



**HOCHSCHULE
MITTWEIDA**

University of Applied Sciences

Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Professur Medieninformatik

Masterarbeit

Untersuchung der Auswirkung von Audio auf Leistung und
Motivation an der Lernsimulation Arctic Economy

Tim Lischke

Mittweida, den 30. März 2023

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Roschke

Zweitprüfer: Manuel Heizing M. Sc.

Co-Betreuer: Ruben Wittrin

Lischke, Tim

Untersuchung der Auswirkung von Audio auf Leistung und Motivation an der Lernsimulation Arctic Economy

Masterarbeit, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Hochschule Mittweida — University of Applied Sciences, März 2023

Referat

In dieser Arbeit geht es um die Vertonung eines Lernspiels und dessen Auswirkungen auf die Motivation und Leistung des Spielers.

Name: Lischke, Tim

Studiengang: Medieninformatik und Interaktives Entertainment

Seminargruppe: MI20w1-M

English Title: Investigation of the effect of audio on performance and motivation in the learning simulation Arctic Economy

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Motivation	1
1.1	Zielstellung und Aufbau der Arbeit	1
2	Grundlagen	3
2.1	Audio in Videospielen und Lernspielen	3
2.1.1	SFX	4
2.1.2	Musik	7
2.2	Leistung und Motivation beim Lernen mit Sound	12
2.2.1	Leistungs- und Motivationsbegriff	12
2.2.2	Musikalische Präferenzen	13
2.2.3	Funktionsweise der Wahrnehmung von auditiven Signalen . . .	14
2.2.4	Lernen und Arbeiten bei Umgebungsgeräuschen	15
2.2.5	Lernen mit Musik	16
3	Anforderung und Spezifikation	19
3.1	Audio	19
3.1.1	SFX	20
3.1.2	Musik	21
3.2	Evaluation	22
3.2.1	Motivation	22
3.2.2	Leistung	23
4	Erstellung und Implementation	25
4.1	Erstellung und Implementation von Audio	25
4.1.1	Erstellung der Soundeffekte	25
4.1.2	Erstellung von Musik	30

4.1.3	Implementation	35
4.2	Vorbereitung des Lernspiels zur Ergebnismessung	40
4.2.1	Spielablauf	40
4.2.2	Anforderungen	43
4.2.3	Implementation	46
4.3	Messung von Motivation	48
4.3.1	Grundlagen	48
4.3.2	Umsetzung	50
4.4	Evaluationsablauf	51
5	Evaluationsauswertung	53
5.1	Auswertung	53
5.1.1	Leistung	53
5.1.2	Motivation	54
5.1.3	Interview	54
5.2	Erwartung	54
5.2.1	Leistung	54
5.2.2	Motivation	55
5.2.3	Fazit	55
5.3	Ergebnis	55
5.3.1	Leistung	56
5.3.2	Motivation	58
5.3.3	Interview	61
6	Fazit und Ausblick	65
6.1	Fazit	65
6.1.1	Leistungswerte	65
6.1.2	Motivationswerte	66
6.1.3	Zusammenspiel von Leistung und Motivation	68
6.1.4	Endergebnis	68
6.2	Ausblick	69
6.2.1	Anwendungsempfehlung	69
6.2.2	Weiterführende Untersuchung	70

Literaturverzeichnis	I
A Analysedokumente	I

1. Einführung und Motivation

Sound trägt in modernen Videospielen oft eine sehr zentrale Rolle. Er dient nicht nur der Immersion und Motivation, sondern auch dazu, dem Spieler wichtige Informationen zum Spielverlauf zu vermitteln. [SBF⁺17] [Dil21] [Sin20] In vielerlei Lernspielen findet Ton auf dieselbe Weise Anwendung. Für eigene Implementationen wird somit oft empfohlen, diese Konventionen beizubehalten. [WBMP17] [DGEW16] Jedoch steht dies in einem direkten Konflikt mit der Tatsache, dass Audio besonders bei Lern- und Text-basierten Aktivitäten oft als leistungsreduzierend gesehen wird. [SBF⁺17] [PC14] [BMTJ01] Auf der anderen Seite scheinen nonverbale Aufgaben, welche oft in Videospielen gefunden werden können, hingegen von Audio, eingeschlossen Musik, eher zu profitieren. [PW12] Dieser Umstand des Umgangs mit Audio in Lernspielen ist ein Thema, das bisher oft in Forschungsfragen vernachlässigt wurde. [SBF⁺17]

Auf dieser Grundlage befasst sich die folgende Studie mit dem sich in Entwicklung befindlichen Lernspiel, "Arctic Economy". Es soll den Lernenden spielerisch grundlegende ökonomische Inhalte vermitteln und deren praktische Anwendung ermöglichen. Diese Inhalte werden im Verlauf des Spiels dargeboten, erklärt sowie durch Tests zwischen den praktischen Aktivitäten abgefragt und überprüft. Weil Lernspiele wie "Arctic Economy" eine eng verwobene Verbindung aus Videospiel, Lernaktivität und nonverbaler Aufgabenbewältigung sind ist es hier besonders wichtig zu ergründen, in welcher Art und Weise Sound eingesetzt werden sollte, um maximale Lernerfolge zu erzielen ohne den motivierenden Wert des Spielens zu unterlaufen. Deshalb sollen im Umfang dieser Studie der Einfluss von Audio in Lernspielen auf die Aspekte der Leistung und der Motivation ermittelt und begründet werden.

1.1. Zielstellung und Aufbau der Arbeit

Das Ziel dieses Projekts ist es die folgende Forschungsfrage zu untersuchen:

Welchen Einfluss hat das auditive Design auf Parameter der Motivation und des Erfolgs in Lernspielen?

Daraus ergibt sich auch als Nullhypothese:

Auditives Design in Lernspielen hat keine Auswirkungen auf Parameter der Motivation und des Erfolgs.

Um diese Frage zu erforschen, werden zunächst die grundlegenden Aspekte von Soundeffekten und Musik in Videospielen untersucht. Hierbei liegt der Schwerpunkt besonders auf der Darstellung des momentanen Industriestandards bei der Verwendung von Sound. Anschließend findet eine Beleuchtung von Studien zur Wirkung von Audio bei Lernprozessen statt, damit die Auswirkungen besser verstanden und möglicherweise eine Optimierung der Vertonung von "Arctic Economy" unter Berücksichtigung dieser Aspekte vorgenommen werden kann. Dies zielt darauf ab, eine möglichst positive Wirkung auf die Leistung und Motivation der Spieler hervorzurufen.

Die Forschungsfrage wird nach dieser Implementationsphase anhand mehrerer Probanden mit dem so bereitgestellten Werkzeug getestet. Alle Teilnehmer werden dabei in verschiedenen Testgruppen "Arctic Economy" spielen. Ihre erbrachte Leistung in Hinsicht auf das Lernen und das Spiel selbst werden in verarbeitbaren Daten festgehalten und ihre Motivation sowie persönliche Wahrnehmung im Nachhinein durch Umfragen und Interviews zur Auswertung mit einbezogen.

2. Grundlagen

2.1. Audio in Videospielen und Lernspielen

Wie zu Beginn bereits angesprochen, ist Sound ein grundlegendes Element beim Design von Videospielen, auch wenn es weniger häufig Gegenstand akademischer Diskussionen zum Thema audiovisuelle Medien ist. [Rau13] Musik und Soundeffekte erfüllen in modernen Videospielen viele wichtige Rollen. Sie reichen von simpler Signalisierung von Gameplayprozessen an den Spieler, über die Darbietung von nicht-visueller Ästhetik und dem Ausbau der Spielwelt bis hin zum Erzeugen von Immersion. [Sin20] [Dil21] Audio Designer und Engineers haben diese Ziele zu verfolgen, um einen Dialog zwischen dem Spieler und seinem Spiel zu ermöglichen. [Sin20] In ihrer Arbeit treffen dafür die Bereiche Soundeffekte, Musik, Dialog und das Mixing all dieser aufeinander, wobei sich das Mixing auf den bewussten Einsatz und die Automatisierung von Lautstärke, Stereo-Einstellungen, Equalizern und weiteren Effekten bezieht. [Bri21] Für die Zwecke dieser Arbeit entfällt der Aspekt des Dialogs, da es in "Arctic Economy" keinen gesprochenen Dialog gibt.

Die Begriffe von Gameplay und Immersion sind mitunter interpretationsabhängig und sollen deshalb im vorliegenden Kontext etwas näher erklärt werden. Gameplay bezeichnet hierbei die Interaktion zwischen dem Nutzer und dem Spiel, welche durch die Handlungen dessen und den daraus entstehenden Aufgaben für den Nutzer resultiert. [dlMHE17] Audio ist dafür ein nützliches Werkzeug um dem Hörer eine Vielzahl an kontextuellen Informationen, zum Beispiel ein warnendes Signal bei einer zeitabhängigen Aufgabe, zu bieten. [WSF15] Auch in Hinsicht auf Immersion spielt das Übermitteln von Informationen eine wichtige Rolle. Immersion ist das Eintauchen des Spielers in eine fiktive virtuelle Welt, die ihm dargeboten wird. [dlMHE17] Diese Form des Kontexts, zusammen mit den von Audio übermittelten Daten, ergeben für den Spieler verwertbare Informationen. [Sin20] Dementsprechend dient jegliches Sounddesign letztendlich der Übermittlung von emotional geladenen Informationen. [Bri21] Es bietet die Möglichkeit die Gefühlswelt des Spielers zu manipulieren und

eine thematische Identität für ein Spiel zu bauen [Dil21], womit es einen signifikanten Effekt auf die Immersion des Spielers hat. [SBF⁺17]

In Hinsicht auf Lernspiele oder allgemein "Serious Games" gilt es jedoch, einige spezielle Aspekte von Sounds zu bedenken. Ebenso wie bei anderen Videospiele hat der Einsatz von hochqualitativem Audiodesign als oberste Priorität die Gestaltung einer unterhaltsamen Erfahrung. [DGEW16]. Das heißt solche Programme setzen Soundeffekte, Dialoge und musikalische Untermalung [MG16] normalerweise nach den gleichen Prinzipien ein. [WBMP17] [DGEW16] Allerdings kann Audio eine ablenkende Wirkung haben und somit letztendlich mit dem Ziel der Wissensvermittlung im Konflikt stehen, ein Thema, das noch nicht abschließend untersucht wurde. [SBF⁺17].

2.1.1. SFX

Erstellung und Verwendungsweise

Bei der Erstellung von Soundeffekten für Videospiele stehen dem Audio-Designer verschiedene Optionen offen. Einerseits können die Sounddateien über Aufnahmen erstellt werden, die im Allgemeinen entweder im Studio oder an Originalschauplätzen aufgenommen werden. Andererseits gibt es eine Vielzahl von Sounddatenbanken, welche bereits die benötigten Sounds beinhalten. Und zu guter Letzt können Sounds synthetisch hergestellt werden. [Mar09] In manchen Fällen ist die synthetische Herstellung allein deshalb nötig, weil der benötigte Sound so in der Realität nicht vorzufinden ist. [Mar09]

In einem Spiel sind Kontraste und Abwechslung bei der Vertonung sehr wichtig, um Geschehnisse dynamisch und dramatisch wirken zu lassen [Bri21] und somit die Unterhaltsamkeit sowie Immersion zu fördern. Wird ein Sound oft wiederholt, ist es im Hinblick auf eine abwechslungsreiche Gestaltung wichtig, dessen "Vertikalität" zu betrachten. Dabei sind für eine Erhöhung der wahrgenommenen Dynamik sogenannte "Mikro-Variationen" bereits ausreichend. [Bri21] Variiert ein Sound hingegen über die Zeit, wird das als horizontales Design bezeichnet. Eine solche Form der Variation ist nötig, wenn ein Soundeffekt an mehr als nur ein einziges Event an einem Ort im Spiel gebunden ist. [Bri21]

Audioimplementation stellt sicher, dass Sounds zur richtigen Zeit mit der richtigen Lautstärke und Distanz auf die Art und Weise abgespielt werden, wie es vom Sound Designer erdacht ist. [Sin20] In dieser Hinsicht werden Soundeffekte oft für eine vereinfachte Anwendung in verschiedene Kategorien unterteilt. Eine typische Unterteilung besteht aus objekt-basierten Sounds in der Spielwelt, Stereo-Dateien ohne eine erkennbare Quelle im Spiel sowie ambienten Geräuschen. [Sin20] Ton wird ergänzend oft danach unterteilt, ob er sich in der Spielwelt ("Diegetic") oder außerhalb dieser ("Non-Diegetic") befindet. [Bri21] "Diegetic Sounds" haben oft entsprechende Quellen innerhalb der virtuellen Welt, sogenannte Soundobjekte. Wie ein Geräusch dem Spieler vorgestellt wird, bietet an dieser Stelle wichtigen Kontext. Wenn ein Geräusch samt seiner Quelle zunächst für den Spieler erkennbar ist, die Soundquelle jedoch daraufhin außer Sichtweite gelangt, während der Sound verbleibt, kann der Spieler die Quelle des Sounds weiterhin referenzieren und zuordnen. [Bri21] An dieser Stelle ist noch zu erwähnen, dass Audioquellen auch ohne visuelle Elemente in der Spielwelt existieren können. [Bri21] Die Position der jeweiligen Quelle eines Effekts vermittelt außerdem räumlichen Kontext und Bedeutung. [Bri21] In dieser Hinsicht "verschwindet" Audio nicht einfach, wenn die Quelle nicht mehr sichtbar ist. Allerdings wird in manchen Fällen der Sound in seiner Lautstärke verringert, um den Fokus auf das zu legen, was sich unmittelbar vor dem Spieler befindet. [Bri21] "Non-Diegetic" Geräusche haben normalerweise keine direkte Quelle, sondern befinden sich im Bewusstsein oder Unterbewusstsein des Spielercharakters oder können auch ohne Erklärung erklingen. [Bri21] Ob ein Sound klar erkennbar oder zuordenbar sein sollte, beziehungsweise besser uneindeutig ist, hängt vollständig von der Geschichte und der Welt des Spiels ab. [Bri21]

Wirkung

Kurzgenannt bestehen die Zwecke von Soundeffekten in Spielen darin, den Nutzer zu informieren, zu unterhalten und "eintauchen zu lassen", also zu immersieren. [ADKG21]

Informieren bedeutet in dieser Hinsicht, dass die Soundeffekte zum physischen Navigieren des Spiels genutzt werden können. Das kann über die Mitteilung von Distanz, Richtung und Dimension der Audiosignale erfolgen. [ADKG21] Außerdem haben sie eine besonders wichtige Rolle beim Vermitteln von Feedback. [SBF⁺17] Sie erlauben

Rückschlüsse über Vorgänge in der virtuellen Welt, wie Bewegungen oder Interaktionen. [Lil10] Für das Feedback gibt es zwei Gestaltungsmöglichkeiten: Proaktive Gestaltung informiert und alarmiert, reaktive Gestaltung hingegen reagiert auf die Aktionen des Spielers. [Jø09] Bei der proaktiven Form erwartet der Nutzer von Sounds hauptsächlich Informationen über seine Umgebung und die Vorgänge darin zu erhalten. Das wären zum Beispiel Gegnerpositionen, Ressourcen, Wegpunkte und Alarmsignale. [Bri21] Im reaktiven Fall sind Soundeffekte bestätigend. Ein Klickgeräusch oder ähnliches verleiht das Gefühl einer physischen Reaktion auf die Aktion des Spielers, sich durch die Menüs des Programms zu navigieren. Dies kann erweitert werden durch positive Sounds bei einer Bestätigung oder neutrale beim Abbrechen einer Aktion oder dem Zurückkehren aus einem Menü. [Bri21] Auch wenn der Spieler bereits durch die Interaktivität eines Videospiele dessen Verlauf bestimmt, sollten Soundeffekte den Fluss der Geschehnisse unterstreichen und den Nutzer die Ergebnisse dieser fühlen lassen [AG18], was befriedigend wirken kann. [ADKG21] Sobald dieses Feedback durch Audio fest etabliert ist, wird es ein integraler Teil der internen Logik und des Regelsystems des Spiels. [Bri21]

Der Aspekt der Immersion vermittelt dem Spieler den Eindruck sich in einer anderen physischen Umgebung zu befinden als er tatsächlich ist. Das sollte auch auf eine Umgebung außerhalb der auf dem Bildschirm sichtbaren hindeuten sowie dem Nutzer "echte" Emotionen ermöglichen. [ADKG21] Ein solches "Eintauchen" wird erzeugt, indem die Soundeffekte ein detailliertes Bild der Umgebung zeichnen. Sie nehmen den Platz von Sinnen ein, die wir über Bildschirm und Lautsprecher nicht ansprechen können und geben wichtige Informationen über die Umgebung, in der man sich befindet. Dies kann eine genauere auditive Beleuchtung des Ortes selbst, der Textur eines Materials oder sogar der Fortbewegungsform sein. Soundeffekte sind also Teil des emotionalen und narrativen Aspekts des Spiels und affektieren die Gefühle des Spielers in entsprechenden Situationen. [ADKG21] Mitunter können sie sogar genutzt werden, um den parallellaufenden Soundtrack in Echtzeit zu ergänzen. [Sin20] So wie ein Sound die Emotion des Nutzers ansprechen kann, ist es auch möglich ihn dafür zu verwenden die Psychologie des hörenden Charakters zu kommunizieren [Bri21] und somit eine Immersion in den Charakter selbst zu ermöglichen. In Hinsicht auf Immersion ist außerdem der Aspekt der Stille zu beleuchten. Sie ist ein wichtiges Werkzeug, das bedacht und detailliert eingesetzt werden kann, um den Spieler dazu zu bringen die noch verfügbaren Geräusche tiefergehend zu erkunden. [Bri21] Ein solches Gefühl von Stille kann beispielsweise durch das Entfernen

überflüssiger Geräusche erzeugt werden, wodurch der Fokus auf die verbleibenden gelenkt wird. Dies kann zum Beispiel bei der Vermittlung des mentalen Zustandes des Spielercharakters Anwendung finden, um dessen Konzentration auf einen beliebigen Spielinhalt zu verdeutlichen. [Bri21]

In Lernspielen werden Soundeffekten verschiedene Auswirkungen zugeschrieben. Der Aspekt der Ablenkung ist messbar und zeigt sich mitunter sogar in physischen Reaktionen. So erhöhen beispielsweise laute Geräusche in Computerspielen die Herzrate. [WC00] Auf der anderen Seite geben weitere Quellen mitunter zu bedenken, dass die Lernenden sich in einer realistischen und relevanten Rolle im Umgang mit dem jeweiligen Inhalt wiederfinden sollen. Sensorische Reize, wie eben Ton, sollten hierbei die Präsenz, also die bereits angesprochene Immersion, und damit den Effekt weiter verbessern. [LAC17]

2.1.2. Musik

Erstellung und Verwendungsweise

Die Zwecke zu denen hingegen der andere große Bestandteil von Audio in Videospielen, also Musik, eingesetzt wird sind sehr vielseitig. Ein sehr klassischer ist die Unterstützung der wirtschaftlichen und ästhetischen Interessen eines Projekts mit einem Soundtrack. [dlMHE17] In einem für Videospiele typischen fiktiven Szenario werden dafür Konventionen aus der Filmmusik genutzt, um das Genre oder Setting zu definieren. [Rau13] Zu beachten ist hierbei jedoch die Gestaltung von Narration und Interaktion des Videospieles, das heißt die Vorgabe von Struktur. [dlMHE17] Auch wenn das Begleiten und Dramatisieren der dargestellten Inhalte die Videospieldmusik erneut näher an die starren Designprinzipien von Filmmusik bringen [Cus13], ist durch die Interaktivität von Spielen in deren Vertonung eine gewisse Dynamik gefordert. [Rau13] Zu dieser strukturellen Anforderung kommen die Aspekte der Verortung in Raum und Zeit [dlMHE17], so wie es teilweise von Soundeffekten bereits bekannt ist. Zum Beispiel kann Musik "diegetic", sprich Teil der Spielwelt, [Bri21] oder auch "non-diegetic" sein.

