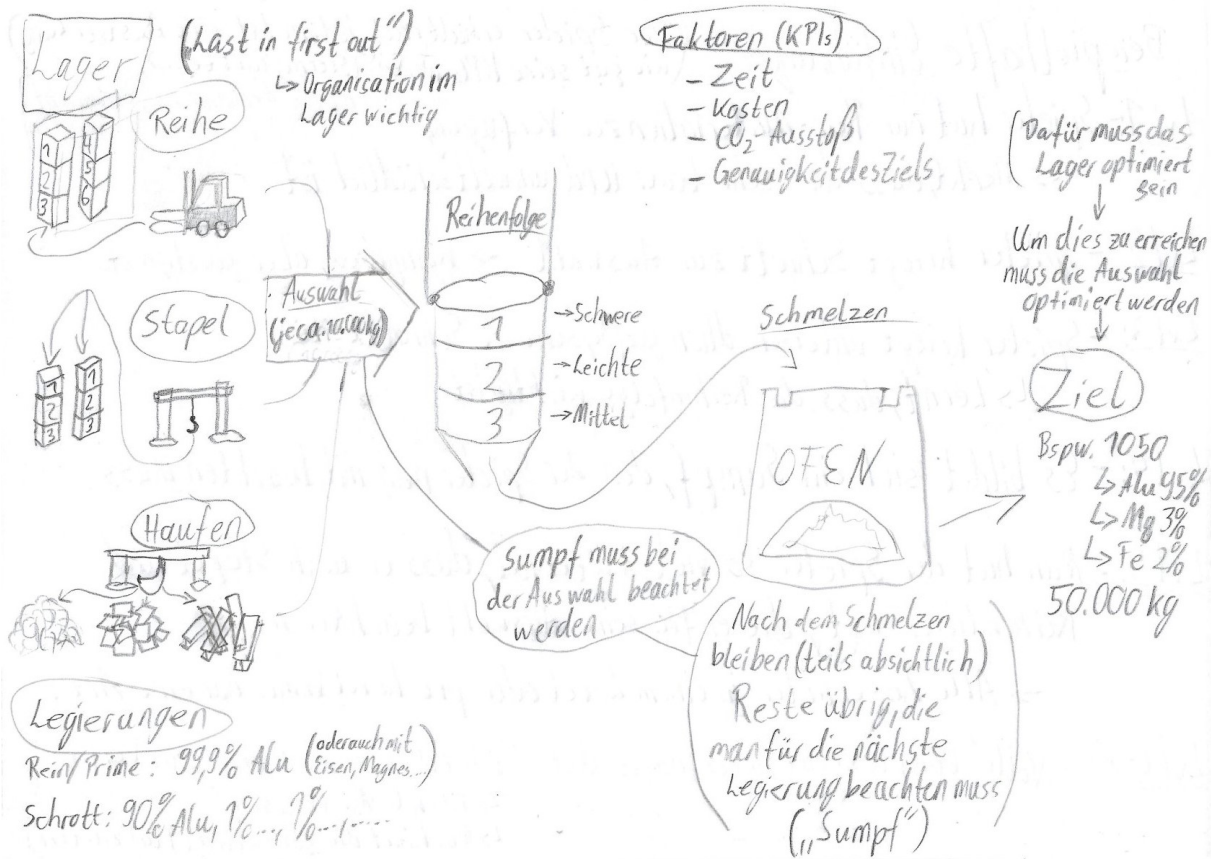


Abbildung 4: Ablauf des Schmelzprozesses

Zuvor wurde die in Abbildung 4 zu sehende genauere Visualisierung der einzelnen Betrachtungsbereiche der bBS aus Kapitel 2.1 erstellt. Diese diente als Übersicht der inhaltlichen Wissensbasis für die Brainstorming-Sessions (vgl. Kapitel 4.3.3).

So konnte sie als Vorlage für die Papier-Prototypen genutzt werden, um die abzudeckenden Themengebiete mit deren Beziehungen stets vor Augen zu haben. Während der *Pre-Production* (vgl. Kapitel 4.3.3) wurden durch Feedback der bisonaire GmbH ein paar dieser Elemente aus den Anforderungen für das Spiel entfernt, weshalb sich in späteren Prototypen auf die Kernbereiche fokussiert wird (s. Kapitel 2.4). Aufbauend auf dieser Vereinfachung wurde als nächstes der levelübergreifende Fortschritt der Mechaniken formuliert:

1. **Level:** Nur Reinmetalle zur Verfügung, um die grundlegende Steuerung erstmals kennenzulernen und die Vorteile der Benutzung von Schrott zu verdeutlichen.
2. **Level:** Schrott kommt als neue Ware hinzu.
3. **Level:** Chargierkorb wird ergänzt, weshalb der Schrott in Ebenen klassifiziert wird.
4. **Level:** Sumpf bildet sich im Ofen.
5. **Level:** Lager stehen zur Verfügung.

Weitere Levels verstärken die Komplexität mithilfe dieser bestehenden Funktionen. Diese Aufteilung soll zudem eine leichte narrative Entwicklung eines wachsenden Unternehmens darstellen. Dieses verwendet zu Beginn nur Reinelemente, erkennt dann aber die Vorteile von Schrott und findet heraus, dass unterschiedliche Formen von Schrott nach einer gewissen Reihenfolge geschmolzen werden sollten. Durch häufiges Schmelzen bildet sich nun ein Sumpf - dieses Level wird aufgrund des erwähnten Feedbacks der bisonaire GmbH ausgelassen. Da das Unternehmen mittlerweile viel Schrott eingekauft hat, brauchen sie bessere Lager - sowohl in Reihen als auch in Spalten.