Um die dargebotenen Inhalte eines Spiels zu repräsentieren oder deren Struktur zur verdeutlichen [dlMHE17], kann die zu hörende Musik je nach Spiel unterschiedliche

Stile haben. [Mar17] Typisch hierfür ist unter anderem die Anwendung von Populärmusik in Sport-Games, was der Ästhetik der Untermalung von Sportveranstaltungen durch Pop-, Rock-, Rap- oder Elektro-Musik folgt. Spiele mit fantastischeren Themen hingegen ziehen ihre Konzeption von Realismus oft aus Filmen und adaptieren deren musikalische Merkmale für das interaktive Medium der Videospiele. [Col08] Relevanter als Sport- oder Fantasy-Games sind für das in dieser Arbeit beschriebene Projekt allerdings Strategiespiele, da "Arctic Economy" sich selbst in diesem Genrebereich bewegt. Hier ist die Musik oft darauf ausgelegt, den Nutzer zum Denken anzuregen. [Mar09] Weil dafür eine höhere Konzentration benötigt wird, bleibt die Musik meist eher im Hintergrund, um Stimmung zu erzeugen, ohne den Spieler zu stören. Sie soll ihn in der Spielwelt verankern, während er sich auf die momentane Aufgabe fokussiert. [Mar17]

Wesentliche Bestandteile von Spielen sind nicht nur das eigentliche Spielgeschehen, sondern ebenso Navigationsmenüs und Konfigurationsmöglichkeiten. In solchen Menüs sollte der Soundtrack gleichfalls eine Reihe an Aufgaben erfüllen, je nachdem an welcher Stelle er zum Einsatz kommt. [Mar17] In Optionsmenüs beispielsweise sollten die Nutzer nicht vom Konfigurieren technischer Einstellungen abgelenkt werden. [Mar17] Derartige Menüs werden häufig zu Beginn eines Spiels, teilweise aber auch währenddessen aufgerufen. In diesem Fall dienen sie als Verschnaufpause, weshalb die Musik hier oft weniger dicht als zu Beginn komponiert ist. [dimHE17] Unabhängig davon in welchem Menü man sich befinden mag, wird der Soundtrack hier in der Regel als Loop mit einem durchgehendem Rhythmus abgespielt, weil die Zeit die der Nutzer dort verbringt, im Allgemeinen nicht abschbar ist. [dimHE17]

Der große Unterschied zur Filmmusik: Adaptivität

Trotz der Ähnlichkeit zur Filmmusik in Zweck und Struktur gibt es einen entscheidenden Unterschied zwischen den beiden: Adaptivität. Soll der Spieler die Situation akkurat erfassen, muss er die gegenseitige Kontextualisierung von Bild und Audio verstehen [Jø09]. Deshalb bietet es sich an, dynamische Musik zu verwenden, die sich an den Spielverlauf anpasst. [Gas14] Solche adaptive oder auch interaktive Musik ist darum in vielen Fällen nicht linear strukturiert. [dimHE17] Diese Form der Anpassung an das Spielgeschehen kann, ähnlich wie bei den wesentlich kürzeren Soundeffekten, proaktiv oder reaktiv gestaltet werden. [dimHE17]

Komposition dynamischer Musik in interaktiven Medien verwendet gern nach Zufallsprinzip eingesetzte generative musikalische Elemente und "Stingers", welche in einzigartigen Weisen zusammengesetzt werden und damit für die benötigte Abwechslung sorgen. [Bri21] Jedoch sollten adaptive Soundtracks sich dem Spielgeschehen genauso sicher anpassen, wie es Filmmusik in einem linearen Geschehen tut. Dafür müssen alle musikalischen Abschnitte sinnvoll ineinander übergeleitet werden. [dIMHE17] Ein typisches oft genutztes Beispiel hierfür ist die Verwendung von "Branching". Dabei werden verschiedene musikalische Elemente aneinandergesetzt, und somit für Abwechslung oder die Anpassung gesorgt. Oft ist dafür das Zusammenstellen eines Pools an Tracks, welche gut zueinander passen und gleichzeitig Abwechslung bieten, ausreichend. Darüber hinaus können somit musikalische Pausen geboten werden, die indizieren, dass sich etwas im Spiel verändert hat. Sobald es komplexer wird als nur vollständige Tracks aneinanderzureihen und diese stattdessen während der Laufzeit gewechselt werden müssen, finden diese musikalischen Änderungen normalerweise an logischen Bruchstellen in der Musik statt. Hierbei werden allerdings einige Probleme ersichtlich. Stimmt das abgespielte Material nicht perfekt musikalisch sinnvoll überein, sind oft Übergänge zwischen Einzelteilen nötig, was bei einer steigenden Anzahl der möglichen Segmente schnell zu sehr hoher Komplexität und Arbeitslast führen kann. Außerdem sorgt die Beschränkung des Wechsels zu neuen Segmenten oder Übergängen auf musikalisch passende Zeitpunkte für eine Reduktion in der Dynamik und möglicherweise auch Verzögerungen, wodurch die Handlung und Musik nicht mehr vollständig synchron verlaufen. [Gre04]

Um derartige Probleme zu lösen, gibt es verschiedene Ansätze. In Hinsicht auf simple Überleitungen wird mitunter empfohlen, die Wiedergabe von Musik sogar kurz zu pausieren, falls das musikalische Material zu unterschiedlich ist, wie beispielsweise verschiedene Segmente die unterschiedliche Tempi besitzen. [LT02] Insofern zwei Abschnitte jedoch ähnlich genug sind, das heißt rhythmisch und harmonisch übereinstimmen, kann stattdessen auf das sanftere und schnellere Überblenden zurückgegriffen werden. [Gre04]

Eine Sonderform hiervon, welche mitunter als Alternative zum Prinzip des Branching verwendet wird, ist das sogenannte "Layering", bei dem zwei oder mehr Spuren zur Laufzeit parallel abgespielt und durch Überblendungen ausgewechselt werden können. Durch die Kombination mehrerer solcher Spuren ist es sogar möglich, nahezu grenzenlose Abwechslung und Variation zu bieten. [dIMHE17] [Gre04] Das Konzept ist technisch einfach umsetzbar und bietet schnelle sowie reibungslose musikalische

Übergänge. Jedoch gibt es auch hier Nachteile, die zu bedenken sind. Wenngleich es verlockend ist sie einzusetzen, kann eine große Anzahl "Layers" hohe technische Ansprüche stellen. Außerdem ist die musikalische Struktur aller Layer aufgrund ihres Prinzips der Überblendung sehr ähnlich, was heißt, sie können schnell repetitiv werden. Dies kann mitunter so weit gehen, dass es für den Spieler nicht mehr offensichtlich genug ist, wenn die Musik tiefgehende Änderungen im Spiel indizieren soll. Und auch auf einem musikalisch-technischem Level ist zu bedenken, dass es zu sogenannten "Phasing"-Problemen kommen kann, wenn das Audiomaterial beim Überblenden zu ähnlich ist. [Gre04]

Inzwischen ist es durchaus gebräuchlich, eine Verbindung aus beiden Formen zu verwenden, um die Adaptivität einer musikalischen Untermalung in interaktiven Medien zu garantieren. Natürlicherweise erhält man somit die Vorteile beider Verfahren, muss aber gleichzeitig mit den Nachteilen umgehen, wobei die resultierende Komplexität durch die Menge an Layers und Segmenten oft besonders hervorsteht. [Gre04]

Wirkung

Das Erzeugen von Emotion ist etwas, das bereits Soundeffekte zu einem gewissen Grad erfüllen sollten. Ein höherer Stellenwert beim Erzeugen emotionaler Qualität kommt jedoch dem Soundtrack zu, denn Musik erhöht die emotionale Beteiligung eines Spielers am Spiel. [dlMHE17] Sie dient zur Untermalung und Vorgabe der emotionalen Perspektive. Dafür weist sie eine hohe Dynamik auf und muss sich in einer komfortablen Reichweite von Konventionen und Intentionen zur Untermalung des jeweiligen Programms bewegen. Ein Fakt, der nur dann vernachlässigt werden sollte, wenn es dem Hervorheben eines bestimmten Aspekts dient. [Sin20]

In Gewinnspielen beispielsweise scheint Hintergrundmusik das Selbstbewusstsein des Spielers zu erhöhen, sowie diesen zu entspannen und anzuregen. Sie wirkt motivierend. [CHTD10] Auch in anderen Genres sollte Musik beim Einleiten von Handlungen den Spieler für diese motivieren. [dlMHE17] Das Mitteilen von positivem und negativem Feedback ist bei diesem Aspekt ebenfalls wichtig [dlMHE17], denn musikalische Untermalung scheint unter anderem eine wichtige Rolle dabei zu spielen, das Gefühl eines Sieges hervorzurufen. [CHTD10] Am Ende eines Levels oder Spielabschnitts gibt es im Normalfall eine Melodie, die entweder den Sieg optimistisch und belohnend untermalt oder eine Niederlage aufmunternd oder erniedrigend begleitet.

[Mar17] Gerade in solchen Fällen dient der Soundtrack als musikalische Präsentation zur Unterscheidung der Niederlage als schwerwiegend oder leichten Rückschlag. [Mar17] Zusammenfassend ist hier zu erwähnen, dass die Narration und visuelle Darstellung von der Musik möglichst verstärkt oder kontrastiert werden sollten, um Kohärenz [dlMHE17] und passende emotionale Unterstreichung zu bieten.

Neben Forschungen bezüglich des Erzeugens von Sieg- oder Verlustgefühl, sowie der Motivation und Anregung gibt es auch verschiedene Studien zu anderen Emotionen. Angeblich hat Musik keinen Einfluss auf Angstzustände [RM80], aber Energie und Entspannung seien durchaus zu stimulieren. [PR98] [Hir04] Auch die Intensität scheint einen Einfluss zu haben. Je aggressiver und rapider die Musik ist, umso mehr fördert sie Stress. [HBDF⁺05] In dieser Hinsicht ist das Emotionsmanagement, also Erregen und Beruhigen, eine weitere wichtige Aufgabe des Soundtracks. [dlMHE17] So wie rapide Musik Stresslevel und nachweisbar die Herzschlaggeschwindigkeit erhöht, werden diese durch langsame Musik reduziert. [dlMHE17] Ein Tempowechsel kann so durch den Kontrast eine besonders hohe Wirkung erzeugen und sogar die zeitliche Wahrnehmung ändern. [CHTD10] Das aktive Verlangsamen von Musik wird allgemein zur Beruhigung oder für das Erzeugen einer erwartungsvollen Haltung im Spieler eingesetzt. [LT02]

Videospielmusik erfüllt mehrere Funktionen, die alle der Verbesserung von Immersion, Gameplay und Usability dienen. [dlMHE17] Letztendlich sorgt sie dafür, dass Spieler eine tiefere Verbindung mit der virtuellen Welt, die ihnen präsentiert wird, aufbauen können. [Mar09] Jedoch hat sie, wie bereits erwähnt, gleichzeitig ein verstärktes Potential zur Ablenkung, wenn es darum geht, sie mit Lerninhalten zu verbinden.

2.2. Leistung und Motivation beim Lernen mit Sound

2.2.1. Leistungs- und Motivationsbegriff

Leistung

Das Konzept des Leistungshandelns ist primär soziokulturell vermittelt. Es kann vielerlei Formen annehmen, aber benötigt stets die Auseinandersetzung mit einem Gütemaß. [JH10] In besonderem Bezug zur intellektuellen Leistungsfähigkeit stehen das Arbeitsgedächtnis sowie die Verarbeitungsgeschwindigkeit. [Sch06] Hierbei wird angenommen, dass man über begrenzte Kapazitäten beim Speichern und der Verarbeitung verfügt. Demnach bilden die Grundlage eines Leistungstests die Annahme einer kurzfristigen Speicherung von Information sowie Verarbeitung derselben durch im Test geforderte kognitive Operationen. Diese Speicherung, Transformation, Wiedergabe und kontrollierte Nutzung bei Aufgabenbewältigung stellen die grundlegenden funktionalen Kategorien kurzfristiger Gedächtnisleistung dar. Jedoch gibt es laut Ester Reijnen, Iris-Katharina Penner und Klaus Opwis keinen standardisierten Test, um diese verschiedenen Leistungen diagnostisch zu erfassen. In den meisten Leistungstests finden sich deshalb Untertests um ausgewählte Gedächtnisleistungen zu ermitteln, oft in der Form von Lern- oder Gedächtnisaufgaben. [Sch06]

Motivation

Trotz verschiedener Formen von Motivation sind in einem Lernspiel wie "Arctic Economy" besonders Leistungs- und Lernmotivation relevant. Die Motivation eine Leistung zu erbringen beinhaltet, dass die Person einen entsprechenden Gütemaßstab erfüllen oder übertreffen will. [MACL53] Es muss eine Aufgabe vorhanden sein, die gelingen oder misslingen kann, damit die Thematik einer Leistung vorliegt. [Hec63] Das ist nicht nur durch die Aufgaben des Spielens gegeben, sondern auch durch die Möglichkeit, Lernfragen falsch oder richtig zu beantworten. Der Aspekt der Lernmotivation hingegen ergibt sich daraus, dass "Arctic Economy" entsprechende Inhalte zum Lernen darbietet, deren Bearbeitung Motivation erfordert. In dieser Hinsicht sind Leistungs- und Lernmotivation, seien sie extrinsisch oder intrinsisch, ebenso die Arten von Motivation, die beim selbstständigen Lernen in Vorbereitung

auf eine Abfragung oder Nutzung des erlernten Wissens für die Einzelperson ausschlaggebend sind und scheinbar von Audio in ihrer näheren Umgebung beeinflusst werden können.

2.2.2. Musikalische Präferenzen

Vorzüge

Es ist nur nachvollziehbar, dass Lernende Musik in ihrem näheren Umfeld ausschalten, sobald sie ihre Konzentration stört. [KH10] Wenn sich Personen dazu entscheiden Musik jedoch weiterhin spielen zu lassen, dann bevorzugen sie je nach Umstand sehr unterschiedliche musikalische Untermalungen. Umfragen unter Studierenden ergaben verschiedene Präferenzen, die jeweils passend zur Lernstrategie gewählt wurden. [10] Darüber hinaus wurde ebenfalls bereits ermittelt, dass individuell präferierte Musikstücke die größte positive Wirkung auf den Hörer haben. [Rö86] Je schwieriger eine Aufgabe ist, desto bewusster werden bestimmte Genres von Musik im Hintergrund gewählt, oder diese komplett ausgelassen. [GS21] Instrumentale, ruhige und klassische Musik werden hierbei generell als am wenigsten ablenkend wahrgenommen, während Jazz, vokale und Pop-Musik die meiste Ablenkung zu erzeugen scheinen. [GS21]

Studierende hören scheinbar am meisten Musik, wenn sie Denk- oder Schreibaufgaben erledigen müssen [KH10], wie zum Beispiel mathematische Aufgaben. [Umu15] Beim Lesen von Büchern hingegen bevorzugen viele instrumentale, beispielsweise klassische, Musik. Als beliebtestes Tempo wird dabei "langsam" genannt. [YAW07] Zahlreiche Studien demonstrieren positive Effekte von Musik auf die Gedächtnisleistung, wobei auf der anderen Seite Hörer bei Gedächtnisaufgaben oft Musik am geringsten einsetzen. [BCM⁺19] [GA19] [KdGHH16] [LHS18] [Lem19] So wird unter anderem bei Sprach- oder Geschichtsaufgaben Musik hingegen eher störend wahrgenommen. [Umu15] In manchen Fällen gibt es auch Widersprüche zwischen der festgestellten Leistung und den Präferenzen der Hörer. Beispielsweise wird trotz verschiedener Studien, welche die negativen Effekte von Musik in Hinsicht auf Leseverständnis zu belegen versuchen, Hintergrundmusik von sehr vielen bevorzugt. [PC14] [TSL12]

Gründe

Ziehen Lernende es eher vor keine Musik zu hören, dann wird das am häufigsten damit begründet, dass es die Konzentration stört. Wobei vokale Musik als besonders störend wahrgenommen wird. [GS21] Dies ist eine Erkenntnis, die mehrere Quellen bestätigen. [KH10]

Wenn auf der anderen Seite doch die Entscheidung fällt Musik bei entsprechenden Aufgaben anzuhören, dann oft, um die Emotionen des Hörers zu verstärken oder zu ändern. [JS01] Das Lernen angenehmer zu machen [JJ21], Langeweile aufzuheben [KH10], Motivation zu verstärken und positive Stimmung zu erzeugen [GS21] sind wesentliche von verschiedenen Quellen genannte Gründe. Auch Erhöhung der Konzentration [KH10], Reduzieren von Testangst [JJ21], Beruhigung [KH10] und das reine Wachhalten sind oft benannte Aspekte. [JJ21] [GS21]

2.2.3. Funktionsweise der Wahrnehmung von auditiven Signalen

Aufnahme und Wirkung

Die Verarbeitung auditiver Signale geschieht, wenn nicht vollständig, zumindest zum Teil automatisch, weshalb ein gewisser Anteil von Sounds stets ungehindert ins Kurzzeitgedächtnis gelangen kann. [HBD04] Er wird immer verarbeitet, selbst wenn die Aufmerksamkeit des Hörers auf etwas anderes gerichtet ist. Vom Gehirn ausgeführte organisatorische Aufgaben können in dieser Hinsicht von der Audiowahrnehmung in Anspruch genommen werden und damit andere Inhalte, die ebenfalls organisatorisch verarbeitet werden müssen, beeinträchtigen. [BMTJ01] In dieser Hinsicht scheint nicht aufgabenbezogene auditive Stimulation die Funktion des Arbeitsgedächtnisses zu behindern. [KRBB17] Deshalb gehen einige Theorien davon aus, dass irrelevante Sounds die Aufmerksamkeit von jeglicher Aufgabe weg und stattdessen auf sich ziehen, egal welche Art von Verarbeitung die Aufgabe benötigt. [JJ21] Diese Minderung der Gedächtnisleistung von Hörern, während sie akustischer Stimulierung ausgesetzt sind, wird "Irrelevant Sound Effect" genannt. [EZ14] Es ist jedoch eine gewisse Abstufung darin erkennbar, wie stark verschiedene Hintergrundgeräusche diesen Effekt auslösen. Alleinige Lautstärkeänderung, zum Beispiel das An- und Abklingen eines Geräuschs, reicht nicht aus, um einen merklichen "Irrelevant Sound

Effect” zu erzeugen. [EZ14] Und auch die durchschnittliche Lautstärke eines Stroms an Hintergrundgeräuschen scheint keinen Einfluss auf das Level eines ”Irrelevant Sound Effects” zu haben. [Col80] [EH98] Es benötigt vor allem Frequenzänderungen über die Zeit [EZ14], also das Verändern eines bestehenden Geräusches oder das Auftauchen von vorher nicht bekannten auditiven Signalen. Und selbst solch ein reiner Frequenzwechsel reicht nicht aus, um für maximale Ablenkung zu sorgen, sondern ein hohes spektrales Detail ist ebenfalls notwendig. Werden diese Details ”verschmiert” und damit versteckt, verschwindet letztendlich auch der ”Irrelevant Sound Effect”. [EZ14]

Sprache

In Hinsicht auf die Ablenkung durch Sprache und Vokalmusik lassen sich ambivalente Meinungen in verschiedenen Studien vorfinden. Einerseits gibt es Vermutungen, dass für den ”Irrelevant Speech Effect” im Allgemeinen eher ein phonologisch-klanglicher Aspekt verantwortlich zu sein scheint, als ein sprachlich semantischer. [SPDM00] Auf der anderen Seite lassen einige Experimente vermuten, die disruptiven Effekte von Hintergrundgeräuschen, besonders bei Leseverständnis [MWF88] und Gedächtnisaufgaben [EZ14], würden hauptsächlich auf den semantischen Eigenschaften des Sounds basieren. [MWF88] In jedem Fall produzieren Sprache und sprach-ähnliche Sounds jedoch die größten ”Irrelevant Sound Effects”, was nahelegt, dass grundsätzlich sprach-ähnliche Signale besonders zur Ablenkung durch Sound beitragen. [EZ14]

2.2.4. Lernen und Arbeiten bei Umgebungsgeräuschen

Was wirkt störend?

Was durch den ständigen Zugriff von auditiven Signalen auf das Arbeitsgedächtnis deutlich wird, ist die ablenkende Wirkung allein schon durch irrelevante Sounds bei der Konzentration auf eine Gedächtnisaufgabe. [BMTJ01] Besonders Hintergrundgeräusche mit Stimmen oder stimm-ähnlichen Sounds haben einen störenden Effekt. [BMTJ01] Selbst relativ leise Hintergrundgeräusche zeigen bereits eine deutliche Auswirkung auf die Effizienz beim Bewältigen kognitiver Aufgaben. [BMTJ01] Allerdings hat das Erhöhen der Lautstärke scheinbar keine verstärkte Ablenkung zu Folge.

Der Effekt von irrelevanten Sounds auf die Performance scheint also unabhängig von der Lautstärke zu sein. [Col80] Demzufolge reicht der reine Verarbeitungsaspekt von Audio aus, eine entsprechende Ablenkung beim Hörer hervorzurufen.

Dazu lässt sich ergänzend feststellen, dass insbesondere laute Geräusche mit bedeutungsvollen Informationen, wie das Klingeln eines Mobiltelefons, ebenso zu unwillkürlicher Ablenkung führen können. [dlMH17] Insgesamt haben unvorhersehbare Hintergrundgeräusche eine wesentlich höhere Auswirkung auf die Leistung von arithmetischen und Gedächtnisaufgaben als Stille. [BB98]

Was behindert nicht?

Aus den geschilderten Erkenntnissen geht bereits hervor, dass gleichbleibende Sounds die Arbeitsleistung nicht beeinflussen. [JMM92] Selbst zwischen unterschiedlichen aufeinanderfolgenden auditiven Signalen ist zur Erzeugung eines "Irrelevant Sound Effect" eine Frequenzänderung nötig. [EZ14] Und spezifisch bei Gedächtnisleistungen ist nachgewiesen, dass Lautstärkewechsel oder "Noise" mit einer sprachähnlichen Lautstärkemodulation keine ausreichende Interferenz erzeugen. [EZ14]

2.2.5. Lernen mit Musik

Was lenkt ab?

Ebenso wie bei Soundeffekten gibt es auch bezüglich Musik klare Erkenntnisse, was vorrangig zu Ablenkung führt. Im Allgemeinen erzeugen musikalische Sequenzen mit hoher Komplexität (zum Beispiel Frequenz- und Tempowechsel) besonders hohe Ablenkung. [EZ14] Beispielsweise wirkt sich Staccato in einer Hintergrundmusik stärker auf akustische Gedächtnisleistungen aus als Glissando. [SHK08] Sehr komplexe Musik, beispielsweise Klassik, scheint die Aufmerksamkeit der Hörer zu sehr auf sich zu ziehen und somit die Konzentration auf andere Aufgaben zu beeinträchtigen. [HCB45] Häufiger Rhythmuswechsel, der schnell die wahrgenommene Komplexität in der Musik erhöhen kann, sorgt dafür, dass der Fokus des Hörenden eher auf der Musik liegt, anstatt auf dem Lesen oder Lernen. [Umu15]

Neben der reinen Komplexität ist erneut das Vorkommen von Sprache ein kritischer Aspekt. Insbesondere Vokalmusik trübt das Verstehen eines Textes mehr als Instrumentalmusik oder Hintergrundgeräusche. [dIMH17] [AF10] [PC14] [TSL12] Dennoch haben gesprochene Inhalte in Musik sowie rückwärts abgespielte Sprache, einen geringeren Ablenkungseffekt als reine Sprache. [EZ14] Dabei ist es scheinbar irrelevant, ob die Musik bevorzugt wird oder nicht. Das Textverständnis ist gleichermaßen schlecht bei bevorzugter oder nicht bevorzugter Musik im Vergleich zum Hören von vokaler oder instrumentaler Musik. [PC14]

Warum lenkt es ab?

Warum die Ablenkung besonders bei neuartiger oder komplexer Musik hoch ist, lässt sich inzwischen entsprechend erklären. Grundsätzlich sorgen bestimmte gehörte Tonabfolgen beim Konsumenten dafür, dass dieser eher eine konkrete Weiterführung der Tonfolge erwartet. [Kru90] [Hur06] Das geschieht, indem Erinnerungen an vergangene Wahrnehmungen von Audiosignalen abgespeichert wurden und auch wieder abgerufen werden können. Diese Erinnerungen reflektieren wahrgenommene Eigenschaften des ursprünglichen Sounds. [ZS13] So dienen sie als eine Art Vorlage, welche Informationen über Verlaufsmuster von Sound in musikalischen Strukturen beinhalten. [ZS13] Die Erwartungen eines Individuums basieren auf seinen musikalischen Vorlagen, welche sich über sein gesamtes Leben hinweg ansammeln. [ZS13]

Solche musikalischen Erwartungen zu unterwandern löst beim Hörer eine Reaktion in der unteren Stirnwindung des Gehirns aus, besonders auf der rechten Seite. [BKGF01] [TKE+06] Bei einer korrekten Vorhersage scheint der Hörer mit Dopamin "belohnt" zu werden [ZS13], wobei das Abweichen von der Erwartung des musikalischen Verlaufs dafür sorgt, dass die Aufmerksamkeit des Hörers weg von seiner momentanen Aufgabe und auf die Musik selbst gerichtet wird. [JJ21]

Vermeidung von Ablenkung und Vorteile durch Musik

Trotz der vielen ablenkenden Aspekte von Musik beim Erbringen von Leistung gibt es auch einige Möglichkeiten diese zu verringern, oder sogar positive Aspekte aus dem Abspielen von Musik zu gewinnen. Erklingt Hintergrundmusik vor einer zu erbringenden Leistung anstatt währenddessen, scheint sie Aufmerksamkeit und

Gedächtnis sowie positive emotionale Stimmung zu unterstützen und nicht zu verringern. [dlMH17] Besonders vor Leistungsaufgaben, wie zum Beispiel Schultests, hilft sie bei der Angst- und Stressbewältigung. [Hay03]

Wird Musik jedoch zur gleichen Zeit abgespielt, wie die zu erbringende Leistung gefordert ist, besteht die Möglichkeit, sich durch eine erhöhte Konzentration auf die Aufgabe gegen die ablenkenden Effekte der Hintergrundmusik durchzusetzen. [HMH+14] [SM15] Dazu kommt, dass der ablenkende Effekt "überraschender" Verläufe durch eine Vorwarnung an die Hörer negiert werden kann. [HHM+13]

Geteilte Auffassungen gibt es bezüglich der Frage, welche Musikgenres zur Steigerung der Konzentration geeignet sind. Wie bereits erwähnt, sind persönliche musikalische Vorlieben hier besonders bedeutsam. Unabhängig vom Tempo der Lieder scheint bevorzugte Musik einen deutlich positiven Effekt auf nicht verbale Aufgaben, erwähnt sei hier das Beispiel der mentalen Rotation, zu haben. [PW12] Davon abgesehen vertreten einige Studien die Meinung, dass verschiedene Musikgenres unterschiedliche Effekte auf die Konzentration haben. Instrumentale und ruhige Genres scheinen dabei generell den geringsten Effekt auf die kognitive Leistung zu haben. [AG08] [AFM12] [TSL12] [ZCJX09] Manche Studien behaupten sogar, der Effekt von Musik wäre vollkommen unvorhersehbar und abhängig vom Hörer, da sie positive, negative sowie keine Effekte bei unterschiedlichen Individuen festgestellt haben. [FOD+22]

Auf der anderen Seite konnten verschiedene moderne Studien bisher keinen direkten Bezug zwischen dem Genre der gehörten Musik und einem bestimmten Vorzug unter Studierenden zu Lernzwecken ziehen. [Umu15] Die laut dieser Studien fehlende Beziehung zwischen Arten des Lernens und Musikrichtungen deutet darauf hin, dass keine Musikrichtung Studenten direkt vom Lernen abhält. [Umu15] Ebenso gibt es scheinbar keinen Bezug zwischen Persönlichkeit und Musik in Hinsicht auf kognitive Aufgaben. [CPSTF09]

Zusammenfassend betrachtet wirkt also wahrscheinlich kein Musikgenre explizit störend auf die Konzentration ein. Allerdings werden mehrheitlich genre-übergreifende Merkmale, wie der Einsatz von Gesang und Text sowie überraschende Änderungen im musikalischen Verlauf benannt, welche ohne vorherige Gewöhnung vermehrt zur Ablenkung beim Konsumenten führen.

3. Anforderung und Spezifikation

3.1. Audio

Neben den für dieses Projekt spezifischen Umständen gibt es darüber hinaus Eigenschaften von Sound, die allgemein für jedes Videospiel gelten. Wie bereits mehrfach erwähnt, ist es wichtig, dass der Ton zur Erhöhung der Immersion sowie Vermittlung von Feedback bezüglich der Spielregeln benutzt wird. Des Weiteren kann er, falls es sich anbietet, wesentliche Hintergrundinformationen über das zu lernende Thema vermitteln. [WBMP17] Außerdem sollten Lautstärke und Frequenzen von Musik und Soundeffekten aufeinander abgestimmt sein, wodurch Überlagerungen vermieden werden. [Mar09] Das ist eine Aufgabe, die das Nutzen von "high-quality"-Audio bekräftigt. [WBMP17]

Weiterhin ist es empfehlenswert, sich an bereits etablierten Stilen sowie Konventionen im Hinblick auf Spielinhalte oder Genres zu halten [Erb13], außer es liegen ausreichende Gründe vor, diese unbeachtet zu lassen. [Sin20] Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, andere Spiele aus den Aufbau- und Strategie-Genres zu Rate zu ziehen sowie sich Soundeffekt- und Musikstile zu suchen, welche Orientierung sowie einen kohärenten Stil bieten. Konventionen reichen vom Soundinhalt bis hin zu technischen Aspekten. Für die Implementation in der Engine von "Arctic Economy", die Unity genannt wird, ist letzteres recht übersichtlich gehalten. Jegliche Audiodateien sind im .wav- oder .mp3-Format und mit Stereo-Kanälen zu erstellen, es sei denn, es handelt sich um einen Soundeffekt, der spezifisch von einer Soundquelle kommt. Hierfür bietet sich Mono an, da das Stereosignal aus der Position des Spielers zur virtuellen Umgebung entspringt.

3.1.1. SFX

Mit Blick auf die Anforderungen zur Lernförderung ist die Ablenkung durch Soundeffekte minimal zu halten. Obwohl manchmal alarmierende Effekte notwendig sind, sollten laute, plötzliche Geräusche vermieden werden, um den Spieler nicht vollständig aus der Konzentration zu reißen. Gleiches gilt für sehr hohe Sounds. Sie ziehen eher die Aufmerksamkeit auf sich, da sie näher erscheinen [CHTD10], und können somit für den Lernprozess störend wirken.

Für die Qualitätsanforderungen ergeben sich aus den etablierten Grundlagen und dem Kontext von "Arctic Economy" in Hinblick auf Soundeffekte mehrere Punkte. So ist zwar die allgemeine Empfehlung, dass Sounds die Aufmerksamkeit des Spielers grundsätzlich auf sich ziehen sollten [Mar17]. Im Kontext des Lernspiels ist jedoch eine andere Herangehensweise sinnvoller. Zur Minimierung der Ablenkung bei gleichzeitigem Erhalt des Informationszwecks, sind die verwendeten Soundeffekte mehr im Hintergrund und atmosphärisch zu halten. Passend dazu wird empfohlen, vollständige Stille zu vermeiden, um das Ablenken des Hörers durch Geräusche außerhalb des Spiels zu verhindern. [Sin20] Dies kann auf simple Weise durch das Bereitstellen eines Hintergrundambientes sichergestellt werden. [Mar17]

Ein weiterer zu vermeidender Aspekt ist die Überlagerung, die gleichfalls bereits angesprochen wurde. [Mar17] Da es in "Arctic Economy" dauerhaft laufende Maschinen und geschäftige Wohnbereiche gibt, ist es sinnvoll, in diesem Kontext langanhaltende und kurze Soundeffekte durch Nutzung unterschiedlicher Frequenzen voneinander abzugrenzen. Darauffolgend können somit die Länge der kurzen Sounds sowie die Lautstärke der gesamten Audio-Umgebung besser aufeinander abgestimmt werden.

Zu den Themen der Ablenkung und Abstimmung kommt als weitere Anforderung, dass das Sounddesign von Spielen intensiver und "bigger than life" sein soll. [Sin20] [Mar17] Gewährleistet werden kann dies mit einem durchdachten und vorsichtigen Einsatz von intensivierenden Methoden des Sounddesigns.

Mit dem Aspekt der erhöhten Intensität im Vergleich zur Realität kommt auch der Aspekt der Immersion. [Mar17] Das "Versetzen in eine andere Realität" ist durch die Berücksichtigung von Kontext zu erreichen. [Jø09] Die im Spiel "Arctic Economy" verwendete Umgebung beinhaltet eisigen Wind, rauschende Wellen, in der Antarktis heimische Tiere sowie die typischen Geräusche einer modernen, wenn nicht sogar

zukünftigen, Siedlung. Diese dargebotenen visuellen Inhalte sollten sich mit dem Sound ergänzen [Sin20] und auf diese Weise das Einfühlen des Spielers garantieren, was möglicherweise sogar den Umgang mit den dargebotenen Lerninhalten steigern und somit die Lernergebnisse verbessern könnte. [LAC17]

Neben all diesen Bedingungen ist es auch wichtig, für Abwechslung zu sorgen. Um Monotonie zu vermeiden und gleichzeitig Konsistenz zu erhalten sowie Soundeffekte mit ansprechend hoher Qualität zu erstellen ist es notwendig, Layering anzuwenden [Sin20]. Dabei werden mehrere Audiodateien, aus denen der jeweilige Effekt erstellt werden soll, passend übereinandergelegt und somit diejenigen akustischen Qualitäten erzeugt, die von den visuellen Inhalten des Spiels benötigt werden. [ZB20] Ohne die Abwechslung zu vernachlässigen, ist es zur Vermeidung von Verwirrung und Ablenkung gleichermaßen bedeutsam, diese mit Geräuschen gestaltete Welt für den Hörer immer eindeutig zuordenbar zu halten. Insbesondere bei einer signalisierenden Rolle des Tons sollte der Nutzer den Kontext kennen, und wissen, woher das Geräusch kommt oder warum es gespielt wurde. Ihm müssen genügend Informationen über die Spielsituation mitgeteilt werden, damit für den weiteren Verlauf die richtigen Entscheidungen getroffen werden können. [Sin20] In "Arctic Economy" kann dies gelöst werden, indem wichtige Signale ein immer wiederkehrendes Element besitzen, das sie eindeutig kennzeichnet. Somit ist einerseits Abwechslung und andererseits eine erlernbare Zuordnung zwischen Audio und Geschehnis im Spiel gewährleistet, welche trotzdem die notwendigen Bedingungen eines Lernprogramms berücksichtigt.

3.1.2. Musik

Musikalische Untermalung hält für "Arctic Economy" bezüglich des Aspekts der Ablenkung einige Herausforderungen bereit. Zunächst, wie bereits mehrfach genannt, ist der Einsatz jeglicher vokaler Elemente zu vermeiden. Der Soundtrack darf außerdem nicht durch überraschende Wendungen ablenkend wirken, muss aber dennoch unterhaltsam genug sein, um den Nutzer nicht durch ständige Wiederholung zu stören. Die Länge der zu komponierenden Musikstücke kann in dieser Hinsicht beliebig gewählt werden, sollte jedoch so lang sein, dass durch die ständige Wiederholung während des Spielens diese nicht unangenehm auffällt.

Musikalische Elemente und Instrumente des Soundtracks sind kontextuell dem Spiel anzupassen. Die durch visuelle Elemente bereits festgelegte Stimmung des Spiels

wird durch die Musik ergänzt und unterstrichen. Das beinhaltet auch die Problematik der Adaptivität, da die Musik sich dem verändernden Spielkontext anpassen muss. Um die nötige Kohärenz zu erzeugen und gleichzeitig Abwechslung zu bieten, kann es beispielsweise von Nutzen sein, Melodie, Rhythmus und Tempo gleich zu halten und stattdessen eher die Instrumente auszutauschen. [Dil21] Somit kann eine Gewöhnung an den musikalischen Verlauf stattfinden sowie der Unterhaltungswert erhalten bleiben. Generell sollte ein adaptiver Soundtrack durchweg einem Grundsatz an Regeln folgen, welche der Komponist in Bezug auf musikalische und Sound-Parameter etabliert hat. [WE06] Entscheidend dabei ist eine möglichst unauffällige Anpassung an den Verlauf der Handlung, die eine Unterbrechung der Vereinnahmung des Spielers verhindert. [Woo09] Beispielsweise sind deutlich spürbare Unterbrechungen beim Einspielen eines neuen Bestandteils des Soundtracks zu vermeiden, weil es ansonsten, zusätzlich zur Brechung der Immersion, in einem Lernspiel noch den Nachteil hätte, durch den rapiden und kurzzeitigen Lautstärkewechsel besonders ablenkend zu wirken. Um die Rechen- und Arbeitslast zu reduzieren, ist es deshalb günstig, die Anzahl der Anpassungen gering zu halten. Stattdessen ist eher darauf zurückzugreifen, der Musik einen ausreichenden Mangel an Eindeutigkeit zu geben, um die Variabilität des Videospieldelaufs begleiten zu können [Cus13]

Für die gesamte musikalische Vertonung ist eine Orientierung am Industriestandard nötig. Filme und andere Spiele können hierbei als Vorlage für die beste Instrumentalisierung und Verwendung musikalischer Stilmittel dienen. [Col08] Gleiches gilt für Mixing und Mastering sowie Struktur, welche, historisch betrachtet, näher an einer barocken Suite als einer klassischen Sonate ist. [Cus13]

3.2. Evaluation

3.2.1. Motivation

Das Messen der Motivation bei Lernaufgaben ist besonders wichtig, wenn die Situation höhere Anforderungen an die Selbstregulation stellt oder ausdauerndes Engagement trotz Schwierigkeiten beim Lernen fordert. [RVB01] Spezifisch in einem Lernspiel wie "Arctic Economy" ist durchgehendes Engagement wichtig, weil das Spielen selbst neben dem Lernprozess eine zusätzliche Herausforderung darstellt. Wie bereits in den Grundlagen erwähnt, sind Leistungs- und Lernmotivation hier

besonders relevant. Somit ist es wichtig, die Bereitschaft zum Erbringen der Spiel- und Lernleistung sowie zur Auseinandersetzung mit den dargebotenen Lerninhalten gleichermaßen zu erfassen.

Allgemein ist Motivation schwer messbar, besonders der Versuch sie im Stil eines Intelligenztests zu messen. [RV18] Sie besteht qualitativ aus einer Vielzahl von Komponenten, die im Abschnitt 4.3.2 näher beschrieben werden. Statt einer Messung, wie sie in Intelligenztests stattfindet, ist es nötig, einzelne relevante Komponenten zu erfassen und miteinander in Beziehung zu setzen. [RV18] In dieser Hinsicht ist es notwendig für die Evaluation einen entsprechenden Test heranzuziehen, der die verschiedenen Teilaspekte beleuchtet sowie explizit für Lern- und Leistungsmotivation ausgelegt ist.

Während jedoch eine reine Leistungsmessung keinen direkten Einblick in die Motive der Anstrengung liefert, kann ein zusätzliches qualitatives Interview als wissenschaftliche Methode [WHH⁺10] genau diese Beweggründe hinterfragen. Eine kombinierte Vorgehensweise liefert neben der quantitativen Datenerhebung eines Motivations-tests auch noch qualitatives Feedback. Die persönliche Auffassung der Probanden erlaubt außerdem einen Einblick in die tatsächlichen Hintergründe der Testergebnisse.

3.2.2. Leistung

Die zu erbringende Leistung besteht bei "Arctic Economy" aus zwei Teilen, der Lernleistung sowie dem Spielerfolg. Es gilt beides miteinander in Relation zu setzen, um die jeweilige Wirkung von Audio akkurat feststellen zu können.

Bei der Gedächtnisdiagnostik wird oftmals die Erfüllung eines vorgegebenen Ziels zur Leistungsdiagnose angewendet, wie die Wiedergabe von Ziffernspannen oder Mustern. Das Gleiche gilt für Intelligenztests oder auch allgemeine Prüfungen im schulischen Umfeld. [Sch06] Um also eine Leistung konkret zu bemessen, ist das korrekte Erfüllen von Vorgaben notwendig. Im Kontext des Spiels beschreibt dies die Anzahl korrekt beantworteter Fragen, sowie das Treffen von nützlichen Entscheidungen für das Erreichen von entsprechend gestellten Spielzielen. Während ersteres durch simples Erfassen des Verhältnisses zwischen falschen und richtigen Antworten möglich ist, benötigt letzteres ein System, das explizit an das jeweilige Spiel angepasst ist, um dessen Verlauf als positiv oder negativ zu beurteilen. Hierfür bietet sich

ein entsprechendes Bewertungssystem an, in welchem verschiedene Spielzustände als Variablen gemessen und aufgezeichnet werden, damit bewertet werden kann, ob der Spieler erfolgreich in Richtung des Spielziels handelt, was wiederum eine Beurteilung von "falsch" und "richtig" ermöglicht. Somit wird über das Verhältnis zwischen diesen Werten die Auswirkung von Musik auf jene Faktoren gemessen.