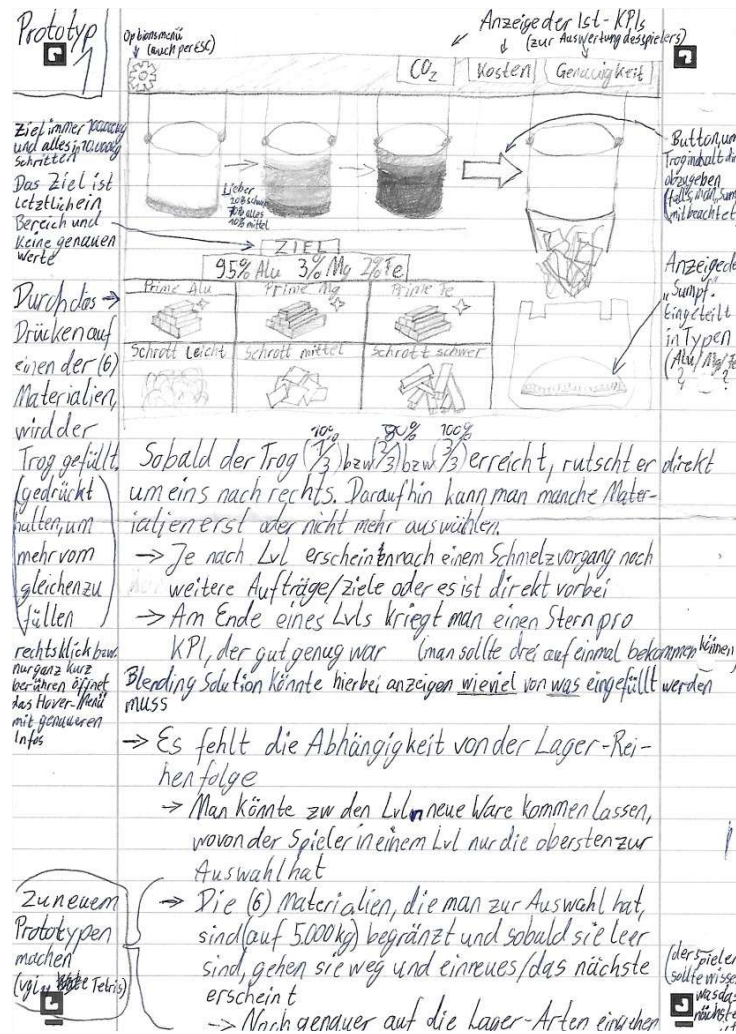


Abbildung 5: Erster Papier-Prototyp

Der in Abbildung 5 ersichtliche erste Prototyp entstand am Ende des ersten Workshops (vgl. Kapitel 4.3.3). Bei diesem ist eine Auswahl aus sechs verschiedenen Legierungen vorhanden. Sowohl zu jedem einzelnen Metall das entsprechende Reinelement als auch Schrott, klassifiziert nach Gewicht, um die Reihenfolge des Beladens des Korbs zu bestimmen. Sobald eine Ebene fertig befüllt wird, nähert er sich dem Ofen, woraufhin nur noch die nächste Ebene bearbeitbar ist. Wenn dieser ganz rechts ankommt, entleert er sich zuletzt in den Ofen, was folglich den Inhalt mit den KPIs abgleicht und auswertet. Zudem wird

in der Ofenanzeige rechts unten der bisherige Sumpf angezeigt, sowohl eine vorgegebene Grundlage zu Beginn des Levels als auch neu Entstandener nach dem Abschließen eines Kundenauftrags. Hierbei wurde eine Steuerung angedacht, die noch simpler als *Drag And Drop* sein soll, indem nur auf die entsprechende Legierung gedrückt werden muss, um den Korb zu füllen.

Die größte Kritik an diesem Prototypen ist das Fehlen von unterschiedlichem Schrott und deren Lagerung, wodurch die Komplexität hierbei noch zu gering ausfiel. Hierfür stellte sich die Frage, ob alle Elemente innerhalb eines einzigen Levels abgebildet werden sollten. Alternativ könnte ein separates Lager etabliert werden, das zwischen den Szenarien verwaltet wird und als Grundlage zur Erfüllung der Kundenaufträge dient. Um die Inhalte während der Testphasen leichter an die Zielgruppe anpassen zu können, wurde sich für eine levelinterne Herangehensweise entschieden, damit diese einzeln veränderbar sind, ohne Einfluss auf die kommenden Szenarien zu haben (vgl. Kapitel 4.3.1.4).

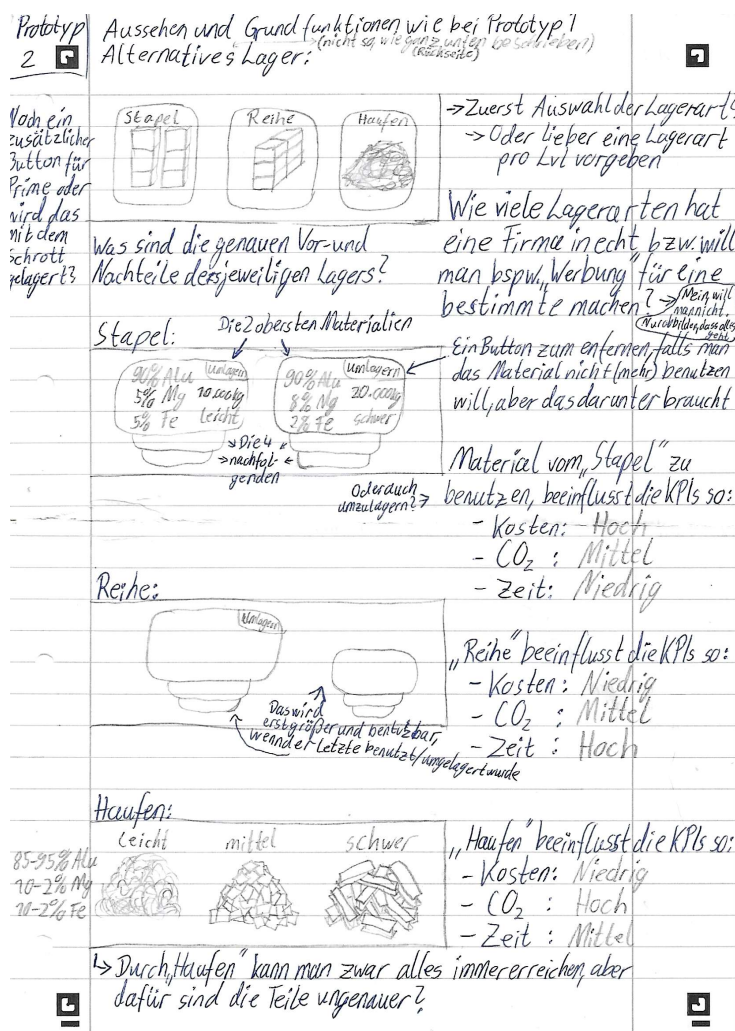


Abbildung 6: Erweiterung des ersten Papier-Prototyps

Zur Ausarbeitung der Lagerfunktionalität wird in Abbildung 6, als Erweiterung des bestehenden Prototyps, der untere Bildschirmbereich durch Lageroptionen oder ein vorgegebenes

Lagerszenario ersetzt. Somit entsteht eine klare Übersicht darüber, welche Legierungen sich im Stapellager, im Reihenlager oder in Haufen befinden. Die Legierungen werden bei den ersten beiden in Form einzelner Kisten aus der Vogelperspektive visualisiert; jede Kiste ist mit den relevanten Legierungswerten beschriftet. Es soll durch die Darstellung klar werden, dass stets nur die oberste, größte Kiste zugänglich ist, während kleinere Kisten erst nach der Entnahme oder Umlagerung der darüberliegenden verfügbar werden. Die Darstellung der Haufen erfolgt in Gewichtsklassen, wobei eine Zufallskomponente bestimmt, welche Legierung bei der Entnahme konkret ausgewählt wird, um deren durchmischte Art widerzuspiegeln. Darüber hinaus beeinflussen die unterschiedlichen Lagertypen die KPIs auf jeweils eigene Weise. So könnte etwa die Nutzung von Legierungen aus Haufen mit einem höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß verbunden sein, wodurch spielmechanisch ein zusätzlicher strategischer Entscheidungsaspekt entsteht.