Geschwindigkeit beim Bewältigen von Aufgaben ist meist Teil von Intelligenztests, steht in Verbindung mit Messungen des Arbeitsgedächtnisses und gibt Rückschlüsse auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Probanden. [Sch06] Zur Feststellung der erbrachten Lernleistung ist sie somit ein zentraler Faktor. Im Kontext des Spiels bezeichnet das die Antwortgeschwindigkeit nach dem Stellen von Fragen oder die Erfüllung eines vom Spiel gestellten Ziels. Diese Daten sind vom Programm aufzeichnen zu lassen und anschließend zwischen den Probanden zu vergleichen.

4. Erstellung und Implementation

4.1. Erstellung und Implementation von Audio

Zur Erstellung der Soundeffekte und Musik wurden zwei verschiedene Programme herangezogen. Für die meisten Soundeffekte wurde Audacity (4.1) benutzt, das mit einer simplen Arbeitsweise und einem Grundstock an Audio-Effekten das Verarbeiten von Sounddateien erlaubt. Das zweite Programm, FL Studio 21 (4.2), hält als umfangreiche Digital Audio Workstation (DAW) eine Vielzahl von Werkzeugen zur Komposition von Musik und Soundbearbeitung bereit. Es diente besonders der Komposition von untermalender Hintergrundmusik.

4.1.1. Erstellung der Soundeffekte

Vorüberlegung

Im Bereich der Soundeffekte waren zunächst gewisse Vorüberlegungen notwendig, um die erforderliche Verbindung zum Kontext des Spiels zu garantieren sowie zu ermitteln, welche Inhalte eine Vertonung benötigen. Zu beachten war hierbei als erstes das "Setting". In "Arctic Economy" hat der Spieler die Aufgabe, die tauende

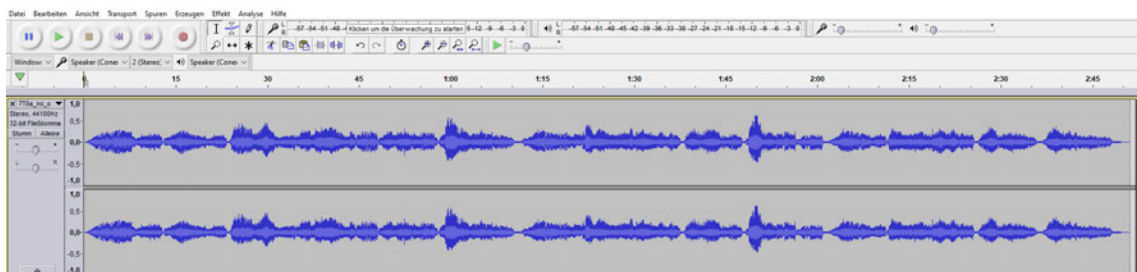


Abbildung 4.1.: Arbeitsoberfläche von Audacity



Abbildung 4.2.: Logo von FL Studio

Antarktis zu besiedeln. Das umschließt die Erkundung der Landzunge, auf der man sich befindet, das Entdecken der Natur, die Konstruktion von Wohngebäuden und die Versorgung einer Gesellschaft. Außerdem muss der Spieler das Verwalten eines wirtschaftlichen Systems erlernen. Hierbei gilt es mit Bewohnern zu interagieren und deren Ansprüche kennenzulernen, private Firmen anzuwerben, unverarbeitete Ressourcen abzubauen und zu verwalten, sowie sich mit dem lokalen Markt auseinanderzusetzen, der aus diesen Teilkomponenten heraus entsteht. All das findet in einem zeitlichen Kontext der nahen Zukunft statt. Aus diesem Kontext heraus lässt sich eine Verbindung zur Realität herstellen, was wiederum Rückschlüsse auf die zu verwendenden Geräusche ermöglicht, um den etablierten Assoziationen der meisten Nutzer gerecht zu werden. Da beispielsweise der Abbau von Rohstoffen in dieser Zeitperiode durch moderne Maschinen geschieht, wird auf Geräusche von entsprechend modernen Motoren und Hydraulik zurückgegriffen. Ebenso ist das zu bearbeitende Material, Stein und Erz, klangtechnisch zu berücksichtigen. Bei Konstruktionen sollten Klänge moderner Baugeräte und -werkzeuge erklingen, sowie Kollisionen und Bearbeitungsgeräusche von Stahl und Beton hörbar sein. Fabriken, die der Spieler in der Spielwelt platziert, werden mit Klängen moderner Fertigungsanlagen unterlegt. In Hinsicht auf die Management-Aspekte des Spiels ist das Zurückgreifen auf kontextuell deutlich erkennbare Sounds sinnvoll. Das Rascheln von Papier symbolisch für die Dokumente in einem Büro, oder das Klingeln von Münzen, um die Assoziation auf Geldaustausch hervorzurufen. Mit dem Einsatz moderner Hilfswerkzeuge, wie Computer, sind auch synthetische Geräusche wie das Klicken beim Bedienen einer Nutzeroberfläche sinnvoll. Neben all diesen menschengemachten Sounds ist allerdings auch die natürliche Umwelt zu betrachten, auf die das Spiel Referenz nimmt.

Am Rande der Antarktis, befindlich im Tauwetter, sind die Wellen des Ozeans sowie ein harscher Wind zu erwartende Phänomene. Pinguine, als die typischen Bewohner der Antarktis, sowie Möwen, angelockt durch auftauende Küsten, können für den Nutzer die notwendige Verbindung zu aus der Realität bekannten Umgebungen und Situationen hervorrufen. Mit dem Wissen, in welchem Kontext die Geräusche bestehen sollten, konnte als Nächstes eine vollständige Liste der tatsächlich benötigten Geräuschkulisse von "Arctic Economy" erstellt werden. Für das Spiel lässt diese sich in drei grobe Bereiche einteilen. Ambiente Sounds stellen die Umgebungsgeräusche dar, die man in der Spielwelt hören kann. Sie stellen eine Verbindung für den Spieler zu seiner virtuellen Umgebung her. In den meisten Fällen werden sie eingespielt, sobald der Spieler in die Welt eintritt. Jedoch ist es auch möglich, diese Sounds objektabhängig zu behandeln und erst zu verwenden, wenn ein gewisses Objekt beginnt in der virtuellen Umgebung zu existieren. Die Lautstärke der ambienten Geräusche ist positions- und höhenabhängig. Je nachdem wie groß der Abstand der Kamera zum Boden oder zu entsprechenden Objekten ist, wird die Lautstärke der Geräusche angepasst. Dabei sind die Übergänge fließend. Umgebungsgeräusche weisen außerdem eine hohe Repetitivität auf und werden entweder als dauerhafte Loops abgespielt oder aus mehreren kurzen Sounddateien, die abwechslungsreich zur Laufzeit abgespielt werden, zusammengesetzt. Im ersten Fall bieten die Loops eine andauernde Geräuschkulisse mit langen Abspielzeiten, um eine schnelle Wiederholung zu vermeiden. Im zweiten Fall werden die Soundeffekte unregelmäßig abgespielt und nie direkt nacheinander wiederholt, sodass eine dauerhafte, zur Laufzeit generierte, Abwechslung geboten wird. Beispiele objektabhängiger Sounds sind hierbei Arbeitsgeräusche aus Minen und Firmen, sowie Gespräche in der Nähe von Häusern. Objektunabhängige Sounds hingegen sind Wellen, die durch die Nähe zum Rand der Spielwelt in ihrer Lautstärke verändert werden, Wind und Tiere. Für Tiere sind, wie bereits erwähnt, Pinguine und Möwen einzusetzen, wobei Pinguine ihre maximale Lautstärke in der Nähe des Bodens der Spielwelt erhalten und Möwen auf mittlerer Distanz zwischen maximaler und minimaler Kamerahöhe. An der maximalen Kamerahöhe wird stattdessen der stetige Wind zunehmend laut hörbar. Wenn der Nutzer jedoch direkt mit der Welt interagiert, was einen Soundeffekt zur Folge hat, kann er in den Bereich der "World Interaction" eingeordnet werden. Solche Geräusche bestätigen, dass die Aktion des Spielers eine entsprechende Auswirkung hatte, oder benachrichtigen ihn über Veränderungen in der virtuellen Welt, welche möglicherweise auch indirekt durch ihn hervorgerufen wurden. Denkbare Auslöser für einen World Interaction-Soundeffekt sind das Anwählen eines Objektes, wenn dieser einen Befehl

durch den Spieler erhält, oder wenn eine Reihe eigenständiger Aktionen als Folge von Spielereingaben geschehen, zum Beispiel die Unterversorgung von Haushalten durch Vernachlässigung seitens des Spielers. Im Konflikt mit den bereits genannten Anforderungen für Sounds steht hier, dass diese Kategorie der Soundeffekte eine hohe Repetitivität aufweist, da sie oft abgespielt werden. Gleichzeitig sind sie aber ein Signal an den Spieler und müssen somit eine Wiedererkennbarkeit besitzen, die durch reines Austauschen der Soundeffekte verloren gehen würde. Um dem gerecht zu werden, bestehen alle Soundeffekte jener Kategorie aus zwei Elementen. Zunächst ist für jeden Effekt ein zentrales Element zu wählen, das immer abgespielt wird, somit zur Assoziation von Aktion und Geräusch und deshalb zur Wiedererkennbarkeit für den Spieler dient. Dazu wird eine zufällige Auswahl an weiterem Material abgespielt, das aus einer Liste an weiteren Sounddateien ausgewählt und in seiner Lautstärke und Tonhöhe bei jedem Abspielen variiert wird. In "Arctic Economy" fallen das Anklicken von Häusern, Firmen sowie Eisen- und Kohleminen, das Auftauchen einer Warnung der Unterversorgung eines Haushalts, die Konstruktion von Plattformen, Gebäuden, das Abreißen dieser und das Aufsammeln von Objekten in der Spielwelt in die Kategorie der "World Interaction". Die letzte für "Arctic Economy" relevante Kategorie lässt sich unter dem Begriff "User Interface" zusammenfassen. Diese Sounds geben ebenso eine Rückmeldung an den Spieler, sind jedoch ausschließlich an Elemente der Bedienungsfläche gebunden und wirken demnach nicht wie ein Bestandteil der Spielwelt. Stattdessen signalisieren sie dem Spieler auditiv, welche Aktion gerade durchgeführt wurde. Demnach sind für ähnliche Funktionen, wie zum Beispiel das Klicken auf Buttons oder das Verlassen von Menüs, mitunter gleiche Soundeffekte einzusetzen, um den assoziativen Effekt zu erreichen. Audio wird im beschriebenen Bereich jedoch durchgehend einheitlich gehalten, was eine möglichst hohe Wiedererkennbarkeit bietet und somit den Nutzer bei einer effizienten Navigation unterstützt und klar vermittelt, welche Aktionen gerade durchgeführt werden. Abwechslung wird hauptsächlich darüber geboten, dass sich die verschiedenen durchführbaren Aktionen in Menüs auditiv voneinander unterscheiden. Dazu gehören das Öffnen, Bedienen und Navigieren der Baumenüs im Spiel, das Klicken von Haupt-, Options- und Pausemenü-Elementen, das Navigieren der Spielbibliothek sowie das Verwenden der unterschiedlichen Elemente der Nutzeroberfläche im Spiel selbst.

Zusammenschnitt

Auf Basis der Liste an zu vertonenden Inhalten und der Bestimmung des kontextuellen Rahmens war es nun möglich, eine Soundbibliothek einzurichten. Dieser Arbeitsschritt erlaubt einen schnellen und effizienten Zugriff auf zu verarbeitendes Material, und sichert einen einheitlichen Stil für die Geräusche im Spiel. Außerdem können Audiodateien somit auf simple Weise wiedergefunden und bereits beim Erstellen der Bibliothek aufeinander abgestimmt werden. Zu dem dafür spezifisch für "Arctic Economy" aufgenommenen Audiomaterial zählen Geräusche von Materialien und Werkzeugen in nächster Umgebung, Kollision von Metall und Holz, sowie simple Hand- und motorisierte Werkzeuge. Die Dateien wurden anschließend auf fehlerhafte Inhalte untersucht, korrigiert, unerwünschte Nebengeräusche herausgeschnitten und Hintergrundgeräusche mit einem "Noise-Filter" entfernt. Bei mehrfacher Aufnahme eines Geräuschs wurden die besten Varianten ausgewählt und als separate Dateien abgespeichert. Das wurde dann mit öffentlich verfügbarem Material ergänzt, besonders wenn entsprechende Sounds nicht vor Ort auffindbar waren, wie zum Beispiel Tiergeräusche. Auch große Maschinen, Wind und Wellen, die Kollision von großen Objekten miteinander sowie synthetische Sounds für die Nutzeroberfläche des Spiels wurden aus online öffentlich verfügbaren Bibliotheken entnommen und in gleicher Weise bearbeitet wie die projektspezifischen Sounds. Mit der getroffenen Auswahl an Dateien konnten nun neue Soundeffekte für "Arctic Economy" erstellt werden. Für Einzeleffekte ohne Variation wurde meistens eine Kombination aus Dateien erarbeitet und jeweils als neue Files exportiert. Das basiert auf der gängigen Arbeitsweise, aus Übersichtsgründen oft mehrere zusammenhängende Audioclips, die eine vollständige Aktion umfassen, zu einem Soundeffekt zusammenzufassen und untrennbar miteinander zu verbinden. [MG16] Sounds, die jedoch während der Laufzeit des Spiels variieren, können nicht als eine gemeinsame Datei abgespeichert werden, da dies ein dynamisches Zusammensetzen verhindern würde. Deshalb wurden hier nach dem ersten Schritt der Zusammenstellung des Sounds aus einer Gruppe von Sounddateien anschließend das zentrale Merkmal sowie seine Begleitung separat exportiert. Bei Einzel- sowie dynamischen Effekten war es beim Zusammensetzen der Teil-Sounds bedeutsam, eine zeitliche und Lautstärkeabstimmung vorzunehmen. In Hinsicht auf zeitliche Verschiebung musste beachtet werden, dass sich die Teilgeräusche nicht zu sehr überlagern und die Detaillichte nicht zu hoch ist, um die Wahrnehmung des Hörers nicht zu überfordern. Gleichzeitig durfte die Lautstärke

durch die Überlagerung von Dateien nicht zu stark ansteigen, da das eine Übersteuerung zur Folge gehabt und die Qualität beeinträchtigt hätte.

4.1.2. Erstellung von Musik

Vorüberlegung

Gemäß den theoretischen Grundlagen begann auch die Arbeit an der Musik mit der Auseinandersetzung mit dem Kontext des Spiels. "Arctic Economy" ist stark inspiriert durch andere Titel aus dem Genre der Aufbau- und Strategie-Spiele, wie Anno 2070 oder Anno 1800, Sim City, Civilization 5 und 6, Age of Empires 2, Starcraft 2 und Rise of Nations. Passend zu den bereits in den Grundlagen etablierten Voraussetzungen der Audio- Umgebung solcher Spiele ergibt sich bei der Musik das gemeinsame Merkmal von ruhiger, aber thematisch passender und nicht aufmerksamkeitsregender Hintergrundmusik. Um diese grundlegende Orientierung zu erweitern war es nötig, die Einsatzbereiche innerhalb des Spiels zu analysieren. Die Hauptaufgabe der Musik besteht im Kontext des Lernspiels "Arctic Economy" darin, zwischen den Spiel- und Lernbereichen der Anwendung auditiv zu differenzieren. Der Spielbereich ist der größte Bestandteil der Software, weswegen die Musik hier dauerhaft spielt. Da keine Lernprozesse durchgeführt werden müssen, kann dieser Bestandteil des Soundtracks mehr perkussive und deutlichere instrumentale Elemente beinhalten. Im Lernbereich hingegen, in dem der Spieler Informationen durch Lesen aufnehmen oder wiedergeben beziehungsweise durch beliebige Menüs navigieren muss, sollte die Musik wesentlich ruhiger sein, um einen möglichst geringen Ablenkungseffekt zu haben. Sie darf keine Perkussion beinhalten und sollte stark im Hintergrund bleiben. Aufgrund des oft vorkommenden Wechsels zwischen den zwei Spielabschnitten innerhalb der zentralen Spielszene, in der die Nutzer agieren, bietet es sich an, zwei Versionen eines Tracks zu komponieren. Beide Varianten werden wann immer nötig dynamisch überblendet und bieten somit eine schnelle und ästhetisch ansprechende Variante der Anpassung der Begleitmusik an die Anforderungen des Spiels. Mit der Orientierung in Stil und Zweck war zuletzt noch die Auswahl der an das Genre gebundenen passenden Instrumente notwendig. Zum beschriebenen zeitlichen Kontext des Spiels passt ein Genre, dass im Allgemeinen als "Synthwave" bezeichnet wird und viele Inhalte besitzt, welche typischerweise mit futuristischen oder modernen Inhalten in Verbindung gebracht werden, namentlich



Abbildung 4.3.: Flex Synthesizer-Bibliothek von FL Studio

Synthesizer(4.3). Die synthetische Erstellungsweise von Sounds ist eine Erscheinung des Informationszeitalters und somit verknüpft mit dem modernen Kontext. In Hinsicht auf die Rollen, die der Soundtrack jedoch übernehmen soll, passt besonders der Aspekt von typischer orchesterlicher Videospieldmusik. Sie kann ruhig im Hintergrund und nicht ablenkend wirken. Dazu erfüllt sie die Voraussetzungen der Uneindeutigkeit und reiner Instrumentalität. Wenn die Hauptmerkmale von "Synthwave" und orchesterlicher Videospieldmusik zusammengefügt werden, erhält man eine instrumentale Besetzung durch Synthesizer, klassische orchestrale Streicher (4.4), Drum Machine Perkussion sowie einer verzerrten Gitarre für Abwechslung und Betonung. Außerdem bieten sich eine langwierige und uneindeutige Melodieführung sowie der 4/4-Takt an.

Komposition

Zu Beginn der Komposition war es notwendig die Grundlagen der Melodie und Struktur zu etablieren. Die musikalisch-technischen Anforderungen verlangten ein langsames Tempo sowie eine gering zu haltende Anzahl musikalischer Elemente. Dadurch wird möglichst wenig Aufmerksamkeit vom Hörer abgefordert. Melodische



Abbildung 4.4.: Chamber Orchestra 2 virtuelles Instrument für FL Studio, eingestellt auf Streicher

Elemente, wie der Übergang in den Akkorden oder die Automatisierung von Effekten, waren nur langsam durchzuführen und abrupte Änderungen zu vermeiden. Eine durchkomponierte tragende Melodie, gespielt von Streichinstrumenten, sorgt mit ihrem uneindeutigen Verlauf stattdessen für Abwechslung. Bass- und Rhythmus-Elemente wurden an den Verlauf der Melodie angepasst, und neue Elemente im Verlauf des Soundtracks über längere Zeit beibehalten, anstatt nur kurzzeitig eingesetzt. Als erstes wurde auf diese Weise Variation A komponiert, die den Spielbereich begleitet. Bei der Bereitstellung der Variation für den Lernbereich von "Arctic Economy" wurde hauptsächlich auf die Verringerung der Anzahl und Intensität der musikalischen Elemente zurückgegriffen. Das Ersetzen der zentralen Instrumente, namentlich Streicher und Bass, durch sanfte Alternativen, die einen langsam an- und abschwelenden Charakter besitzen, erzeugte eine "atmosphärische" Wirkung. Weiterhin wurden volle Akkorde der Version A auf ihre höchsten Töne reduziert sowie die hohen Frequenzen aller Instrumente in ihrer Lautstärke verringert, um weniger intensiv aufzufallen. Außerdem kamen weder Perkussion noch Gitarren zum Einsatz.

Um den somit erstellten Soundtrack endgültig für die Verwendung im Spiel aufzubereiten, musste dieser noch die Prozesse des Mixens und Masterings durchlaufen. Zentral für das Mixen ist die Abstimmung der Lautstärke der einzelnen Instrumente



Abbildung 4.5.: Convolver Echo- und Hall-Effekt von FL Studio

innerhalb einer Variation zueinander. Besonders hohe Priorität hatten hierbei Perkussion, Bass und Streicher, während andere Elemente eher im Hintergrund blieben. Außerdem wurden entsprechende Effekte eingesetzt, um einzelne Instrumente oder ganze Gruppen, in ihrem Klang zu variieren. Echo und Hall (4.5) geben "Raum" für die Instrumente und ermöglichen somit einen natürlicheren Klang, wobei dieser Effekt grundsätzlich in beiden Variationen eher sanft eingesetzt wurde. Kompression (4.6) fügt mehrere Instrumente zu einem kompakten Klangbild zusammen und wurde gleichermaßen für Version A und B des Soundtracks eingesetzt. Wesentlich intensivere Verwendung fanden Verzerrungseffekte (4.7) bei der Gitarre. Als letzter Schritt verblieb das "Mastern". Hierbei wurde auf die komplette Instrumentengruppe beider Versionen des Soundtracks Kompression und "Equalization" (4.8) angewendet, um den Klang der Gesamtwerke zu finalisieren. Equalization ist der Prozess, verschiedene Frequenzen zu dämpfen oder zu verstärken, wodurch ein bestimmter Klang erzielt wird. Es bietet sich hierbei oft an Frequenzen in der Höhe von 300hz zu dämpfen, sowie Frequenzen unter 20hz und über ungefähr 15000hz vollständig zu entfernen. Schließlich wurde die Lautstärke beider Tracks separat voneinander auf dasselbe Level angehoben und die Variationen in zwei .wav-Dateien exportiert.