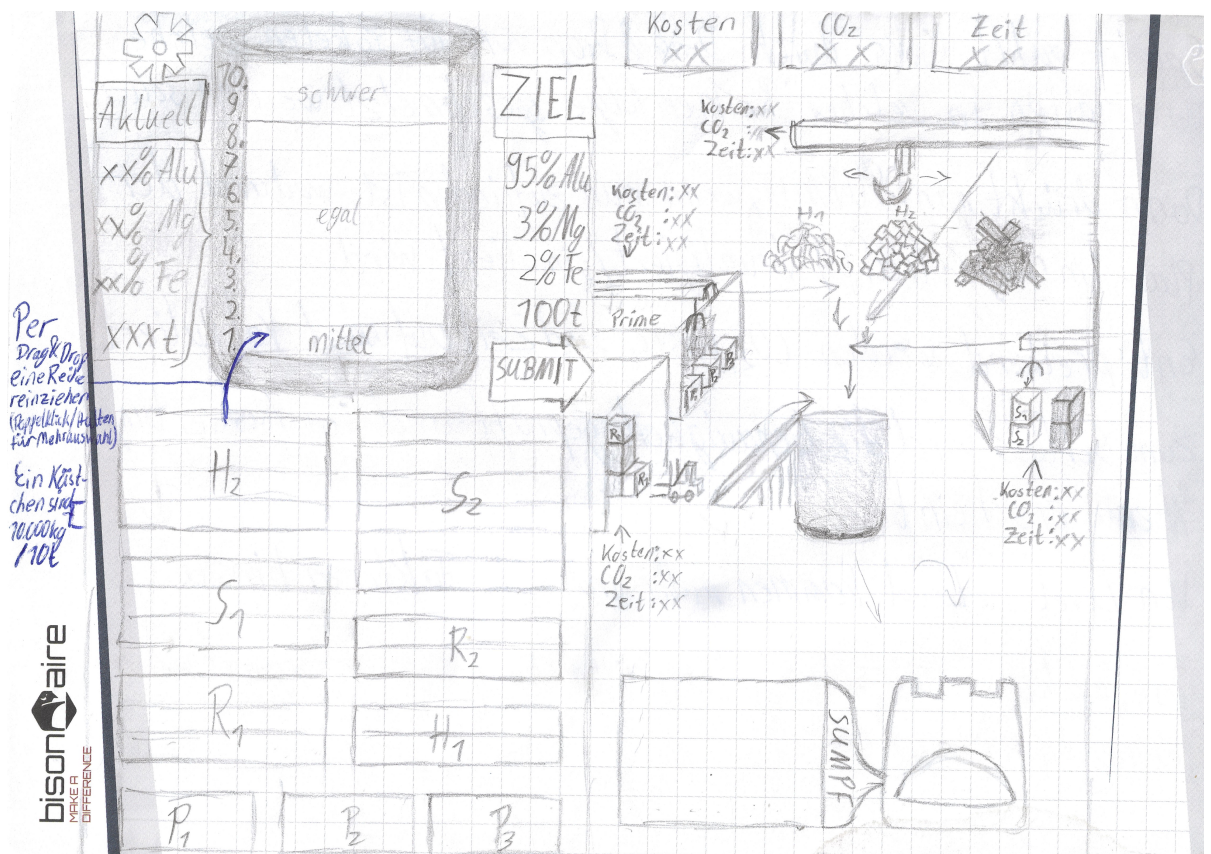


Abbildung 7: Zweiter Papier-Prototyp

Während der Betrachtung des ersten Prototyps in der Zeit zwischen beiden Workshops (vgl. Kapitel 4.3.3) wurde der Wunsch geäußert, die Planung in Aktion sehen zu können. Es sollen sich bspw. Gabelstapler oder andere Maschinen bewegen, die Legierungen umlagern, sie dem Korb hinzufügen und diesen dann zum Ofen transportieren. Daher wurde in diesem Prototyp die Levelansicht, wie in Abbildung 7 dargestellt, visuell in zwei Abschnitte geteilt, um beide Phasen darzustellen: Planung und Umsetzung.

Links ist die Planungsphase zu sehen. Über *Drag And Drop* können die verfügbaren Legie-

rungen in den Korb gezogen und wieder entfernt werden, bis die Auswahl zufriedenstellend ist. Beim anschließenden Drücken des *SUBMIT*-Knopfes wird der Plan in der rechten Bildschirmhälfte umgesetzt. Dort werden die einzelnen Legierungen angezeigt, die in den Lagern verplant werden können, sodass ersichtlich wird, welche Legierungen erreichbar sind und welche umgelagert werden müssen. Die Maschinen befüllen den Korb beginnend mit der untersten Legierung, weshalb sie die Reihenfolge des Korbs von unten nach oben bearbeiten. Danach wird der Korb in den Ofen geleert und Sumpf entsteht oder passt sich an.

Durch dieses Konzept stehen zwar mehrere Legierungen in unterschiedlichen Mengen zur Verfügung, allerdings fehlt hier die Kontrolle über das Lager. Der Spieler zieht lediglich vorgegebenen Schrott in den Korb und sollte darauf achten, primär die Zugänglichen zu verwenden, um häufiges Umlagern zu vermeiden. Neue Ware einzulagern oder bewusstes Sortieren wird dem Spieler nicht geboten.

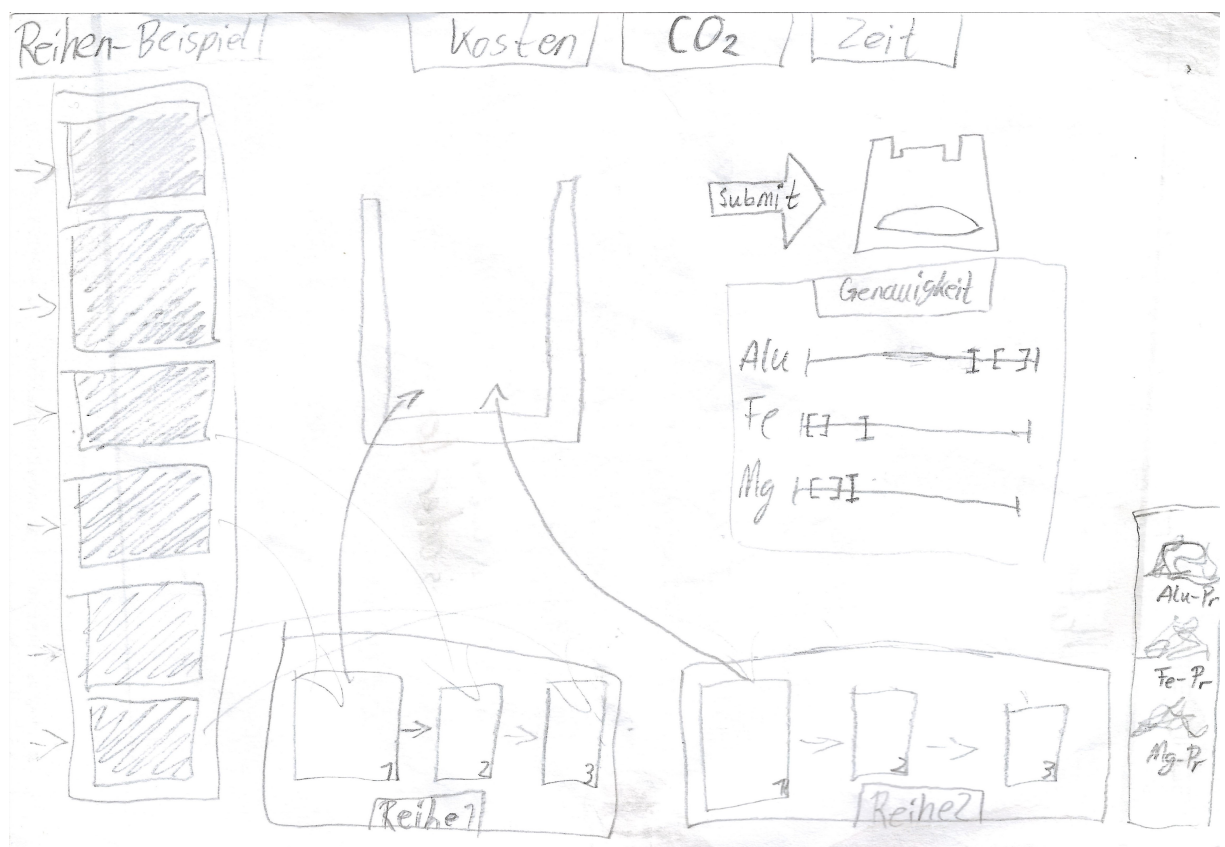


Abbildung 8: Dritter Papier-Prototyp

Durch Feedback der bisonaire GmbH wurde die Betrachtung des Sumpfes aus den abzudeckenden Bereichen gestrichen. Dies wurde in den nachfolgenden Iterationen berücksichtigt. Der während des zweiten Workshops (vgl. Kapitel 4.3.3) entstandene Prototyp ergänzt dafür die Mechanik, wie in Abbildung 8 zu sehen, links erscheinende, neue Ware mit zu verplanen. Zunächst müssen die Legierungen eingelagert werden, bevor sie zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stehen. Eine vollständige Einlagerung ist nicht zwingend

erforderlich; jedoch stehen nicht eingelagerte Legierungen in der Folge nicht mehr zur Auswahl. Anschließend wird der Korb mit ausgewählten Materialien befüllt und, sobald die Zusammensetzung als zufriedenstellend bewertet wird, in den Ofen entleert. Im Gegensatz zu den vorherigen Prototypen wird der Kundenauftrag dadurch nicht abgeschlossen. Stattdessen trifft auf der linken Seite neue Ware ein, und der Prozess wird mehrfach durchlaufen, bis der Kunde zufrieden gestellt ist. Dabei bleibt die Einhaltung der vorgesehenen Schmelzreihenfolge essenziell, und die Reinmetalle stehen weiterhin wie gewohnt zur Verfügung.

Da die bisherigen Prototypen ähnliche Spielabläufe abbilden, wurden nach dem letzten Workshop (vgl. Kapitel 4.3.3) mehrere kleine Ideen festgehalten, um die Umsetzung von unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten. Diese wurden nicht direkt zu Prototypen ausgearbeitet, um zuerst abzuwägen, ob diese spielerischen Herangehensweisen die Lernziele fördern. Zu diesen gehören:

- **Inspiziert von Tetris:** Bei diesem fallen verschiedene Blöcke abwärts, die passend angeordnet werden sollen. Der Schrott unterscheidet sich in Form und Größe. So erhält der Spieler beispielsweise einen Schrott in Form eines Ls oder eines Vierecks. Diese muss er nun puzzleartig in den Korb setzen, um diesen optimal auszunutzen und den Inhalt folglich zu schmelzen.
- **Fokus auf Narration:** Der vorherige Planer hat gekündigt und manche Aufträge unfertig zurückgelassen. Die Aufgabe des Spielers ist es nun die bestehenden Probleme zu lösen und die Kunden trotz der bisher vorgenommenen Planung noch rechtzeitig zufrieden zu stellen.
- **Inspiziert von Water Sort:** Hierbei sollen verschiedenfarbige Flüssigkeiten in mehreren Gläsern farblich sortiert werden. Diese Idee fokussiert sich besonders auf kistenorientierte Lager. Je nach Legierung hat eine Kiste eine andere Farbe. Deshalb enthält bei mehreren Lagern eines im Optimalfall nur Kisten der gleichen Farbe, damit keine andersartige Legierung verbaut wird. Dies ist trotzdem nicht das Ziel, sondern hilft einem nur dabei die Kundenaufträge leichter planen zu können.
- **Fokus auf Haufenlager:** Vergleichbar mit Prototyp 3, nur werden in der Mitte zwischen der neuen Ware und dem Ofen verschiedene Haufen angezeigt, wie in Abbildung 9 ersichtlich ist. Diese bieten keine klare Legierung, sondern nur eine Skala aus der sich die entnommene Legierung zufällig ergibt. Diese Skala passt sich entsprechend des hinzugefügten Schrotts an.

Erstere Idee ist zu unrealistisch, da die Legierungen dem Korb nicht in bestimmten Formen hinzugefügt werden, und lenkt daher zu sehr von den wichtigen Planungsbereichen ab. Zu Beginn des Levels schon eingelagerten Schrott zur Verfügung zu haben, erwies sich als interessanter Zusatz zum Einlagern neuer Ware. Allerdings sollte der Spieler



Abbildung 9: Variante eines Haufenlagers

ein überschaubares Fundament haben, damit der Einstieg nicht zu komplex wird. Die aufgeführte Umsetzung von kistenbezogenen Lagerarten bietet sich in Anbetracht der zu senkenden visuellen Komplexität äußerst an (vgl. Kapitel 4.2.4). Dahingegen wurde der Fokus auf Haufen nicht weiter verfolgt, da die Ungenauigkeit der benutzten Legierungen die Planbarkeit zu sehr einschränkt.

Diese Erkenntnisse sind insbesondere in den nächsten Prototyp eingeflossen, der in Abbildung 10 gezeigt wird. Deshalb beginnt das Lager schon mit gewissem Schrott und diese sind - so auch das Ziel - je nach Ausprägung der Metalle farblich markiert.

Bei einer zusätzlichen Besprechung am 23. April 2025 - mit den gleichen Teilnehmern, wie beim zweiten Workshop (vgl. Kapitel 4.3.3) - entstand der letzte Papier-Prototyp. Ähnlich wie im Vorherigen erscheint links neue Ware, die eingelagert und daraufhin in den Korb oder Ofen gezogen werden kann. Allerdings ist die Reihenfolge nicht vorgegeben, sondern diese Schritte können flexibel getätigt werden. Außerdem wurde ein konkreter Fokus auf mehrere Kundenaufträge pro Level gelegt, da es sechs separierte Lager gibt, auf die mit neuer Ware aufgebaut wird. Daher ist darauf zu achten, sich Legierungen für kommende Aufträge freizuhalten. Hier hat sich herauskristallisiert, dass der Fokus auf Reihen- und Spaltenlager gelegt und Haufen ausgelassen werden sollten. Diese unterscheiden sich nämlich