Abbildung 4.6.: OTT Kompressor Plugin für FL Studio

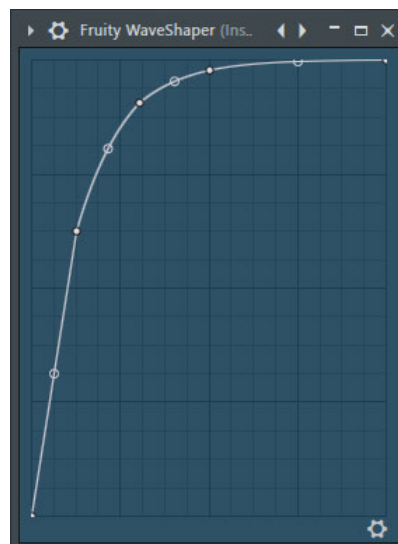


Abbildung 4.7.: Waveshaper Verzerrungs-Effekt von FL Studio



Abbildung 4.8.: Fruity Parametric 2 Equalizer von FL Studio

4.1.3. Implementation

Middleware

Die Verwendung einer sogenannten "Middleware" garantierte ein möglichst zeiteffizientes und gleichzeitig variables Einbauen der Sounds, da diese eine einfache Integration der Sounds in bereits etablierte Spielsysteme über vorgefertigte Implementationsmöglichkeiten erlaubt. Verschiedene Möglichkeiten hierfür sind unter anderem Wwise oder Fmod. Jedoch sind diese nicht unter allen Umständen kostenfrei einsetzbar oder benötigen Third-Party-Software zusätzlich zu Unity, der Entwicklungsumgebung und Engine von "Arctic Economy". Eine vollständig kostenfreie Alternative bot hier Fabric (4.9). Es benutzt zudem das Unity-eigene System und war somit direkt integrierbar, weshalb keine weitere Software benötigt, sowie ein effizienter Einbau in die Entwicklungsumgebung, und eine simple Synchronisation mit anderen Entwicklern möglich wurde. Die direkte Integration der Arbeitsweise mit Fabric erklärt sich folgendermaßen: Über ein "Drag and Drop"-System können die Unity-eigenen Strukturen zu einem dynamischen Soundsystem zusammengefügt werden. Ein zentraler Bestandteil ist hierbei die "Audio Component", die eine einzelne Audiodatei entgegennehmen und verwalten kann. An dieser Stelle können außerdem Einstellungen wie die Lautstärke und Tonhöhe spezifisch angepasst oder bei mehrfacher Wiedergabe randomisiert werden (4.10). Alternativ besteht die Möglichkeit, solche



Abbildung 4.9.: Logo von Fabric

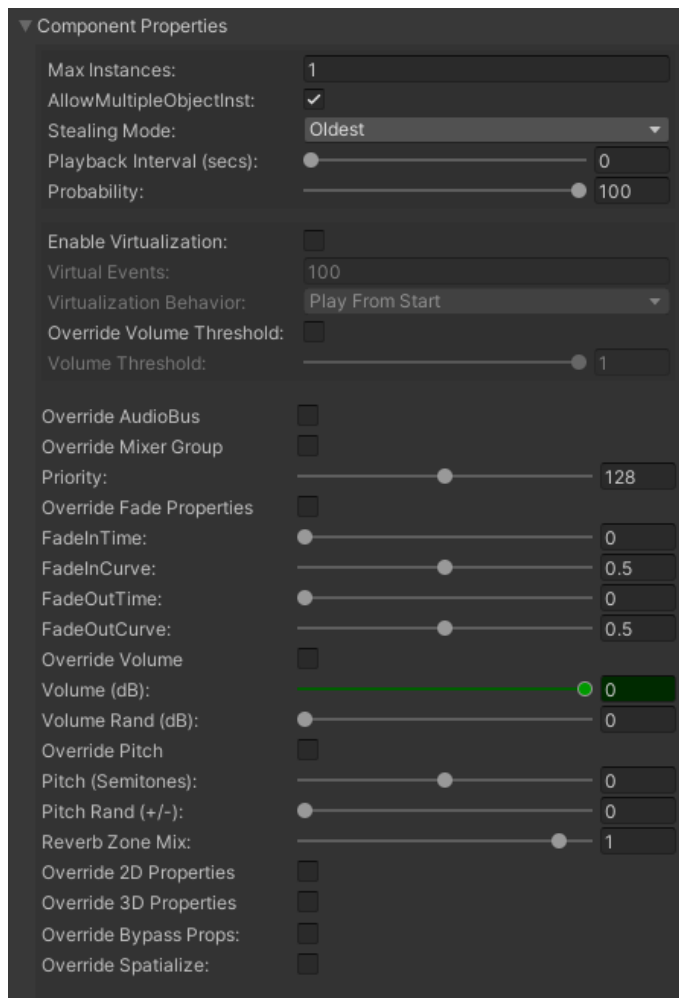


Abbildung 4.10.: Einstellbare Eigenschaften einer Audio Component von Fabric



Abbildung 4.11.: Ausschnitt der in "Arctic Economy" erstellten Fabric-Audiostruktur

Einstellungen von einer "Group Component", die ihrerseits mehrere beliebige Komponenten unter sich verwalten kann, zu erben. Für dynamischere Funktionen gibt es weitere Komponenten, wie die "Random Component", "Blend Component" und "Sequence Component". Die "Random Component" wählt zufällige Komponenten aus ihrer Struktur und spielt diese nach der eingestellten Konfiguration ab, wobei das gleiche Geräusch nicht zweimal hintereinander abgespielt werden kann. Die "Blend Component" hingegen fügt mehrere Komponenten zu einem Soundeffekt zusammen, während die "Sequence Component" diese nacheinander abspielt. Eine Verbindung all jener Komponenten ermöglicht die Erstellung komplexerer Systeme (4.11). Das Abspielen jeglicher Komponenten wird von "Soundevents" verwaltet, die mehrere Bestandteile zugeordnet bekommen können. Sie werden separat von allen Unity-Objekten eingerichtet und funktionieren global innerhalb einer Szene. Neben dem Starten von Sounds bieten sie außerdem detaillierte Funktionen wie das Pausieren und Neustarten der Wiedergabe. Das Auslösen der Events wiederum geschieht durch Trigger. Diese können zum Beispiel in Form von Unity-Skripten an beliebige Objekte

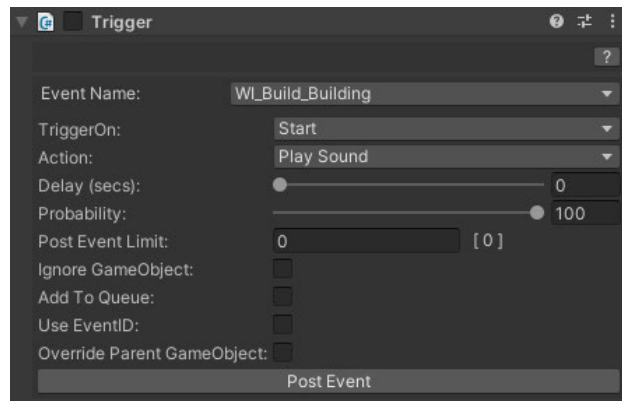


Abbildung 4.12.: Trigger-Komponente von Fabric

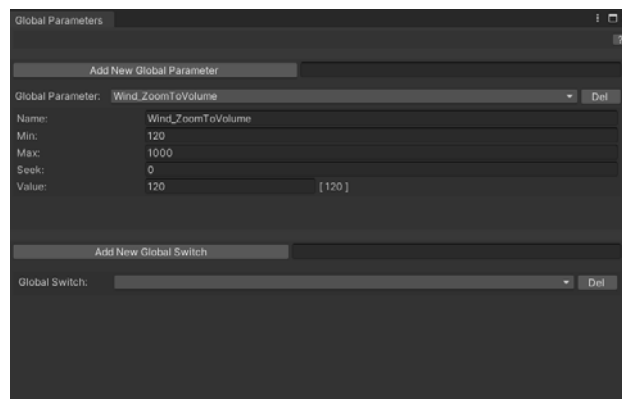


Abbildung 4.13.: Fabric-Oberfläche zum Einrichten globaler Parameter

und Komponenten angehängt werden und daraufhin auf verschiedene Zustände des Objekts achten, sobald es in einer Szene aktiv wird (4.12). Anhand der Zustände lösen die Trigger anschließend ein ihnen zugeordnetes Soundevent aus. Zur Erhöhung der Variabilität ist es auch machbar, Methoden in selbstgeschriebenen Skripten einzubauen, woraufhin der entsprechende Trigger im Kontext des Skripts durchgeführt wird. Zusätzlich können globale Variablen eingerichtet, und dem Namen gemäß allumfassend in Skripten angesprochen werden. Ähnlich wie Events werden sie separat deklariert (4.13). Eine Verknüpfung mit beliebigen Eigenschaften von Fabric Komponenten bietet die Option sie indirekt zu manipulieren, sobald der Wert der globalen Variable über ein Skript geändert wird.

Umsetzung

Bei Soundeffekten unterscheidet sich der Aufbau mit dem von Fabric bereitgestellten System für jede Art von Sound. Für objektgebundene Geräusche im "Ambient"-Bereich werden die korrespondierenden Events über Trigger an den entsprechenden Objekten ausgelöst. Somit werden die jeweiligen Sounds nur abgespielt, wenn das dazugehörige Objekt existiert. Sie hören auf zu spielen, sobald es entfernt wird. So findet außerdem eine automatische Distanzmessung statt, welche die jeweilige Lautstärke bei erhöhter Distanz zum Objekt entsprechend verringert. Alleinstehende Sounds hingegen variieren in ihrer Lautstärke über globale Variablen, die wiederum durch entsprechende Skripte an die Höhe oder Position der Kamera angepasst werden. Sie sind dauerhaft aktiv und werden erst deaktiviert, wenn der Spieler die Spielszene verlässt. Zur Variation jeglicher atmosphärischen Soundeffekte, die aus einer Ansammlung von Teilsounds zusammengesetzt werden, wie zum Beispiel Tier- und Fabrikgeräusche, werden diese in "Random Components" verankert, was eine zufällige Wiedergabe ermöglicht. Der Aufruf von Events im Bereich der "World Interaction" erfolgt entweder über das Aktivieren von Objekten, wie zum Beispiel beim Konstruieren, oder über Skriptverläufe, beispielsweise bei Warnungen von Haushalten. Die notwendige Reduktion der Repetitivität hingegen wird über das Zusammenfügen des ausgezeichneten zentralen Materials in "Blend Components" mit mindestens einer "Random Component" erreicht. Die "Random Components" enthalten hierbei eine Auswahl an Teilsounds, aus denen stets ein einzelner ausgesucht, in Lautstärke und Tonhöhe variiert und anschließend abgespielt wird. Durch das Einsetzen mehrerer "Random Components", welche jeweils immer genau einen Sound abspielen, wird trotz der hohen Variation sichergestellt, dass der resultierende Soundeffekt in seinem Detailreichtum und seiner Lautstärke immer ungefähr gleich ist. "User Interface"-Events werden durch ein einzelnes Skript ausgelöst, das auf entsprechende Trigger konfiguriert werden kann. So können jeder Instanz dieses Skripts dynamisch Events zugewiesen werden. Im Gegensatz zu Fabric-Trigger kann dieses Skript wiederum von den Unity-nativen Funktionalitäten der Interface-Elemente angesprochen werden. Im Falle dieser Soundeffekte gibt es jedoch keine Variation, um, wie bereits erwähnt, die assoziative Funktion herauszustellen.

Für den Soundtrack des Lernspiels kommen erneut "Audio Components" zum Einsatz, die jeweils eine der beiden Variationen des Soundtracks enthalten und in einer "Group Component" zusammengefasst sind. Ähnlich wie "Ambient"-Soundeffekte

wird die Musik dauerhaft abgespielt und nur mit dem Verlassen der Spielszene beendet. Dies wird erreicht über ein einzelnes Event, das beide Variationen des Soundtracks zeitgleich startet, wodurch gleichzeitig die Synchronisation beider Sounddateien abgesichert ist. Obwohl die Variationen zeitgleich abgespielt werden, ist für den Spieler immer nur jene hörbar, die mit vollständiger Lautstärke wiedergegeben wird. Die andere bleibt unhörbar leise. Die Lautstärke beider verwaltender "Audio-Components" wird über zwei globale Variablen variiert, welche dauerhaft von einem dedizierten Skript angepasst werden. Es kann Signale von anderen Skripten entgegennehmen, damit dynamisch die Lautstärke beider Tracks in einem vorgegebenen Tempo erhöhen oder verringern und so eine Überblendung schaffen. Das heißt, die Lautstärke beider Tracks wird umgedreht und das hörbare Musikstück für den Nutzer ausgetauscht. Aufgrund des dedizierten Skripts zur Verwaltung dieses Prozesses kann der Übergang dynamisch zu jedem Punkt im Spiel durchgeführt, also an den Wechsel zwischen Spiel- und Lernbereich gebunden werden.

4.2. Vorbereitung des Lernspiels zur Ergebnismessung

4.2.1. Spielablauf

Spielbereich

Zwei Introvideos führen zu Beginn den Nutzer in die Spielwelt ein. Das erste erklärt die Hintergrundgeschichte der Welt und warum sie in der Antarktis angesiedelt ist. Der Spieler wählt danach seinen Charakter und sieht anschließend im zweiten Video, wie die Besatzung der Expedition, um die sich das Spiel dreht, in der Antarktis ankommt. Ein Übersichtsfenster vermittelt anschließend ein paar einführende Informationen, welche die Spielkarte vorstellen.

Das "Gameplay" besteht aus zwei Kerninhalten. Grundlage des gesamten Fortschritts bilden Ressourcen, namentlich Kohle und Eisen. Sie werden gleichermaßen für jegliche Konstruktionsprojekte, wie Gebäude oder Einheiten, benötigt und können über den Abbau von Kohle- und Erzflözen oder durch das Einsammeln von Ressourcenkisten gewonnen werden, die beide an verschiedenen Stellen auf der Spielkarte

verteilt sind. Zentrale Einnahmequelle ist das Abbauen der Vorkommen. Dafür werden entweder Kohle- oder Eisenminen gebraucht. Diese Gebäude generieren ihre jeweilige Ressource in regelmäßigen Abständen, wobei eine größere Anzahl Minen zu einem schnelleren Ressourcenanstieg führen. Da die Minen ihrerseits wiederum die Ressourcen benötigen, lassen sich durch ein erhöhtes Einkommen auch schneller neue Vorkommen erschließen. Der zweite zentrale Bereich ist die Kolonie selbst. Sie besteht aus Haushalten und Firmen, aber auch aus dem Fundament, auf dem diese gebaut sind und dem Markt, der durch deren Interaktion entsteht. Das Fundament bilden Plattformen, die der Spieler zunächst errichten muss, bevor darauf weitere Gebäude platziert werden können. Die Haushalte ihrerseits haben Bedürfnisse, die durch Güter von Firmen befriedigt werden können. Jeder Haushalt hat einen gewissen Grundstock an Gütern, die er benötigt, wobei das Bedürfnis nach diesen Gütern zwischen den Gebäuden zufällig variiert. Verbunden mit der daraus resultierenden Bedürfniserfüllung haben die Haushalte einen Zufriedenheitswert, der sich wiederum auf die Anzahl der Bewohner des Gebäudes auswirkt. Starkes Absinken der Zufriedenheit reduziert die Anzahl der Bewohner, während ihre Sicherstellung einen Zugewinn an Mitbewohnern bringt. Die Menge dieser Personen stellt die Anzahl der Arbeitskräfte dar, welche die Firmen einsetzen können, um Güter zu produzieren. Das resultiert insgesamt in einem Schwund an Arbeitskräften, sobald deren Bedürfnisse nicht gedeckt sind. Jedes Firmengebäude dient der Herstellung eines bestimmten Produkts. Sind nicht genügend Arbeiter vorhanden, sinkt die Menge des produzierten Guts. Aus diesem Angebot der Firmen und der Nachfrage der Haushalte entsteht der Markt. Das bestmögliche Wachstum der Kolonie wird durch eine konstante Balance der beiden Werte garantiert. Ergänzt werden die Ressourcen- und Kolonie-Mechaniken durch ein Expeditionssystem. Über ein entsprechend als "Z.I.E.L." betiteltes Gebäude kann der Spieler Einheiten produzieren, die je nach Konfiguration in der Lage sind, Flüchtlinge auf der Karte aufzunehmen und als neue kostenlose Haushalte hinzuzufügen, Ressourcenkisten zu sammeln oder neue Minen zu errichten. Sie dienen außerdem dazu, die Spielkarte nach und nach aufzudecken und zu erkunden.

Im Verlauf des Spiels lernt der Nutzer dessen Mechaniken kennen. Sie werden durch Konversationen mit verschiedenen Charakteren, einschließlich dem vom Spieler gewählten Hauptcharakter, vermittelt. Dabei lässt sich der Gesamttablauf in grobe Abschnitte unterteilen. Im ersten Bereich werden zunächst ein paar grundlegende Charaktere vorgestellt sowie die Steuerung der Software und das Pausenmenü er-

läutert. Der Spielende erlangt Kenntnis von der grundlegenden Ressourcenmechanik von Eisen und Kohle und richtet daraufhin deren Abbau ein. Anschließend gilt es die ersten Haushalte zu bauen und deren Kontextmenüs zu erfassen, die Daten zu wirtschaftlichen Inhalten anzuzeigen. Der Umgang damit wird darauffolgend in einer Lernfrage bezüglich der Haushaltsbedürfnisse geprüft. Im nächsten Schritt lernt der Spielende das Expeditionssystem kennen und errichtet ein Z.I.E.L.-Gebäude. Ist das abgeschlossen, befasst er sich mit der Funktionsweise von Firmen und muss die erste davon zur Nahrungsversorgung anwerben. Ebenso wie bei den Haushalten wird das Kontextmenü der Firmen erklärt und anschließend eine Lernfrage zu dessen wirtschaftlichen Inhalten gestellt. Anschließend folgt eine weitere Auflockerung durch das Expeditionssystem. Der Spieler muss eine Erkundungseinheit einrichten, mit dieser ein Camp mit Flüchtlingen finden und einsammeln. Dadurch werden die bereits vorhandenen Haushalte ergänzt und der Spielende lernt nun die Bedürfnisse von Haushalten und deren Auswirkungen auf ihre Zufriedenheit kennen. Er bekommt den Auftrag, weitere Firmen für neue Güter einzurichten und im weiteren Verlauf mit seinem bisherigen Wissen die durchschnittliche Zufriedenheit der Kolonie auf ein vorgegebenes Level anzuheben. Das schaltet weitere Ansprüche, neben Lebensmitteln, in den Haushalten frei, die daraufhin durch die Aufträge an den Nutzer gedeckt werden müssen. Dabei lernt er grundlegende Prinzipien des freien Marktes kennen und wird dazu entsprechend in Lernaufgaben abgefragt. Schließlich wird die dritte und letzte Gruppe an Bedürfnissen freigeschaltet sowie weitere Inhalte dazu erläutert und abgefragt. Danach soll der Spieler erneut das Expeditionssystem benutzen, um neue Flöze auf der Karte zu entdecken, sie mit Minen zu erschließen und somit das Einkommen von Eisen und Kohle zu erhöhen. Mit diesem zusätzlichen Ressourceneinkommen und den entsprechend erfüllten Anforderungen der Haushalte erhält der Nutzer abschließend den Auftrag, eine Gruppe an Haushalten aufzurüsten und damit die Aufträge des Spiels zu vollenden.

Lernbereich

Wie bereits angesprochen, werden dem Nutzer im Verlaufe der zugrundeliegenden Geschichte auf zwei zentralen Wegen Lerninhalte dargeboten. Zunächst erfolgen Erklärungen, die entweder durch Gespräche mit den Charakteren oder als Tipps beim falschen Beantworten einer Frage angezeigt werden. Sie sind ausschließlich zum Lesen und nicht interaktiv. Das ändert sich jedoch bei Informationsfenstern bezüglich der Kontextmenüs der Firmen und Haushalte sowie einer Gesamtübersicht über Angebot

und Nachfrage des Marktes. Diese passen sich automatisch den Geschehnissen im Spiel an und erlauben dem Nutzer somit einen interaktiven Einblick in das Verhältnis zwischen Aktion und Auswirkung am Markt.