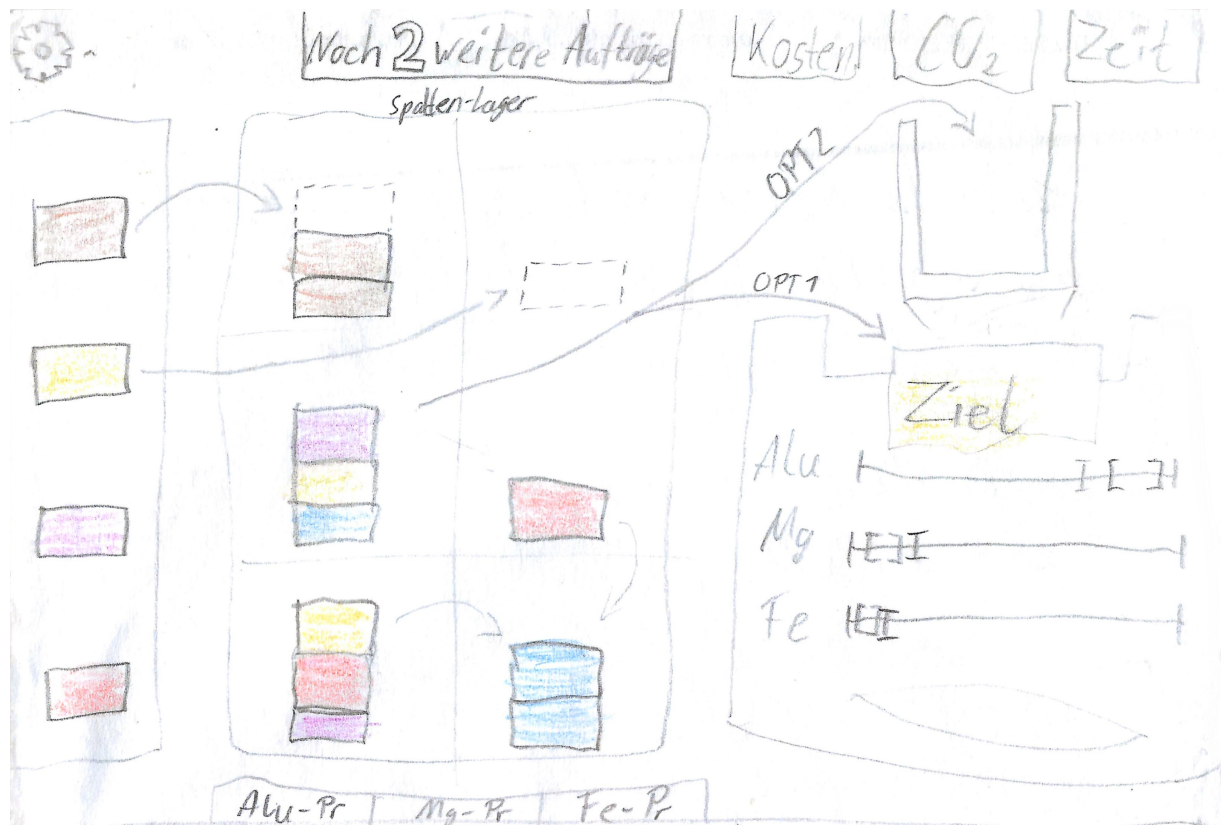


Abbildung 10: Vierter Papier-Prototyp

ausschlaggebend von den kistenorientierten Arten, wodurch die Implementierung beider Weisen die Komplexität steigern würde. Außerdem verwahren die meisten potenziellen Kunden der bBS, laut Aussagen der bisonaire GmbH, ihren Schrott überwiegend in Kisten.

### 5.3 Finales Produkt

Auf Basis der Erkenntnisse der Papier-Prototypen begann die Umsetzung des finalen Konzepts am 28. April 2025, das in Abbildung 11 ersichtlich ist. Die Aufteilung und Reihenfolge der Einführung zu den einzelnen Bereichen erfolgt wie zu Beginn definiert. Allerdings entfällt der Sumpf, weshalb im 4. Level nur auf das Reihenlager und in Szenario 5 nur auf das Spaltenlager eingegangen wird. Im 6. Level erfolgt eine Kombination aus beiden Lagerarten. Mechanisch orientiert sich die finale Umsetzung am letzten Prototypen.

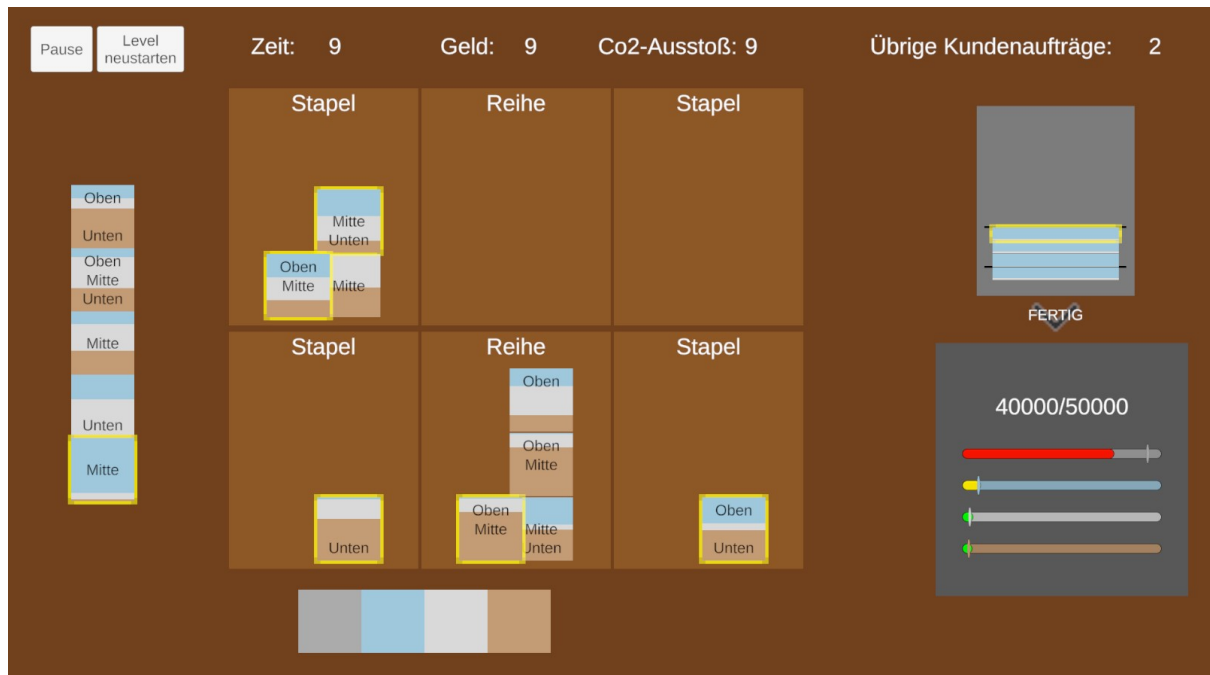


Abbildung 11: Finales Produkt

Auf der linken Seite des Bildschirms erscheint neue Ware, von der in späteren Levels nur der unterste Schrott verwendet werden kann. Sobald dieser entnommen wird, füllen die restlichen Kisten seine Lücke von unten nach oben auf, wodurch ganz oben kurzzeitig Platz entsteht, der durch neue Ware eingenommen wird. Ganz unten auf dem Bildschirm kann der Spieler in jedem Szenario auf die Reinmetalle zugreifen. Während der Entwicklung haben sich die vier Metalle *Aluminium*, *Silicium*, *Magnesium* und *Zink* etabliert. Ganz oben sieht der Spieler jederzeit seine aktuellen KPIs und wie viele Kundenaufträge er noch zu erfüllen hat. Auf der rechten Seite befindet sich sowohl der Chargierkorb als auch der Ofen mit genauerer Darstellung des aktuellen Kundenauftrags. In der Mitte des Bildschirms befindet sich im späteren Spielverlauf das Lager, unterteilt in sechs einzelne Felder, welche entweder Reihen oder Spalten abbilden. Beim Start eines Levels erscheint zuerst das Tutorial für die neu hinzukommende Mechanik und während dieses Szenarios können nur die bisher etablierten Funktionen verwendet werden. Die übrigen werden noch nicht angezeigt.

Nun kann per *Drag And Drop* neue Ware entweder eingelagert oder bereits vorhande-

ner Schrott umgelagert werden. Neue und eingelagerte Legierungen können in den Korb gezogen werden, um eine Prognose zur Kundenzufriedenheit mit der entstehenden Legierung zu erhalten. Reinmetall lässt sich nur direkt in den Ofen schieben und kann nach dem Einschmelzen nicht mehr entfernt werden. Ist die Planung abgeschlossen, wird der FERTIG-Knopf zwischen Korb und Ofen gedrückt, wodurch der aktuelle Kundenauftrag abgeschlossen und der nächste geladen wird. Falls dies der Letzte war, öffnet sich stattdessen das Auswertungsmenü und der Spieler sieht, ob die Kunden zufrieden sind und wie gut er im Vergleich zur bBS war.

Zudem kamen während der Entwicklung simple Menüführungsknöpfe hinzu, damit Spieler unter anderem jederzeit auf die Tutorials der einzelnen Mechaniken zugreifen, die Sprache zwischen Englisch und Deutsch wechseln und das Level jederzeit neustarten können.

Um die Dynamik, Steuerung und Spielmechaniken frühzeitig testen und sinnvoll aufeinander abstimmen zu können, war es zu Beginn der Entwicklung wichtig, möglichst schnell eine spielbare Version zu erstellen. Der initiale Fokus lag daher auf grundlegenden Elementen wie den Reinmetallen, dem Ofen, den Kundenaufträgen und den KPIs. Erweiternde Mechaniken, wie etwa die verschiedenen Lagerarten, wurden erst zu einem späteren Zeitpunkt implementiert ([54], S. 19).

## 5.4 Technische Umsetzung

Für die technische Entwicklung des Spiels wurde die *Unity Engine* ([55]) in der Version 2022.3.50f1 verwendet. Die Programmierung erfolgte in der Sprache C#, während zur Verwaltung der Level- und Legierungsdaten externe JSON-Dateien eingesetzt wurden. Letzteres erlaubt es, Inhalte flexibel anzupassen, ohne die *Unity*-Entwicklungsumgebung öffnen zu müssen – ein Kriterium, das von der bisonaire GmbH ausdrücklich gewünscht wurde, um potenzielle spätere Anpassungen ohne tiefere technische Eingriffe zu ermöglichen (vgl. Kapitel 2.1).

Um eine modulare, wartbare und zugleich erweiterbare Architektur zu gewährleisten, wurden während der Entwicklung verschiedene etablierte *Design Patterns* eingesetzt. Diese ermöglichen nicht nur die klare Trennung von Zuständigkeiten innerhalb des Codes, sondern fördern auch die Wiederverwendbarkeit und Testbarkeit einzelner Komponenten. Die folgenden Muster erwiesen sich dabei als besonders geeignet:

- **Singleton Pattern:** Es stellt sicher, dass von einer bestimmten Klasse nur eine Instanz existiert und diese global zugänglich ist. In diesem Projekt wurde es für zentrale Steuerungskomponenten wie den *GameManager* oder den *LevelLoader* verwendet. Diese Komponenten treten im Spielkontext nur einmal auf und enthalten Informationen, auf die viele andere Skripte zugreifen müssen, etwa zum Zuweisen der Werte oder zur Szenenverwaltung ([56], S. 138ff).

- **State Pattern:** Es dient der sauberen Verwaltung von Zuständen und deren Übergängen. In diesem Projekt wurde es eingesetzt, um die übergeordneten Spielzustände *Running*, *Paused* und *Loading* zu koordinieren. Dadurch können andere Spielsysteme – beispielsweise die Benutzeroberfläche oder die Eingabesteuerung – gezielt auf den jeweiligen Zustand reagieren, ohne selbst die Zustandslogik implementieren zu müssen ([56], S. 353ff).
- **Observer Pattern:** Es ermöglicht, Änderungen am Zustand eines Objekts an abhängige Komponenten weiterzugeben, ohne diese direkt zu koppeln. Im Rahmen der Spielentwicklung wurde dies durch den Einsatz von *Delegates* umgesetzt. So konnten beispielsweise Zustandswechsel aus dem *GameManager* automatisch an relevante *User Interface*-Elemente, Steuerungskomponenten oder das Levelsystem weitergeleitet werden, ohne harte Abhängigkeiten zwischen den Klassen zu benötigen ([56], S. 337ff).
- **Strategy Pattern:** Es erlaubt, verschiedene Varianten eines Verhaltens unabhängig voneinander zu implementieren und auszutauschen, ohne die übergeordnete Logik zu verändern. In diesem Projekt wurde die allgemeine Lagerlogik im Skript *StorageField* definiert, während *ColumnStorage* und *RowStorage* jeweils spezialisierte Varianten für Spalten- bzw. Reihelager darstellen. So kann abhängig von dem Levelaufbau flexibel zwischen den verschiedenen Lagervarianten gewechselt werden ([56], S. 369ff).

Durch die Auswahl dieser *Design Patterns* konnte das System von Beginn an flexibel, klar und leicht erweiterbar aufgebaut werden. Sie ermöglichten es, bereits in frühen Entwicklungsphasen einen funktionalen Spielablauf zu realisieren, der im weiteren Verlauf gezielt ergänzt und iterativ verbessert werden konnte.

## 6 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, wie ein *Serious Game* gestaltet werden sollte, um die bisonaire GmbH beim Messeauftritt wirksam zu unterstützen und gleichzeitig die Zielgruppe für die Komplexität der Schmelzprozessplanung zu sensibilisieren. Aufbauend auf einer fundierten theoretischen Basis wurden die Anforderungen des Unternehmens systematisch analysiert, mit wissenschaftlichen Erkenntnissen zu *Serious Games* abgeglichen und in Form iterativer Papier-Prototypen konkretisiert. Diese Konzepte bildeten die Grundlage für die Entwicklung eines digitalen Spiels, das zentrale Aspekte der bBS abstrahiert und erlebbar macht.

Die im Vorfeld definierte Forschungsfrage konnte im Verlauf des Projekts klar beantwortet werden: Die entworfene Anwendung erfüllt die intendierte Funktion, komplexe Planungssituationen verständlich zu vermitteln und so die Wahrnehmung für den Nutzen digitaler Optimierungslösungen zu schärfen. Die in der *Definition of Done* formulierten Kriterien wurden vollständig erreicht. Potenzielle Fehlschlagszenarien – etwa eine Überforderung der Spielenden oder fehlende Abbildungen der Kernbereiche der bBS – konnten durch iterative Entwicklung, theoretische Fundierung und gezielte Abstraktion vermieden werden.

Gleichwohl zeigt die Evaluation des finalen Prototyps, dass weiterhin Optimierungspotenzial besteht - insbesondere durch eine Überarbeitung der visuellen Gestaltung. Außerdem muss das gesamte Projekt intensiver auf die spezifischen Bedürfnisse der Zielgruppe zugeschnitten werden. Dazu ist es erforderlich, weitere Testreihen mit realen Messebesuchern durchzuführen, um deren Verhalten, Erwartungen und Reaktionen detailliert zu analysieren. Auf Basis dieser Erkenntnisse kann das Spiel nicht nur ästhetisch und didaktisch verbessert, sondern auch nachhaltiger im Gedächtnis verankert werden.

Darüber hinaus eröffnet die vorliegende Arbeit weiterführende Perspektiven: So könnten zusätzliche Spielmechaniken integriert werden, die die ökonomischen und ökologischen Konsequenzen von Planungsentscheidungen stärker betonen – ein Aspekt, der insbesondere in Hinblick auf Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz zunehmend an Bedeutung gewinnt. Insgesamt zeigt die Arbeit, dass sich *Serious Games* im industriellen Kontext nicht nur zur Weiterbildung oder für klassisches Marketing eignen. Sie sind auch ein wirkungsvolles Mittel der Unternehmenskommunikation auf Fachmessen – vorausgesetzt, sie werden zielgerichtet, durchdacht und nutzerorientiert gestaltet.

# Literaturverzeichnis

- [1] L. Fend und J. Hofmann, „Einführung,“ in *Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen: Konzepte - Lösungen - Beispiele*, L. Fend und J. Hofmann, Hrsg., 4. Aufl., Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2024, ISBN: 978-3-658-43441-0.
- [2] N. Martin, *bisonaire Blending Solution*, 19. Nov. 2024. Adresse: <https://bisonaire.com/de/delmia-quintiq-blendingsolution-by-bisonaire> (besucht am 06.08.2025).
- [3] A. C. Valdez, P. Brauner, A. K. Schaar, A. Holzinger und M. Zieffle, „Reducing complexity with simplicity - usability methods for industry 4.0,“ **presented at** 19th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Melbourne, 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.4253.6809. Adresse: <https://www.researchgate.net/publication/280722890-Reducing-Complexity-with-Simplicity--Usability-Methods-for-Industry-40> (besucht am 03.07.2025).
- [4] bisonaire GmbH. „Referenzen.“ (2025), Adresse: <https://bisonaire.com/de/referenzen> (besucht am 06.08.2025).
- [5] Dassault Systèmes. „DELMIA Quintiq: Kontinuierliche Verbesserungen in der gesamten Lieferkette.“ (2025), Adresse: <https://www.3ds.com/de/products/delmia/quintiq> (besucht am 06.08.2025).
- [6] K. S. Sørensen, *Exhibit Marketing and Trade Show Intelligence: Successful Boothmanship and Booth Design* (Management for Professionals). Berlin, Heidelberg: Springer Science & Business Media, 12. Juni 2013, 188 S., Google-Books-ID: xYVHAAAQ-BAJ, ISBN: 978-3-642-36793-9.
- [7] METEC, *METEC 2023 - Veranstaltungsstruktur*, 2023. Adresse: [https://www.messe-duesseldorf.de/de/messen\\_und\\_events/messen\\_national\\_und\\_international?utd\\_guest\\_event=&utd\\_order\\_direction=asc&utd\\_order=title](https://www.messe-duesseldorf.de/de/messen_und_events/messen_national_und_international?utd_guest_event=&utd_order_direction=asc&utd_order=title).
- [8] Green Steel World Editorial Team. „Pioneering sustainability at the Stainless Steel World Conference & Expo.“ (2023), Adresse: <https://greensteelworld.com/news-tag/stainless-steel-world>.
- [9] M. Hosang, D. Ruetz und C. Zanger, *Disruption in der Event- und Messebranche: Den digitalen Aufbruch mitgestalten* (essentials). Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2020, ISBN: 978-3-658-29825-8 978-3-658-29826-5. DOI: 10.1007/978-3-658-29826-5. Adresse: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-29826-5> (besucht am 08.08.2025).