Die Anwendung des erworbenen Wissens findet in Form von Fragen oder dem aktiven Nutzen der Spielmechaniken statt. Beispielsweise muss der Spieler beim Erfüllen von Zufriedenheitsvorgaben auf Angebot und Nachfrage achten, um die Erfüllung der Bedürfnisse der Haushalte bestmöglich durchzuführen. Faktenwissen oder Begriffskennung hingegen werden in den Fragen auf die Probe gestellt. Die können in Form von "Multiple-Choice" oder als Ablesen eines bestimmten Werts auftreten und werden erst angezeigt, wenn der jeweilige Inhalt bereits im Spiel behandelt wurde. Bei Bedarf können sie auch vorerst pausiert, später fortgesetzt oder bei Fehlschlag erneut angegangen werden.

4.2.2. Anforderungen

Messungen innerhalb der Software von "Arctic Economy" beziehen sich ausschließlich auf den Aspekt der erbrachten Leistung, nicht aber der Motivation, da diese aufgrund der bereits etablierten Grundlagen nicht akkurat über im Spiel erfassbare Daten einsehbar ist. Wie bereits etabliert stehen zur Grundlage eines Leistungstests die Annahme einer kurzfristigen Speicherung von Information sowie Verarbeitung derselben durch im Test geforderter kognitiver Operationen. Dazu zählt eine weitere Annahme über begrenzte Kapazitäten beim Speichern und der Verarbeitung. Diese Speicherung, Transformation, Wiedergabe und kontrollierte Nutzung bei Aufgabenbewältigung stellen die grundlegenden funktionalen Kategorien kurzfristiger Gedächtnisleistung dar. [Sch06] Leistungstests können vielerlei Formen annehmen, benötigen aber stets die Auseinandersetzung mit einem Gütemaß. [JH10] In Anbetracht dieser Grundlagen eignet sich "Arctic Economy" für die Feststellung von Leistung im Bereich des Spielens sowie auch des Lernens. Es werden gleichermaßen Spielmechaniken und Lerninhalte vorgestellt und erwartet, dass der Nutzer diese Speichern und in transformierter Form wiedergeben und anwenden kann. Mit dem Auftrag des Spielers alle vorgegebenen Aufgaben durchzuführen, Fragen zu beantworten und die Zufriedenheit der Kolonie so hoch wie möglich zu halten, ergeben sich auch entsprechende Gütemaße.

Leistung beim Spielen

Als Gütemaß der Spielleistung würden sich zunächst die Zielvorgaben, welche der Nutzer zu erfüllen hat, anbieten. Allerdings muss der Spieler, will er das Spiel abschließen, alle ihm gestellten Aufgaben erledigen, was in der Folge bei jedem Probanden zu einer vollständigen Erfüllung des Gütemaßes führen würde und so nicht zielführend wäre. Jedoch ist es möglich zu ermitteln, wie "gut" die Ziele erfüllt wurden, was anschließend als Gütemaß für die erbrachte Leistung ausgewertet werden kann. Hierfür bietet sich ein entsprechendes Bewertungssystem nach dem Schema von Pieter Wouters und Herre van Oostendorp [PW17] an, in dem verschiedene Spielzustände unter Kontrolle des Spielers im Game "Plants vs. Zombies" verwendet werden, um zu beurteilen, ob er erfolgreich handelt. Das wiederum ermöglicht eine Aufzeichnung von "falsch" und "richtig" und lässt Nachvollziehen, ob der Nutzer die Mechaniken des Spiels verstanden hat und gewinnbringend anwendet. Die in "Plants vs. Zombies" eingesetzten Maße sind, aufgrund des Unterschieds im Aspekt auf das Genre der Spiele, entsprechend anzupassen. Im Falle von "Arctic Economy" lassen sich dafür verschiedene Werte ermitteln und einsetzen, die im Zentrum bestimmter Teilsysteme stehen und einen konzentrierten Einblick in das Verhalten des Spielers bieten.

Mit der Abfolge der Aufgaben, die im Verlauf der Geschichte des Spiels an den Nutzer gestellt werden, muss sich jener zunehmend mit den vorhandenen Mechaniken auseinandersetzen und ihnen entsprechende Aufmerksamkeit schenken. Für jede der Aufgaben hat der Spieler beliebig Zeit. In Verbindung damit ist festzustellen, dass Arbeitsgedächtnis sowie Verarbeitungsgeschwindigkeit besonders im Bezug zur intellektuellen Leistungsfähigkeit stehen, [Sch06] weswegen es sich anbietet, die Zeit bis zur Erfüllung der jeweiligen Aufgabe als einen potenziellen Faktor beim Aspekt der Leistung aufzuzeichnen. Der Vergleich der durchschnittlichen Erfüllungszeit zwischen den Probanden ergibt ein Gütemaß durch die höchsten und geringsten Werte, was wiederum Leistung feststellen lässt. Näher an dem System von "Plants vs. Zombies" jedoch steht die Messung der Qualität und Effizienz der Entscheidungen des Nutzers. Diese sind in drei Aspekte unterteilt, die sich auf die Kernbereiche der Mechaniken von "Arctic Economy" zurückführen lassen. Als Grundlage aller weiteren Systeme dient zunächst die Messung des Ressourcenverständnisses. Kohle sowie Eisen werden gleichermaßen benötigt, mitunter auch, um mehr von beiden zu erstehen. Außerdem werden sie in gleichem Ausmaß von Minen erzeugt, was als effizienteste

Methode zum Ausbau des Einkommens das Bauen beider Minenarten in gleicher Menge herausstellt. Das Verhältnis ihrer jeweiligen Anzahl erlaubt somit Einblick in die Effizienz, mit welcher der Spieler sein Ressourceneinkommen absichert. Ein weiterer zentraler Aspekt ist das Verständnis der Zufriedenheit der Haushalte und damit deren Bedürfniserfüllung. Eine der Aufgaben der Probanden ist es, die Zufriedenheit ihrer Haushalte möglichst hoch zu halten, was durch den sinnvollen Einsatz von Firmen für bestimmte benötigte Güter erreicht wird. Dieser Wert gibt deshalb einen Einblick in das Verständnis des Spielers über Angebot, Nachfrage und deren Nutzung für die Zufriedenstellung der Haushalte. Wie bereits erwähnt, verlieren unzufriedene Haushalte ihre Bewohner. Das wiederum führt zum Verlust an Arbeitskräften in den Firmengebäuden. Ebenso entstehen freie Jobs, wenn der Nutzer zu viele Firmen ohne Häuser für die benötigten Arbeiter baut. Infolgedessen produzieren die Firmen keine oder nicht ausreichend Güter, das heißt diese Investition von Ressourcen hilft der Spielsituation nicht. Die Messung von gefüllten und freien Arbeitsplätzen bietet so einen Einblick inwieweit die Wechselwirkung zwischen Haushalten und Firmen sowie die Funktionsweise der Firmengebäude verstanden und gewinnbringend angewendet wurde.

Leistung beim Lernen

Die Feststellung der Lernleistung ist im Rahmen einer Prüfung des Kurzzeitgedächtnisses nach dem Vorbild der Gedächtnisdiagnostik, beschrieben von Ester Reijnen, Iris-Katharina Penner und Klaus Opwis [Sch06], durch die Beantwortung von im Spiel vorhandenen Fragen zu den vorgestellten Lerninhalten in "Arctic Economy" eingebaut. Um diese Leistung zu messen, wird zunächst auf die Antworten der Fragen zurückgegriffen. Die Anzahl der korrekten Antworten im Verhältnis zu allen vorhandenen Fragen ergibt ein entsprechendes Gütemaß, das die Messung der Lernleistung erlaubt. Jedoch ist hier zu beachten, dass zur Beantwortung nicht nur der Zugriff auf etabliertes Wissen des Kurzzeitgedächtnisses notwendig ist, sondern auch der Umgang mit dem Spiel selbst eine Voraussetzung zur korrekten Beantwortung darstellt und somit einen Einfluss auf die Beantwortung hat. In Anbetracht dessen bietet es sich an, neben der Leistungsfeststellung innerhalb der Software noch einen weiteren Test außerhalb durchzuführen, der ausschließlich den Zugriff auf die dargebotenen Lerninhalte misst. Da, wie bereits etabliert, auch die Verarbeitungsgeschwindigkeit mit der dargebrachten intellektuellen Leistung in Verbindung steht, ist hier außerdem erneut eine Messung der vom Probanden benötigten Zeit

sinnvoll. Dabei entsteht durch den Vergleich der Durchschnittswerte der Teilnehmer ein entsprechend anwendbares Gütemaß zur Bewertung der Leistung.

4.2.3. Implementation

Loggingsystem

Die Grundlage der gesamten Datenmessung stellt das "Loggingsystem" dar, welches die Aufzeichnung und Sortierung beliebiger Werte von "Arctic Economy" erlaubt. Dieses System kann in beliebigen Skripten von Unity angesprochen werden und gibt Dateien mit den jeweiligen angeforderten Werten in Tabellen sortiert aus. Im Falle der Leistungsmessung anhand der Werte im Spiel werden die Daten über die Spielzeit hinweg abgespeichert und beim Schließen der Spielszene in eine .csv-Datei geschrieben.

Leistung beim Spielen

Die gemessene Zeit zur Lösung einer Aufgabe im Spiel beginnt mit Stellung der Aufgabe und endet bei deren Erfüllung durch den Spieler. Die Zeiten werden für jede Aufgabe separat abgespeichert, abschließend in einem Durchschnitt zusammengefasst und in der vom Loggingsystem erstellten Datei ausgegeben. Damit hat jeder Proband eine durchschnittliche Erfüllungszeit für seine Aufgaben, was einen Vergleich mit anderen Teilnehmern zulässt.

Zur Erfassung des Ressourcenverständnisses werden die Kohle- und Eisenminen in regelmäßigen Abständen gezählt und die Anzahl der weniger vorhandenen Minen als Prozentsatz im Verhältnis zu den öfters vorhandenen Minen dargestellt. So lässt sich das Verhältnis zwischen beiden zu dem jeweiligen Zeitpunkt in einem Prozentsatz erfassen, der bei genau gleicher Menge einen Wert von 100 erreicht. Auch hier werden alle aufgezeichneten Werte als Durchschnitt verrechnet, um einen Überblick zu erhalten, wie gleichmäßig der Proband die Priorität beider Minen eingeordnet und darauf geachtet hat, dass beide Ressourcen zur Verfügung stehen. Die Zufriedenheit der Haushalte wird ebenfalls regelmäßig aufgezeichnet. Dafür wird die Zufriedenheit jedes einzelnen Haushalts zu dem jeweiligen Zeitpunkt gemessen und zu einem Durchschnitt verrechnet, der anhand der minimalen und maximalen Grenzwerte in

einem Prozentsatz ausgedrückt werden kann. Letztendlich wird zum Abschluss des Spiels hier ein durchschnittlicher Übersichtswert ermittelt, der eine Aussage zulässt, wie gut der Teilnehmer im Allgemeinen seine Kolonisten behandelt hat. Die Messung der Verwaltung der Arbeitsplätze erfolgt auf eine sehr ähnliche Weise. Es ist für eine Firma möglich, eine beliebige Menge an Arbeitern aufzunehmen, jedoch sinkt ab einem bestimmten Wert die Arbeitskraft, die jeder Arbeiter hinzufügt. Daraus ergibt sich ein Wert an Arbeitern, der die höchste Effizienz ermöglicht. Wird er überschritten, geben Firmen Arbeiter ab, insofern entsprechende Arbeitsplätze bei anderen Firmen vorhanden sind. Hier wird das Maximum angenommen, um wiederum einen prozentualen Wert der Arbeitsplatzerfüllung zu erhalten, der gleichfalls in regelmäßigen Abständen aufgezeichnet und in einem durchschnittlichen Übersichtswert zusammengefasst werden kann. Da Ressourcenverständnis, Zufriedenstellung der Haushalte sowie Arbeitsplatzverwaltung in prozentualer Form messbar vorhanden sind, ist wiederum die Bildung eines Durchschnitts möglich, welcher in einer simplen Form eine Bewertung und Messung der Leistung des Nutzers im Spiel abwirft. Somit ist die erbrachte Leistung effizient mit anderen Probanden vergleichbar.

Leistung beim Lernen

Ähnlich wie beim Erfüllen von Aufgaben wird für den zeitlichen Aspekt der Lernleistung der Zeitraum zwischen dem Stellen der Lernfrage und der Lösung durch den Spieler aufgezeichnet. Ebenso gibt es eine Gesamtübersicht über das Bilden des Durchschnitts aus der Beantwortungszeit für jede einzelne Frage.

Für die Beantwortungsqualität hingegen wird für jede einzelne Antwort separat der Anteil der korrekten Antworten aufgezeichnet. Der daraus resultierende Prozentsatz ergibt einen Vergleichswert, den das Loggingsystem berechnet und anzeigt. Das gleiche Prinzip der Verrechnung wird für den Wissenstest angewandt, der nach dem Lernspiel ergänzend zum Einsatz kommt. Die Fragen dieses Tests decken sich mit dem dargebotenen Lerninhalt von "Arctic Economy" und wurden in Zusammenarbeit mit dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Ruben Wittrin der Hochschule Mittweida und einem Mitstudenten, welcher die Daten aus diesem Fragebogen ebenfalls für seine eigene Untersuchung genutzt hat, auf der Basis des Werkes "Einführung in die Mikroökonomik" [HS15] erarbeitet und formuliert. Eine vollständige Auflistung des Wissenstests lässt sich im Anhang unter A.0.3 finden. Die Fragetypen sind hierbei Single Choice, Multiple Choice und Textaufgaben. Erstere vergeben nur

einen einzelnen Punkt beim Wählen der korrekten aus den dargebotenen Optionen. Multiple Choice hingegen beinhaltet mehrere richtige Antworten für jeweils einen Punkt. Beim Auswählen falscher Antworten sind diese gegen korrekt gewählte, mit einem Minimum von Null Punkten, zu verrechnen. Textaufgaben sind nach einem Lösungsschlüssel zu kontrollieren, welcher einzelne wichtige Inhalte aufzeigt, die jeweils einen Bewertungspunkt hinzufügen.

4.3. Messung von Motivation

4.3.1. Grundlagen

Ansatz

Die Hinterfragung der Motivation ist nicht zwangsweise relevant, wenn Probanden eines Lernexperiments grundlegend bereit sind den Versuchsanweisungen zu folgen. Das ändert sich jedoch, sobald die Situation höhere Anforderungen an die Selbstregulation stellt oder ausdauerndes Engagement trotz Schwierigkeiten beim Lernen erforderlich ist. [RVB01] Für das Lernspiel "Arctic Economy" ist das aufgrund des erhöhten Schwierigkeitsgrades der Fall, da sich der Nutzer parallel zu den Lerninhalten mit den Herausforderungen des Spiels befassen muss. Während der gesamten Spielzeit ist anhaltendes Engagement erforderlich. Der Aspekt der Motivation wird in verschiedenen Forschungsbereichen häufig mit der Verwendung von Musik und Sound in Verbindung gebracht. Infolgedessen bietet sich hier eine Messung bezüglich der motivierenden Wirkung von Audio in Lernspielen an. Da es sich im Fall von "Arctic Economy" um Leistungsmotivation handelt, gibt es viele Überschneitungen in den Voraussetzungen zu deren Messung mit den Bereichen der Spiel- und Lernleistung. Wie bereits etabliert, wird immer die Auseinandersetzung mit einem Gütemaß vorausgesetzt. [JH10] Will eine Person diesen Gütemaßstab übertreffen, hat sie demnach eine hohe Leistungsmotivation. [MACL53] Dazu benötigt Leistungsmotivation eine Mindestschwierigkeit. Nur wenn eine Aufgabe gelingen oder misslingen kann, liegt die Thematik einer Leistungserbringung vor. [Hec63]

In "Arctic Economy" ist die Leistungsmotivation durch die Anforderungen des Spiels gegeben. Die Mindestschwierigkeit findet sich darin wieder, dass der Spieler nicht

vorankommen kann, ohne die ihm gestellten Aufgaben zu erfüllen. Der daraus resultierende Gütemaßstab ist das erfolgreiche Erfüllen aller Spielaufträge. Aus den Anforderungen der Evaluation ergibt sich ebenfalls eine Mindestanforderung. Die Probanden haben den Auftrag, die Kolonie so glücklich wie möglich zu halten. Das ist eine Aufgabe, die durch schlechte Planung misslingen kann. Die Zufriedenheitsanzeige im Interface des Spiels wirkt hierbei als Gütemaßstab für den Nutzer, indem er die Zufriedenheit und Versorgung der Bevölkerung einsehen kann. Eine weitere Mindestschwierigkeit in Hinsicht auf die Lernmotivation sind Wissensfragen, die falsch beantwortet werden können. Aus deren Anzahl entsteht ein zusätzlicher Gütemaßstab. Das Gleiche gilt für den Nachtest, der eine Anforderung durch die Evaluation selbst darstellt. Auch hier soll der Proband die Fragen so gut wie möglich beantworten, was durch die Anzahl der Fragen einerseits und der Möglichkeit von falscher und richtiger Beantwortung andererseits zu einer Mindestschwierigkeit pro Aufgabe führt und einen Gütemaßstab für den Nachtest hervorbringt.

Grundlage

Wie bereits mehrfach erwähnt, ist Motivation schwer messbar, besonders wenn das im Stile eines Intelligenztests durchgeführt werden soll. [RV18] Dennoch gibt es zur Messung der Motivation verschiedene Ansätze, unter anderem das Leistungsmotivationsinventar, LMI, von Schuler und Prochaska (2001) [Sch06] oder den Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen, kurz "FAM" [RVB01]. Letzterer ist vor allem zum Einsatz bei selbstgesteuertem, weniger aber für fragengeführtes Faktenlernen geeignet. Aufgrund seiner Eignung für Aufgaben mit vielen Durchgängen zur Erlangung eines akzeptablen Leistungsniveaus sowie seiner Fokussierung auf Lern- und Leistungssituationen, zu denen "Arctic Economy" zählt, bietet sich dieser Test besonders an. Aus verschiedenen Experimenten liegen bereits Validitätshinweise dazu vor, dass die vom FAM erfassten Motivationskomponenten mit dem Lernverhalten und der Lernleistung im Zusammenhang stehen. [RVB01] "Arctic Economy" beinhaltet zwar das Abfragen von Faktenwissen, aber auch selbstständiges Lernen über demonstrierte Abfolgen und Veränderungen durch Entscheidungen des Nutzers während des Spielverlaufs. Darüber hinaus ist das Lernspiel dazu konzipiert, das zu erlernende Material über einen längeren Zeitraum immer wieder anzuwenden, wodurch der Aspekt der Motivationsmessung ausgesprochen relevant ist und mit den besten Einsatzbereichen des FAM einhergeht.

4.3.2. Umsetzung

Der FAM enthält eine Reihe von Fragen, die sich jeweils mit einem von vier Motivationsbereichen befassen. Misserfolgsbefürchtung beschreibt den negativen Anreiz von Misserfolg und die Sorge, dass Leistungsdruck optimales Lernen verhindert. Erfolgswahrscheinlichkeit umfasst die Sicherheit des Probanden, positiv und mit Erfolg die vorliegende Aufgabe abzuschließen. Interesse bezieht sich auf die Wertschätzung des dargebotenen Inhalts. Hier wird eine Modifikation der Testfragen empfohlen, insofern der Fragebogen für eine substanziell andere Lernaufgabe eingesetzt werden soll. Herausforderung beinhaltet die leistungstechnische Interpretation und Erfassung der Aufgabe durch den Probanden. [RVB01] Aufgrund der Inhaltsbindung einiger Fragen des FAM wird mitunter vorgeschlagen, diese an die jeweilige Testumgebung anzupassen. [RVB01] Deshalb wurde der Inhalt der Fragen in Bezug auf eine allgemeine Logikaufgabe spezifisch auf die Motivationsaspekte beim Spielen und Lernen mit "Arctic Economy" formuliert. Dabei wird eine Frage jeweils zwei Mal gestellt und befasst sich in der ersten Variation inhaltlich mit dem Spiel und in der zweiten mit dem Lernaspekt. Des Weiteren kommt hinzu, dass der FAM üblicherweise benutzt wird, um die Motivation vor einer Aufgabe zu bemessen. [RVB01] Da im Projekt jedoch die Bemessung des Einflusses von Sound auf Motivation relevant ist, kann die entsprechende Messung erst nach dem Spielen stattfinden und muss sich auf die Zeit im Spiel selbst beziehen. Demzufolge ist es notwendig, den Fragebogen im Anschluss ausfüllen zu lassen und die Fragen reflektierend zu formulieren. Eine vollständige Übersicht über die angepassten Fragen des FAM befindet sich im Anhang unter A.0.7. Um den FAM auszuwerten, wurden pro Proband alle Fragen zugehörig zu einem Motivationsbereich ungewichtet aufsummiert und durch die Anzahl der Fragen dividiert. Alle Fragen sind mit einer Punktemenge von 1 bis 7 von den Probanden zu beantworten, wobei für die Auswertung spezifisch die Fragen 3 und 14 in dieser Hinsicht umzupolen waren. [RVB01] Dadurch erhält man einen Eindruck von der durchschnittlichen Motivation der Testgruppen und kann abschließend einschätzen, wie stark der Einfluss von Sound auf die verschiedenen Formen der Motivation ist.