- [10] P. Reinartz. „Advergaming: Spielerisches Marketing verstehen.“ (8. März 2018), Adresse: <https://pfeffermind.de/marketingstrategie-advergaming/> (besucht am 06.08.2025).
- [11] Mihaly Csikszentmihalyi, *Flow: The Psychology Of Optimal Experience*. Chicago: HarperCollins e-books, 1990. Adresse: <http://archive.org/details/flow-the-psychology-of-optimal-experience> (besucht am 07.08.2025).
- [12] B. M. Winn, „The design, play, and experience framework,“ in *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*, R. E. Ferdig, Hrsg., Bd. 3, 3 Bde., IGI Global Scientific Publishing, 2009, S. 1010–1024, ISBN: 978-1-59904-808-6. DOI: 10.4018/978-1-59904-808-6.ch058. Adresse: <https://www.igi-global.com/chapter/handbook-research-effective-electronic-gaming/www.igi-global.com/chapter/handbook-research-effective-electronic-gaming/20133> (besucht am 06.08.2025).
- [13] J. Gibson, *Introduction to Game Design, Prototyping, and Development: From Concept to Playable Game-with Unity® and C#*. Upper Saddle River: Addison-Wesley, 2015, 908 S., ISBN: 978-0-321-93316-4.
- [14] R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg und J. Wiemeyer, „Introduction,“ in *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*, Ser. SpringerLink Bücher, W. Effelsberg, J. Wiemeyer und S. Göbel, Hrsg., Cham: Springer, 2016, S. 1–34, ISBN: 978-3-319-40611-4 978-3-319-40612-1. DOI: 10.1007/978-3-319-40612-1.
- [15] R. Philipsen, P. Brauner, S. Stiller, S. Runge Robert Schmitt und M. Ziefle, „Understanding and supporting decision makers in quality management of production networks,“ **presented at** 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE), Krakau, 2014. DOI: 10.54941/ahfe100429. Adresse: [https://openaccess.cms-conferences.org/publications/book/978-1-4951-2103-6/article/978-1-4951-2103-6\\_2](https://openaccess.cms-conferences.org/publications/book/978-1-4951-2103-6/article/978-1-4951-2103-6_2) (besucht am 06.08.2025).
- [16] D. Bauer, S. Gail, L. Hitzenberger u. a., „SynErGame - gamified knowledge building on synchronizing energy supply and energy demand,“ in *ECGBL 2022 - 16th European Conference on Game-Based Learning*, C. Costa, Hrsg., Google-Books-ID: INOYEAAAQBAJ, Lissabon: Academic Conferences und Publishing International, 6. Okt. 2022, S. 99–107, ISBN: 978-1-914587-52-8.
- [17] C. Loaiza-Velez, E. Pacheco, S. Ramirez-Echeverri und C. Vieira-Mejia, „Using Game-Based Learning for Supply Chain Education,“ in *2021 The 2nd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, Ser. IEIM 2021, New York: Association for Computing Machinery, 22. Apr. 2021, S. 77–82, ISBN: 978-1-4503-8914-3. DOI: 10.1145/3447432.3447437. Adresse: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3447432.3447437> (besucht am 06.08.2025).

- [18] R. Campoverde-Durán, J. Galán-Montesdeoca und Á. Perez-Muñoz, „UX and gamification, serious game development centered on the player experience: Video games as a resource to connect with the identity of ancestral Andean cultures,“ in *Proceedings of the XXIII International Conference on Human Computer Interaction*, New York: Association for Computing Machinery, 18. Jan. 2024, S. 1–4, ISBN: 979-8-4007-0790-2. DOI: 10.1145/3612783.3612814. Adresse: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3612783.3612814> (besucht am 06.08.2025).
- [19] F. Laamarti, M. Eid und A. El Saddik, „An overview of serious games,“ *International Journal of Computer Games Technology*, Jg. 2014, Nr. 1, S. 358–152, 2014, \_eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1155/2014/358152>, ISSN: 1687-7055. DOI: 10.1155/2014/358152. Adresse: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2014/358152> (besucht am 10.07.2025).
- [20] P. Sajjadi, J. Vlieghe und O. De Troyer, „Evidence-Based Mapping between the Theory of Multiple Intelligences and Game Mechanics for the Purpose of Player-Centered Serious Game Design,“ **presented at** 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), Barcelona: Institute of Electrical und Electronics Engineers, Sep. 2016, S. 1–8. DOI: 10.1109/VS-GAMES.2016.7590348. Adresse: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7590348> (besucht am 04.07.2025).
- [21] M. LeBlanc, „Game Design Workshop,“ Game Developers Conference, San Jose, 2006.
- [22] A. Hoblitz, *Spielend Lernen im Flow: Die motivationale Wirkung von Serious Games im Schulunterricht*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2015. DOI: 10.1007/978-3-658-11376-6. Adresse: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-11376-6> (besucht am 06.08.2025).
- [23] R. Ratan und U. Ritterfeld, „Classifying Serious Games,“ in *Serious games: Mechanisms and Effects*, U. Ritterfeld, M. J. Cody und P. Vorderer, Hrsg., New York: Routledge, 2009, S. 10–24, ISBN: 978-0-203-89165-0.
- [24] M. D. Svinicki, „New directions in learning and motivation,“ *New Directions for Teaching and Learning: Volume 1999*, Jg. 1999, Nr. 80, S. 5–27, Dez. 1999, ISSN: 0271-0633, 1536-0768. DOI: 10.1002/tl.8001. Adresse: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tl.8001> (besucht am 07.08.2025).
- [25] O. De Troyer, „Towards effective serious games,“ in *2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, Piscataway, NJ: Institute of Electrical und Electronics Engineers, 2017, S. 284–289, ISBN: 978-1-5090-5812-9.