Ergänzend zu dieser quantitativen Form der Datenerhebung sollte außerdem ein qualitatives Interview zusätzlichen Einblick in die persönliche Auffassung der Probanden gewähren. Während die reine Leistungsmessung keine direkte Einsicht in die Motive der Anstrengung liefert, kann ein Interview als wissenschaftliche Methode [Sch06] genau diese Beweggründe hinterfragen. [WHH⁺10] Hierfür wird gruppenübergrei-

find eine Auswahl von Probanden herangezogen. Da bisher noch keine spezifische Umfrage zur Leistung und Motivation in Bezug auf Sound in Lernspielen vorliegt, war es notwendig einen eigenen Fragenkatalog zu erstellen. Die dafür formulierten Fragen basieren auf einer zusammengefassten Form des FAM, mit einem Fokus auf die vier Motivationsbereiche sowie ergänzenden Fragen zum Aspekt der Leistung. Die Probanden werden gemäß der Gruppenzugehörigkeit gefragt, ob die auditive Untermalung ihnen in Hinsicht auf ihre Motivation und Leistung in Spiel- und Lernbereichen geholfen hat oder hätte. Dazu werden Begründungen abgefordert und diese als Ausgangspunkt für eine mögliche Diskussion verwendet, um eine hohe Einsicht in die Wahrnehmung der Probanden zu erhalten.

4.4. Evaluationsablauf

Für die Anwerbung potenzieller Probanden kamen nur Studierende im Alter von 18-30 Jahren in Frage, da das der Zielgruppe von "Arctic Economy" entspricht. Sie wurden aus Bekanntenkreisen und öffentlichen Foren angeworben. Die Auswertung ihrer Daten erfolgte anonym. Zur Teilnahme erhielt jeder Proband eine Liste an Instruktionen, die er eigenständig erfüllen sollte. Zunächst musste das Spiel heruntergeladen und das Archiv, in dem es sich befindet, entpackt werden. Das konnte jeder Proband an einem beliebigen Ort auf seinem persönlichen Computer durchführen. Der Installationsprozess wurde für eine hohe Anwendbarkeit bewusst einfach gehalten. Der Folgeschritt bestand darin, "Arctic Economy" einmal erfolgreich durchzuspielen, dabei jegliche Fragen zu beantworten, Aufgaben zu erfüllen und den durchschnittlichen Zufriedenheitswert der Haushalte möglichst hoch zu halten. Anschließend sollten die Wissensfragen und danach die Motivationsumfrage absolviert werden. Die jeweiligen Antworten wurden automatisch zurückgemeldet, während die Einsendung der Logging-Dateien von "Arctic Economy" über Mail vom Probanden durchzuführen war.

Der gesamte Ablauf erfolgte in eigenem Ermessen und ohne Aufsicht. Das entspricht einer typischen Anwendung des Lernspiels "Arctic Economy", welches eher im persönlichen Umfeld und eigenem Zeitermessen genutzt werden soll. Die Teilnehmer hatten für die abschließende Umsetzung der Evaluation fünf Tage Zeit. Einsendungen nach diesem Zeitraum konnten dementsprechend nicht mehr berücksichtigt werden. Zum Ausgleich personengebundener Heterogenität wurden alle Probanden

zufallsbasiert in zwei gleich große Gruppen aufgeteilt. Diese sollten unterschiedlich vertonte Versionen des Lernspiels "Arctic Economy" testen. Der Vergleich beider Gruppierungen erlaubte anschließend die Analyse der komplexen Verzweigungen von Lernen und Unterhaltung in einem Lernspiel. Gruppe A erhielt eine vollständig vertonte Version des Spiels, während die Version von Gruppe B komplett stumm war. Mit diesen Varianten kann der Einfluss von Sound auf Leistung und Motivation gemessen werden, weil er aus dem Leistungs- und Motivationsunterschied der jeweiligen Probandengruppen hervorgeht.

5. Evaluationsauswertung

5.1. Auswertung

5.1.1. Leistung

Um die Auswertung der im Spiel gesammelten Daten zur Leistung effizient durchführen zu können, wurden jegliche Durchschnittswerte der jeweiligen Probanden automatisch von "Arctic Economy" mit Hilfe des Loggingsystem errechnet. Das gilt für die durchschnittliche Zeit zum Erfüllen der Spielaufgaben sowie für die Ermittlung der Spielqualität, die aus den Aspekten Ressourcenverständnis, Zufriedenstellung der Haushalte und Arbeitsplatzverwaltung besteht. Das Gleiche trifft für die Beantwortungszeit der Lernfragen des Spiels sowie deren korrekte oder falsche Beantwortung zu. Trotz der Möglichkeit für Probanden falsch beantwortete Fragen wiederholt zu bearbeiten, wurde jedoch nur die erste Antwort aufgezeichnet und in die Berechnung einbezogen. Das Maß der richtig beantworteten Fragen jedes Probanden im Wissenstest nach dem Spiel wurde einerseits in Form von Punkten und andererseits als Prozentsatz festgehalten. Es dient der Ermittlung der Leistung des Kurzzeitgedächtnisses.

Für jeden dieser Teilwerte wurde pro Probandengruppe ein Durchschnittswert errechnet, der den Vergleich der einzelnen Komponenten zwischen den Gruppen ermöglicht. Entsprechende Schlussfolgerungen können also aus dem Unterschied oder der Ähnlichkeit der beiden Wertegruppierungen geschlossen werden. Ebenso ist es möglich, Sonderfälle herauszufiltern, die in ihren Werten besonders aus ihren Gruppen hervorstechen und sie zu hinterfragen.

5.1.2. Motivation

Die Motivationsumfrage wurde, wie schon gesagt, gemäß den Vorgaben des FAM verrechnet. Pro Person erfolgte die Ermittlung eines Durchschnitts für jeden der vier Motivationsbereiche, also Misserfolgsbefürchtung, Erfolgswahrscheinlichkeit, Interesse und Herausforderung. Dieser Prozess war einerseits für die Fragen zur Spiel- und andererseits für die Lernmotivation auszuführen, was insgesamt acht verschiedene Werte pro Proband ergab. Somit entstanden für beide Gruppen ebenfalls acht Werte, nachdem die Durchschnitte aus allen Teilnehmern einer Testgruppe ausgerechnet worden waren. Das erlaubt wiederum den Abgleich von Unterschieden und Ähnlichkeiten zwischen den Gruppen sowie das Ziehen entsprechender Rückschlüsse.

5.1.3. Interview

Die Antworten des qualitativen Interviews wurden geordnet und abgeglichen, um Wertungen für die verschiedenen Antworten zu erhalten, besonders bei mehrfacher Wiederholung einer Aussage. Diese gewichteten Antworten konnten schließlich zur Begründung und Ergänzung der Ergebnisse aus den Leistungs- und Motivationstests herangezogen werden.

5.2. Erwartung

5.2.1. Leistung

Im Hinblick auf die Leistung beim Spielen selbst war erwartbar, dass Gruppe A besser abschneidet als Gruppe B, während Gruppe B bei der Lernleistung im Spiel und beim Nachtest vorn liegen sollte. Viele Quellen verweisen darauf, dass der Lernerfolg ohne Ablenkung durch Sound möglicherweise höher ist [BMTJ01] [GS21], was durch die Stille im Lernabschnitt von "Arctic Economy" bei Gruppe B unterstützt wird. In Gruppe A könnte der Sound jedoch ablenkend gewirkt haben und somit die positiven Ergebnisse schmälern. Auf der anderen Seite wird Audio, besonders Musik, wie bereits in den Grundlagen etabliert, oft als motivationsfördernd wahrgenommen und könnte deshalb positive Effekte in Bezug auf das Handeln im Spiel hervorgebracht haben.

5.2.2. Motivation

Demzufolge bestand eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Motivationsumfrage für Gruppe A im Allgemeinen besser ausfallen würde. Da Audio oft beim Lernen zur Motivationssteigerung eingesetzt wird [GS21], war zu erwarten, dass dies sogar für die Lernmotivation selbst gilt. Die stumme Spielversion von Gruppe B hingegen erschwert durch fehlendes Feedback die Kommunikation zwischen Software und Nutzer und reduziert Motivation sowie Immersion im Vergleich zu Gruppe A. Das könnte eine grundsätzlich negative Auswirkung auf die Lern- und Leistungsmotivation von Gruppe B zur Folge gehabt haben.

5.2.3. Fazit

Zusammenfassend würde das bedeuten, dass der Sound in Lernspielen zwar den Lernerfolg einer einzelnen Spielrunde zu einem gewissen Grad verringert, jedoch für die Motivation förderlich ist. Somit bietet es sich an, entsprechend auditives Feedback und Untermalung in einem Lernspiel wie "Arctic Economy" hinzuzufügen, wenn dieses über einen längeren Zeitraum zur Festigung von zu vermittelnden Inhalten angewandt werden soll, da bezüglich einer vermehrten Anwendung die Motivation der Lernenden eine entsprechende Rolle spielt. Soll das Programm jedoch zur einmaligen Vermittlung von Inhalten genutzt werden, ist vom Einsatz einer auditiven Untermalung abzuraten, um die Konzentration auf die dargestellten Inhalte in hohem Maße zu erhalten.

5.3. Ergebnis

Für die Evaluation war es möglich, jeweils sieben Probanden für beide Gruppen zu erhalten. Jeder Proband hat hierbei alle geforderten Daten vollständig aufgebracht. So konnte trotz der geringen Teilnehmerzahl eine vollständige Analyse durchgeführt und entsprechende Schlüsse gezogen werden.

5.3.1. Leistung

Im Spiel erbrachte Leistung

Die vom Probanden als erstes generierten Daten betrafen die Spiel- und Lernleistung innerhalb von "Arctic Economy". Im Anhang können diese unter A.0.1 eingesehen werden. In Hinsicht auf die Antwortzeit bei der Lernleistung ergab sich beim Vergleich der Gruppendurchschnitte, dass Gruppe B im ungefähr 17 Sekunden länger für die Beantwortung der Fragen brauchte. Das heißt, die Gruppe mit Sound beantwortete die Fragen schneller, was wiederum auf eine gesteigerte Motivation zurückzuführen sein könnte. Bei Betrachtung der Durchschnittswerte der Einzelpersonen zeigt sich jedoch, dass in beiden Gruppen jeweils ein auffälliger Einzelwert hervortritt, bei dem die durchschnittliche Beantwortungszeit besonders lang ist. Besonders ein Proband aus Gruppe B mit einem Schnitt von 316 Sekunden erhöht den Gesamtwert dieser Gruppe deutlich. Von diesem Wert abgesehen, sind die weiteren sogar relativ niedrig im Vergleich zu Gruppe A. Das Minimum von B liegt hier nur bei 15 Sekunden, während das Minimum von A 21 Sekunden beträgt. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Einzelfälle beider Gruppen besondere Probleme beim Lösen der Aufgaben hatten. Der Einzelfall der Gruppe A hat hierbei durchschnittlich weniger Zeit benötigt als jener aus Gruppe B, wobei die Gruppe ohne Einberechnung des Einzelfalls durchschnittlich schneller geantwortet hat. Ohne Sound wurden die Fragen also schneller beantwortet, wenn man die Ausnahmen nicht mit einbezieht. Dies könnte potentiell durch eine geringere Ablenkung zustande gekommen sein, kann abschließend aber erst im Vergleich mit anderen Werten wirklich vermutet werden.

Etwas anders sieht es bezüglich des Aspekts der richtig beantworteten Fragen aus. Hier hat Gruppe B eine durchschnittlich 10 Prozent höhere Fehlerquote. Erklärbar wäre das möglicherweise mit der kürzeren Bearbeitungszeit der meisten Probanden aus B. Andererseits könnte es auch mit einer vom Hören des Sounds erhöhten Motivation in Gruppe A zusammenhängen. Sowohl das Minimum als auch das Maximum der diesbezüglichen Einzelwerte der Gruppe B sind geringer als die Werte der Gruppe A. Das deckt sich mit den Ergebnissen des Gesamtdurchschnitts. Festzustellen ist hierbei außerdem, dass die Probanden beider Gruppen, welche die Minima bei den Antwortzeiten einnehmen, auch die wenigsten Antworten korrekt beantwortet haben. Dieser Effekt lässt sich jedoch im umgedrehten Fall nicht feststellen.

Während des Spiels hat Gruppe A durchschnittlich fast 20 Sekunden länger zum Erledigen der Spielaufgaben gebraucht als B. Es ist hier denkbar, dass sich die Probanden entweder bewusst mehr Zeit gelassen haben oder dass B durch die Abwesenheit von Audio die Aufgaben konzentrierter gelöst hat. In den Einzeldurchschnitten lassen sich sehr hohe Unterschiede zwischen den einzelnen Probanden beider Gruppen feststellen. Der Minimalwert von A liegt mit 29 Sekunden dabei unter dem von B mit 37 Sekunden. Das Maximum hingegen ist bei A mit 264 Sekunden weitaus höher als das von B mit 169 Sekunden. Dies deutet darauf hin, dass das Durchführen der Spielaufgaben vermutlich relativ unabhängig vom Sound ist, und stattdessen eher von den persönlichen Eigenschaften der Probanden bestimmt wurde.

Mit Blick auf die bestmögliche Spielweise besteht ein sehr geringer Unterschied von 4 Prozent, wobei Gruppe A vorn liegt. Daraus ergibt sich als mögliche Erklärung, dass Sound, wenn überhaupt, nur wenig Einfluss auf die Qualität der Spielleistung hat. Die Teilergebnisse der Einzelbereiche der Spielqualität sind im Anhang unter A.0.2 einsehbar. Die Einzelwerte von A verteilen sich breiter über das verfügbare Spektrum als jene von B, mit einem Minimum von 27 Prozent und einem Maximum von 84 Prozent. Die Werte von B hingegen befinden sich ungefähr zwischen 44 und 72 Prozent. Anders als bei der Schlussfolgerung aus der reinen Betrachtung der Gruppendurchschnitte könnte man hier daran denken, dass Sound, abhängig vom Probanden, bessere oder schlechte Ergebnisse amplifiziert, während Stille für eine konstantere Leistung sorgt. Auf der anderen Seite ist es möglich, dass diese Werte allerdings auch nur auf spezifische Eigenheiten der Probanden zurückzuführen sind, welche entsprechend zufällig in diese Gruppenkonstellation verteilt wurden.

Leistung im Wissenstest

Die Ergebnisse des Wissenstests, der im Anschluss auf das Durchspielen von "Arctic Economy" folgte, können im Anhang unter (A.0.6) eingesehen werden. Die Teilnehmer der Gruppe A antworteten im Schnitt ungefähr 26 Prozent häufiger richtig als die Probanden der Gruppe B. Das könnte so interpretiert werden, dass Sound, durch seinen möglicherweise förderlichen Einfluss auf die Motivation, zu einem deutlich besseren Einprägen der dargebotenen Fakten im Kurzzeitgedächtnis geführt hat. Die Einzelwerte der Gruppe B zeigen als herausragenden Einzelfall einen Probanden, der 17 von maximal 34 Punkten erreicht hat, während alle anderen im Bereich von 6 bis 12 Punkten liegen. Die Gruppe A hingegen hat zwei Ausnahmen von 12 und 13

Punkten, der Rest ist zwischen 18 und 25 verteilt. Die Probanden der Gruppe A weisen also auch bei der Betrachtung der Einzelwerte eine deutlich bessere Antwortrate auf. Abgesehen von der Möglichkeit unterschiedlichem Vorwissens unterstützt das die Vermutung, dass der Ton in "Arctic Economy" grundsätzlich beim Einprägen der Lerninhalte geholfen haben könnte.

5.3.2. Motivation

Interesse

Auf einer Skala von 1 bis 7, also entsprechend dem Punktesystem des FAM, zeigt Gruppe A im Durchschnitt eine um ungefähr 0,49 höhere Spielmotivation als Gruppe B, was aus den Daten im Anhang unter (A.0.10) ersichtlich wird. Das lässt auf einen wahrscheinlich recht geringen Einfluss von Sound auf das Interesse an den Inhalten des Spiels schließen. Die Minimalwerte beider Gruppen sind mit 2,8 Punkten gleich. Bezüglich des Maximums liegt Gruppe A, deren Ergebnisse im Anhang unter A.0.8 einsehbar sind, bei 6,4. B, unter A.0.9 auffindbar, hingegen nur bei 5,6. Man könnte an dieser Stelle vermuten, dass ein bereits lustloser Spieler vermutlich nicht weiter durch Ton motiviert wird, jedoch ein grundsätzlich motivierterer Nutzer einen erhöhenden Effekt erhält.

In Hinsicht auf das Interesse an den Lerninhalten zeigt sich ein etwas aussagekräftigerer Unterschied von ungefähr 0,86, wobei A erneut vorn liegt. Das legt nahe, dass das Interesse an den Lerninhalten in der Gruppe A etwas höher war als bei Gruppe B. In der Betrachtung der Einzelwerte wird deutlich, dass die Daten von Gruppe A breiter gefächert sind als die von B. Bei A ist das allerdings auf Einzelfälle von ungefähr 1,2 und 1,4 Punkten zurückzuführen, während die Werte der anderen Probanden mehr als doppelt so hoch sind. Die Sonderfälle der desinteressierten Probanden treten bei A somit ähnlich stark auf wie bei B. Dabei sind sie in der Gruppe A letztendlich Ausnahmen und setzen sich von anderen höher liegenden Werten ab. Dies unterstreicht das durchschnittlich höhere Interesse an den dargebotenen Lerninhalten bei Gruppe A.

Es ist also eine grundsätzliche Steigerung des Motivationsfaktors Interesse bei Gruppe A im Vergleich zu Gruppe B zu verzeichnen. Auch wenn spezifisch das Lerninteresse bei beiden Gruppen im Vergleich zum Spielinteresse niedrig ist, ist der Unterschied

zwischen A und B beim Lerninteresse fast doppelt so groß wie der Unterschied beim Interesse am Spiel.

Erfolgswahrscheinlichkeit

Bei der Wahrnehmung von Erfolgswahrscheinlichkeit beim Spielen gibt es einen klaren Unterschied von genau 2 Punkten zwischen den Gruppen A und B. A liegt auch hier vorn und sieht somit eine erhöhte Chance auf Erfolg. Bei Betrachtung der Einzelwerte fällt auf, dass der Durchschnitt von A von einem Einzelfall von 3,75 Punkten deutlich gedrückt wird. Ohne diesen Wert läge das Minimum von A nur bei 5,75. Die Werteverteilung von B ist dagegen wesentlich gleichmäßiger. Ohne den Ausnahmefall aus Gruppe A wäre der Unterschied zwischen den Gruppenschritten demzufolge sogar noch deutlicher, was die Annahme bestärkt, dass die Probanden der Gruppe A ein entsprechend höheres Vertrauen in ihren Erfolg hatten.

Ebenso herausragend zeigt sich der Unterschied beim Beantworten der Lernfragen. Hier ist die Differenz der beiden Gruppenschritte mit 2,07 nochmals größer und A besitzt erneut eine wesentlich höhere Erfolgserwartung als B. Die Verteilung der Werte bei beiden Gruppen ist jedoch relativ gleichmäßig, wobei auch Minimum und Maximum der Gruppe A höher liegen als bei Gruppe B, was die Vermutung aus dem Vergleich der Gesamtschnitte unterstreicht.

Der Unterschied beim Motivationsaspekt bezogen auf die Erfolgswahrscheinlichkeit ist beim Spiel- und Lernabschnitt der Evaluation gleichermaßen deutlich. Allerdings erweist sich die Erfolgserwartung beider Gruppen im Lernabschnitt als grundsätzlich etwas niedriger als im Spielabschnitt.