- [26] B. S. Bloom und M. D. Engelhart, *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals*. London: Longmans, 1956, OCLC: 86054529, ISBN: 978-0-582-32386-5.
- [27] D. A. Lieberman, „What Can We Learn From Playing Interactive Games?“ In *Playing Video Games: Motives, Responses, and Consequences*, Ser. Routledge Communication Series, P. Vorderer und J. Bryant, Hrsg., New York: Routledge, 2006, S. 379–397, ISBN: 978-0-203-87370-0 978-0-8058-5321-6.
- [28] M. J. Koehler und P. Mishra, „What is technological pedagogical content knowledge?“ *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, Jg. 9, Nr. 1, S. 60–70, 2009, Publisher: Society for Information Technology and Teacher Education ERIC Number: EJ904583, ISSN: 1528-5804. (besucht am 12. 07. 2025).
- [29] T. W. Malone und M. R. Lepper, „Making Learning Fun: A Taxonomy of Intrinsic Motivations for Learning,“ in *Aptitude, learning, and instruction. Volume 3, Conative and affective process analyses*, R. E. Snow und M. J. Farr, Hrsg., OCLC: 1255818364, London: Routledge, 1987, S. 223–253, ISBN: 978-1-000-39209-8.
- [30] A. R. Hevner, „A three cycle view of design science research,“ *Scandinavian Journal of Information Systems*, Jg. 19, Nr. 2, S. 1–6, 2007.
- [31] B. M. Winn, C. Heeter, C. K. Chu u. a., „Comparing 14 Plus 2 Forms of Fun (and Learning and Gender Issues) In Commercial Versus Educational Space Exploration Digital Games,“ **presented at** International Digital Games Research conference, Utrecht, 2003, S. 1–36.
- [32] P.-A. Garneau, „Fourteen forms of fun.“ (2001), Adresse: <https://www.gamedeveloper.com/design/fourteen-forms-of-fun> (besucht am 07. 08. 2025).
- [33] J. E. Hochberg, „Effects of the gestalt revolution: The cornell symposium on perception,“ *Psychological Review*, Jg. 64, Nr. 2, S. 73–84, 1957, ISSN: 1939-1471, 0033-295X. DOI: 10.1037/h0043738. Adresse: <https://doi.apa.org/doi/10.1037/h0043738> (besucht am 07. 08. 2025).
- [34] P. Liu und Z. Li, „Task complexity: A review and conceptualization framework,“ *International Journal of Industrial Ergonomics*, Jg. 42, Nr. 6, S. 553–568, 1. Nov. 2012, ISSN: 0169-8141. DOI: 10.1016/j.ergon.2012.09.001. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814112000868> (besucht am 07. 08. 2025).
- [35] G. Andrews, D. Birney und G. S. Halford, „Relational processing and working memory capacity in comprehension of relative clause sentences,“ *Memory & Cognition*, Jg. 34, Nr. 6, S. 1325–1340, 1. Sep. 2006, ISSN: 1532-5946. DOI: 10.3758/BF03193275. Adresse: <https://doi.org/10.3758/BF03193275> (besucht am 07. 08. 2025).

- [36] M. Turner, *The literary mind*. New York: Oxford University Press, 1998, 187 S., ISBN: 978-0-19-512667-9.
- [37] R. Hunicke, M. LeBlanc und R. Zubek, „MDA: A formal approach to game design and game research,“ **presented at** Game Developers Conference, San Jose, 2004.
- [38] M. LeBlanc. „The collected game design rants of Marc 'MAHK' LeBlanc.“ (2025), Adresse: <http://algorithmancy.8kindsoffun.com/> (besucht am 07.08.2025).
- [39] R. Rouse, *Game design: theory & practice* (Wordware game developer's library). Plano: Wordware Publishing, 2001, 584 S., ISBN: 978-1-55622-735-6.
- [40] W. Köhler, *Gestalt psychology*. New York: Horace Liveright, 1929, 428 S. Adresse: <http://archive.org/details/gestaltpsycholog0000kohl> (besucht am 07.08.2025).
- [41] Digital Education Strategies, The Chang School of Continuing Education und Ryerson University, *The art of serious game design: A hands-on workshop for developing educational games*. Adresse: <https://pressbooks.library.torontomu.ca/guide>.
- [42] L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian u. a., Hrsg., *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, Complete ed, New York: Longman, 2001, 352 S., ISBN: 978-0-321-08405-7 978-0-8013-1903-7. Adresse: <https://www.scribd.com/document/418298233/Anderson-Krathwohl-A-Taxonomy-for-Learning-Teaching-and-Assessing>.
- [43] D. R. Krathwohl, B. S. Bloom und B. B. Masia, „Taxonomy of educational goals. handbook II: Affective domain,“ *Journal of Teacher Education*, Jg. 16, Nr. 2, H. Taba, Hrsg., S. 254–255, 1965, ISSN: 0022-4871, 1552-7816. DOI: 10.1177/002248716501600228. Adresse: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002248716501600228> (besucht am 07.08.2025).
- [44] M. Prensky, *Games and Simulations "Types of Learning And Possible Game Styles–A Useful Chart"*. Adresse: <https://marcprenskyarchive.com/writings>.
- [45] M. Prensky, *Digital game-based learning*. New York: McGraw Hill, 2001, OCLC: 173166814, ISBN: 978-0-07-145400-1.
- [46] R. Hadgraft und K. Prpic, „The key dimensions of problem-based learning,“ in *Unfolding Landscapes in Engineering Education - Proceedings of 11th Australasian Conference on Engineering Education*, Adelaide: University of South Australia, 1999, S. 127–132.
- [47] D. A. Kolb, *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984, 256 S., ISBN: 978-0-13-295261-3.

- [48] P. Brauner und M. Ziefle, „Beyond playful learning – Serious games for the human-centric digital transformation of production and a design process model,“ *Technology in Society*, Jg. 71, S. 102–140, 1. Nov. 2022, ISSN: 0160-791X. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.102140. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X22002810> (besucht am 28.05.2025).
- [49] R. M. Gagné, L. J. Briggs und W. W. Wager, *Principles of instructional design*, 4. Aufl. Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers, 1992, 365 S., ISBN: 978-0-03-034757-3. Adresse: <https://www.scribd.com/document/387651918/Principles-of-Instructional-Design-4th-Edition>.
- [50] A. Pahor, C. Collins, R. N. Smith u. a., „Multisensory Facilitation of Working Memory Training,“ *Journal of Cognitive Enhancement: Towards the Integration of Theory and Practice*, Jg. 5, Nr. 3, S. 386–395, Sep. 2021, ISSN: 2509-3304. DOI: 10.1007/s41465-020-00196-y.
- [51] H. Gardner, *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, 2011 pbk. ed. New York: Basic Books, 2011, OCLC: 710972961, ISBN: 978-0-465-02434-6.
- [52] M. Storch, „Motto-Ziele, S.M.A.R.T.-Ziele und Motivation,“ in *Coachingwissen*, B. Birgmeier, Hrsg., Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011, S. 185–207, ISBN: 978-3-531-93039-8. DOI: 10.1007/978-3-531-93039-8\_12. Adresse: [https://link-springer-com.ezproxy.hnu.de/chapter/10.1007/978-3-531-93039-8\\_12](https://link-springer-com.ezproxy.hnu.de/chapter/10.1007/978-3-531-93039-8_12) (besucht am 07.08.2025).
- [53] J. D. Gould und C. Lewis, „Designing for usability: Key principles and what designers think,“ *Communications of the ACM*, Jg. 28, Nr. 3, S. 300–311, März 1985, ISSN: 0001-0782, 1557-7317. DOI: 10.1145/3166.3170. Adresse: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3166.3170> (besucht am 07.08.2025).
- [54] T. Fullerton und E. Zimmerman, *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games* (An AK Peters book), 5. Aufl. Boca Raton London New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2024, 1 S., ISBN: 978-1-003-46026-8 978-1-003-85844-7 978-1-003-85842-3. DOI: 10.1201/9781003460268.
- [55] Unity Technologies. „Unity.“ (2025), Adresse: <https://unity.com> (besucht am 06.08.2025).
- [56] A. Shvets, *Dive Into DESIGN PATTERNS*. Kiew: Refractoring Guru, 2022.

## Anhang

In der beiliegenden Zip-Datei befindet sich das finale, spielbare Produkt.