Misserfolgsbefürchtung

Der Aspekt der Misserfolgsbefürchtung in Hinsicht auf das Spielen selbst hat einen ebenfalls relativ deutlichen Unterschied von 1,57 Punkten. Gruppe B hat hierbei einen höheren Wert als Gruppe A. Das lässt bei den Probanden aus B eine höhere Angst vor einem potenziellen Misserfolg vermuten. Die Verteilung der Einzelwerte beider Gruppen befindet sich dabei recht gleichmäßig zwischen Minima und Maxima. Wiederum liegen hier beide Werte bei B deutlich über denen von A, was die bereits formulierte Annahme weiterhin unterstützt.

Im Lernbereich ist der Unterschied der Gruppendurchschnitte mit 1,66 Punkten sogar noch deutlicher. Gruppe B hatte also wahrscheinlich eine entsprechend höhere Sorge davor, die Lernleistung nicht erfolgreich erbringen zu können. Auch die Einzelwerte beider Gruppen weisen erneut ähnliche Eigenschaften wie beim Spielbereich auf. Die Einzelwerte sind relativ gleichmäßig zwischen Minima und Maxima verteilt und Gruppe B übersteigt erneut in beiden Werten Gruppe A, ein weiterer Fakt, der die Annahme bezüglich der Betrachtung der Gruppendurchschnitte bekräftigt.

Die Sorge vor Misserfolg bei den Lerninhalten war bei beiden Gruppen grundsätzlich stärker vertreten. Der Unterschied zwischen dem Lern- und Spielabschnitt beträgt jeweils ungefähr 1,6 und ist somit deutlich zu erkennen.

Herausforderung

In Bezug auf die Herausforderungswahrnehmung im Spiel lässt sich ein Unterschied von 0,79 Punkten zwischen den Gruppen vermerken, wobei Gruppe B das Spielen selbst scheinbar als herausfordernder wahrgenommen hat. Die Einzelwerte der Gruppen sind erneut recht gleichmäßig verteilt. Dabei liegen das Minimum und Maximum der Gruppe A deutlich unter den Werten von Gruppe B. Dies trägt stark zur Annahme bei, dass Probanden aus B das Spiel als eine größere Herausforderung erlebt haben.

Anders sieht es mit der Einstellung zu den Lerninhalten aus. Mit einem Unterschied von ungefähr 0,11 ist der Abstand zwischen den Gruppenschnitten verhältnismäßig gering. Die Vermutung ist hier eine gleiche Ansicht der Teilnehmer in Bezug auf die Herausforderung durch die dargebotenen Lerninhalte. Bei Betrachtung der Einzelwerte zeigt sich jedoch, dass die Werteverteilung von B zentraler um den Durchschnitt der Gruppe angesiedelt ist. Bei A hingegen ist die Verteilung weiter aufgefächert. Es wäre also denkbar, dass fehlender Ton die Herausforderungswahrnehmung im Lernabschnitt des Spiels deutlicher hervortreten lässt. Bei vorhandenem Sound hingegen scheinen die persönlichen Bedingungen der Einzelpersonen stärkeren Einfluss auf die Wahrnehmung zu haben und sie zu differenzieren.

Weiterhin ist interessant zu vermerken, dass die Teilnehmer der Gruppe B das Spiel im Durchschnitt etwas herausfordernder wahrgenommen haben als die Lerninhalte, während der Effekt bei A umgedreht ist. Ebenso untypisch, im Vergleich zu den anderen Motivationsfaktoren, ist der wesentlich größere Unterschied zwischen den

Werten der Gruppen im Hinblick auf die Herausforderung im Spielbereich im Vergleich zum Lernbereich. Bei letzterem liegen beide Gruppen fast gleich. Das führt zu der Annahme, dass sich die Lerninhalte für beide Gruppen ähnlich schwer angefühlt haben, während das Spiel selbst mit Sound als leichter wahrgenommen wurde.

5.3.3. Interview

Aussagen

Für das qualitative Interview wurden jeweils drei freiwillige Probanden aus den Gruppen A und B herangezogen. Viele ihrer Aussagen lassen sich keinem der spezifischeren Motivationsfaktoren zuordnen. Stattdessen beziehen sie sich eher auf einen Aspekt "allgemeiner Motivation", welche gleichermaßen von Befragten aus A und B als durch Sound beeinflusst beschrieben wurde. Teilnehmer der Gruppe B sagten aus, dass Musik sowie Soundeffekte für die Motivation sehr hilfreich gewesen wären. Besonders das Feedback durch Audio, zum Beispiel für das richtige oder falsche Beantworten einer Frage sowie dem Abschließen einer Aktion, wurden an dieser Stelle genannt. Aus Gruppe A hingegen wurde von zwei Probanden der Soundtrack als besonders motivationsstärkend beschrieben. Es gab jedoch auch Gegenstimmen. Der dritte Proband aus A nahm keine Motivationssteigerung wahr, weil er die Musik vor allem als unpassend empfand, während ein weiterer Teilnehmer aus B grundsätzlich die Meinung vertrat, Musik hätte keine fördernde Wirkung auf seine Motivation. Da Probanden aus Gruppe B nicht feststellen konnten ob mit der Anwesenheit von Ton eine erhöhte oder verringerte Schwierigkeit einherging, konnten sich nur Probanden aus Gruppe A zur Schwierigkeitswahrnehmung äußern. Eine Person vermerkte aufgrund von Vorerfahrung aus anderen Spielen keine erhöhte Schwierigkeit oder Ablenkung. Eine andere meinte, der Ton wäre zu sehr im Hintergrund gewesen, um einen Effekt zu haben. Der dritte Proband aus Gruppe A vermutete einen möglichen Einfluss durch das Wechseln der Musik, während jedoch ein Effekt auf Leistung bei Spiel- oder Lernaufgaben schwer festzustellen gewesen wäre. Bei den Aussagen zur Angst vor Misserfolg gab es eine deutliche Übereinstimmung aller drei Probanden aus Gruppe A, die hier keinen Einfluss feststellen konnten. Zum Aspekt des Interesses an den dargebotenen Inhalten vertrat nur ein Proband aus Gruppe A die Meinung, es gäbe keinen Zusammenhang zwischen Sound und Gameplay und somit auch keine

Auswirkung auf das Interesse. Ein anderer Teilnehmer bestätigte gesteigertes Interesse allein an den Spielinhalten, aber einen negativen Einfluss an den Lerninhalten durch die ihn nicht ansprechende Musik. Ein weiterer beschrieb gegensätzlich dazu einen positiven Effekt dank der Musik auf die Story und Lerninhalte, wobei letzteres besonders von Soundeffekten gefördert worden sei.

Zwei Probanden beider Gruppen sprachen sich jeweils gegen einen Effekt des Tons auf die Konzentration aus. Einer der beiden aus Gruppe A erklärte dies damit, dass sich die Konzentration ohnehin vom Sound wegbewegen würde, sobald die Aufmerksamkeit zu sehr von Lerninhalten oder anderem beansprucht wird. Auf der anderen Seite meinte ein Proband der Gruppe B, der Sound sorge für Immersion, was wiederum die Konzentration steigert, weil man sich als Nutzer besser auf die dargebotenen Inhalte einlassen kann. Eine Bekräftigung dafür stellt die Aussage eines weiteren Teilnehmers aus B dar, er habe die Musik vermisst und sie hätte ihm bei der Konzentration und Motivation an schwierigen Stellen geholfen.

Einige Aussagen der Teilnehmer aus B lassen sich ausschließlich auf den Aspekt der Leistung beziehen. Zwei der Personen gaben hierbei an, ihre Leistung hätte mit Sound nicht gesteigert werden können. Stattdessen habe sie nur der Immersion gedient. Der dritte Befragte meinte hingegen, seine Leistung sei durch auditive Hinweise bei der Benutzung der Software positiv beeinflusst worden.

Einhergehend mit den genannten Punkten ergaben sich mehrere Vorschläge zu möglichen Verbesserungen. Der Hauptpunkt von Gruppe A war hierbei die Musik. So wurde größtenteils angemerkt, es solle mehr Abwechslung durch verschiedene Melodien und Tempi geben. Gruppe B hingegen hat neben der Musik verschiedene Soundeffekte vermisst. Besonders oft wurden als entsprechende Punkte Signalisierung von Stimmungen, Gebäudebau, Interaktion mit der Spielwelt, Benutzen der verfügbaren Einheiten und wichtigen Zustandsveränderungen im Spiel genannt. Erneut wurde auch hier der Aspekt der Immersion angesprochen, für den der Ton sehr wichtig gewesen wäre.

Bewertung

Zusammenfassend betrachtet, stimmten beide Gruppen größtenteils für eine Auswirkung des Tons auf die Motivation, wobei die Musik das zentrale Element darstellt.

Dazu gab es nur wenige Gegenargumente. In Hinsicht auf Schwierigkeitswahrnehmung sind die Teilnehmer unsicher oder eher gegen einen erkennbaren Effekt. Möglicherweise könnten hierbei andere Sounds das Ergebnis verändern, da vor allem die Vertrautheit mit auditiver Ausgabe bei Spielen oder die unauffällige Positionierung von Sound im Hintergrund als Ursachen für die Wahrnehmung der Probanden genannt wurden. In den Bereichen Misserfolgsbefürchtung und Interesse sind sich fast alle dazu befragten Probanden sicher, dass es hier keine Auswirkung gibt. Es lässt sich lediglich eine Gegenstimme aus Gruppe A für das Interesse am dargebotenen Inhalt finden. Wiederum ist die Musik ein zentrales Element, aber auch die Soundeffekte hätten wohl, besonders bei Lerninhalten, eine entsprechende Wirkung gehabt. Da im Lernbereich des Spiels die Musik weniger präsent ist, könnte dies die erhöhte Wirkung der Soundeffekte erklären. Für den Aspekt der Konzentration treten erneut vor allem Stimmen aus beiden Gruppen hervor, die die Meinung vertraten, der Ton hätte keinen Einfluss gehabt. Es gibt nur zwei Gegenstimmen, ebenfalls aus beiden Gruppen, die sich aber hauptsächlich auf den Aspekt der Immersion beziehen, die wiederum auf die Konzentration gewirkt haben soll. Was die Leistung betrifft, wurde ein möglicher Einfluss des Tons grundsätzlich abgelehnt. Nur ein Proband vermutete eine mögliche Leistungssteigerung, die durch auditives Feedback erreicht worden wäre. Verbesserungsvorschläge drehten sich bei den Befragten aus Gruppe A besonders darum, mehr musikalische Abwechslung zu schaffen. In Gruppe B hingegen trat die Forderung nach verbesserter auditiver Untermalung durch Soundeffekte an erste Stelle, wobei der Sound allgemein die Immersion stark gestützt hätte.

Insgesamt scheint aus den gesammelten Aussagen hervorzugehen, dass die Auswirkung von Sound auf Leistung und Motivation zwar vorhanden, aber letztendlich begrenzt ist. Besonders das Interesse und ein allgemeines undefiniertes Motivationsgefühl wurden scheinbar besonders durch den Ton gefördert. Unabhängig davon ist die Immersion jedoch immer wieder als zentraler Faktor der Auswirkung hervorgetreten. Eine mögliche Korrelation zwischen Immersion und Konzentration wäre deshalb denkbar.

6. Fazit und Ausblick

6.1. Fazit

6.1.1. Leistungswerte

Zusammenfassung Lernleistung

Bei der Messung der Lernleistung sorgen Einzelfälle der Probanden dafür, dass Gruppe B im Durchschnitt für das Beantworten der Fragen im Spiel länger als Gruppe A gebraucht hat. Ohne diese "Ausreißer" hingegen verkehrt sich dieser Aspekt jedoch ins Gegenteil, was eine eindeutige Aussage erschwert. Im Hinblick auf die Antwortqualität liegen die Teilnehmer der Gruppe A jedoch bei den Lernfragen in und nach dem Spiel gleichermaßen mit mehr korrekten Antworten vor B. In Anbetracht dieser Ergebnisse scheint der Ton besonders auf das kurzzeitige Einprägen von den gegebenen Fakten Auswirkung zu haben. Bei Antwortzeiten gibt es hingegen keine explizite Tendenz. Teilnehmer der Gruppe B waren leicht schneller, was vielleicht auf eine erhöhte Konzentration durch Stille hindeuten könnte. Jedoch gibt es gleichermaßen in beiden Gruppen Einzelfälle, die besonders lang gebraucht oder sich Zeit gelassen haben. Dies ist besonders bei Gruppe B einschneidend. Dazu kommt, dass mit der erhöhten Beantwortungsgeschwindigkeit vieler Probanden aus B schlechtere Ergebnisse beim Einprägen und Wiedergeben der Lerninhalte einhergehen. Dieser Umstand könnte ein Hinweis darauf sein, dass Teilnehmer aus Gruppe B weniger bereit waren sich auf die Herausforderung durch die Aufgaben einzulassen, was aber nur durch einen Abgleich mit den Motivationswerten bestätigt werden kann.

Zusammenfassung Spielleistung

Im Aspekt der Spielleistung hat Gruppe A durchschnittlich länger gebraucht. Dabei sind jedoch die Unterschiede zwischen individuellen Probanden sehr hoch, was darauf

hindeutet, dass die genommene oder gebrauchte Zeit sehr abhängig von den persönlichen Bedingungen der Einzelperson ist. Dennoch untermauern das Minimum und Maximum beider Gruppen die Annahme, dass der Sound für eine längere Verweildauer der Probanden an ihren Aufgaben gesorgt haben könnte. Auf die Spielqualität hingegen scheint der Ton nur einen geringen Einfluss zu haben. Aufgrund der weitgefächerten Einzelwerte der Probanden aus Gruppe A würde sich höchstens vermuten lassen, Sound verbessert oder verschlechtert die Ergebnisse bei der Spieleffizienz je nach ursprünglicher Tendenz der Einzelperson weiter. Insgesamt betrachtet ist die Auswirkung auf die Spielleistung verhältnismäßig gering. Es ist kein explizit besseres Spielen feststellbar. Wenn überhaupt verbringen die Nutzer nur mehr Zeit an den Aufgaben, die ihnen das Spiel stellt. Möglicherweise könnte dieser Zeiteffekt jedoch mit unterschiedlicher Musik verändert, das heißt der Nutzer eventuell dazu bewegt werden, gezielt mehr oder weniger Zeit mit einer Aufgabe zu verbringen.

Abgleich Spiel- und Lernleistung mit Interview

Die Ergebnisse deuten stark darauf hin, dass die positiven Auswirkungen von Audio sich besonders beim Einprägen von Faktenwissen ins Kurzzeitgedächtnis vorfinden lassen, jedoch nicht bei der Antwortgeschwindigkeit oder Spielleistung. Diese Vermutung stimmt mit der Wahrnehmung der befragten Probanden aus dem Interview zu einem gewissen Grad überein. So gaben die meisten an, dass Sound nicht leistungssteigernd war oder der Konzentration geholfen hat. Im Kontrast dazu steht hierbei jedoch die deutliche Abhebung der Menge der richtigen Antworten auf Lernfragen von Gruppe A im Vergleich zu Gruppe B.

6.1.2. Motivationswerte

Zusammenfassung Motivationstest

Es hat sich herausgestellt, dass der Motivationsfaktor des Interesses bei Gruppe A leicht höher liegt als bei B. Besonders bei den Lerninhalten lässt sich eine klare Steigerung feststellen, also scheinen die Probanden motivierter gewesen zu sein. Noch stärker tritt dies beim Aspekt der Erfolgswahrscheinlichkeit hervor, dessen Werte bei A gleichermaßen bezogen auf Spiel- und Lerninhalte im Durchschnitt weit über B

liegt. Bei der Misserfolgsbefürchtung ist der Effekt umgekehrt. Gruppe B hat durchschnittlich höhere Werte, das heißt größere Befürchtungen nicht erfolgreich zu sein als die Teilnehmer aus Gruppe A. In Hinsicht auf die Herausforderung beim Spielen haben die Probanden der Gruppe B ebenfalls einen höheren Durchschnittswert, was bedeutet sie fanden das Spiel anspruchsvoller als die andere Gruppe. Dies ändert sich jedoch bei den Lerninhalten, die von beiden Gruppen ungefähr gleich herausfordernd wahrgenommen wurden. Bei A erschwert die höhere Heterogenität der Daten eine klare Aussage. Die Auswertung des FAM lässt generell einen leicht positiven Einfluss des Tons auf jegliche Teilwerte der Leistungs- und Lernmotivation vermuten. Besonders ist das bei der Erfolgserwartung zu beobachten und könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Selbstsicherheit der Probanden aus A durch den Sound gesteigert wurde. Interessanterweise war die Wahrnehmung der Herausforderung trotz besserer Ergebnisse der Gruppe A bei der Lernleistung zwischen beiden Gruppen im Schnitt sehr ähnlich. So wurden zwar die Wissensfragen als ähnlich schwer wahrgenommen, aber A konnte dennoch eine grundsätzlich bessere Leistung erreichen. Somit sorgt der Sound wahrscheinlich dafür, dass Teilnehmer der Gruppe A im Durchschnitt eher bereit waren, sich nach bestem Können den Herausforderungen des Lernens anzunehmen.

Ableich Motivationstest mit Interview

Die gesammelten Daten unterscheiden sich leicht von den Angaben der Probanden im Interview. Das Interesse an den Inhalten wurde als stark durch Sound verstärkt angegeben, während andere Motivationsbereiche von Teilnehmern der Gruppe A als nicht durch Sound beeinflusst beschrieben wurden. Beide Gruppen äußerten jedoch übereinstimmend, dass der allgemeine undefinierte Aspekt der Motivation durch den Ton gesteigert worden wäre, was in etwa den gesammelten Daten entspricht. Im Gegensatz zu den Aussagen der Probanden ist jedoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der Wert, der wahrscheinlich besonders deutlich beeinflusst wurde. In der Gruppe B wurde Sound im Spiel oft als erwartet und vermisst bewertet. Neben der Annahme, dass Audio entsprechend positive Auswirkungen haben mag, ergibt sich ein neuer möglicher Ansatz: Nicht die reine Abwesenheit des Tons, sondern die unerfüllte Erwartungshaltung der Probanden hat stattdessen entsprechend deren Leistung und Motivation beeinträchtigt. Des Weiteren wurde in den Verbesserungsvorschlägen der Gruppe B generell der hilfreiche Effekt der Soundeffekte bei der Benutzung der

Software erwähnt. In Verbindung mit den unterschiedlichen Werten der Herausforderungswahrnehmung bei der Leistungsmotivation in Hinsicht auf das Spiel ermöglicht dies die Vermutung, dass die Anwesenheit indikativer Geräusche in Gruppe A die Benutzung der Software durch Assoziation und Signalisierung vereinfacht hat.

6.1.3. Zusammenspiel von Leistung und Motivation

Zusammengefasst scheint Audio im Lernspiel „Arctic Economy“ einen allgemein leicht steigenden Effekt in den Bereichen der Lernleistung und Motivation erzielt zu haben. Besonders treten dabei die Ergebnisse des nachfolgenden Wissenstests sowie die Erfolgswahrscheinlichkeit und Misserfolgsbefürchtung des FAM hervor. Probanden aus der Gruppe A erschienen grundsätzlich selbstsicherer und zeigten dementsprechend bessere Ergebnisse der Nutzung der Software und beim Lernen. Teilnehmer der Gruppe B lagen in den Wissenstests öfter falsch, benötigten aber grundsätzlich etwas weniger Zeit für jegliche Aufgaben des Spiels und der Tests. Im Zusammenhang mit den geringeren Motivationswerten führt dies zu dem Schluss, dass Probanden aus Gruppe B sich möglicherweise oft weniger Zeit gelassen haben, um Spielaufgaben zu erledigen oder Fragen korrekt zu beantworten, da sie weniger Motivation hatten, um die Aufgaben nach bestem Können zu erfüllen.

6.1.4. Endergebnis

Es ist zu bedenken, dass in dieser Untersuchung viele verschiedene Faktoren nicht betrachtet wurden. Darunter zählen persönliche Präferenzen der Probanden in Hinsicht auf Soundeffekt- und Musikgeschmack, deren Umgang und Vertrautheit mit interaktiven Medien, Vorwissen im wirtschaftlichen Bereich, mögliche geschlechtsabhängige Eigenschaften, die Umgebungssituation während der Evaluation, sowie die Audioqualität der Ausgabemöglichkeiten der Teilnehmer. Aus diesem Grund, vor allem jedoch wegen der relativ geringen Anzahl an verfügbaren Probanden, lassen sich keine definitiven Aussagen, sondern nur Vermutungen formulieren. Dennoch gibt es einige herausstehende Tendenzen, die entsprechende Implikationen für andere Lernspiele und -software liefern und durch weiterführende Forschung möglicherweise bestätigt werden könnten. So hat Audio im Kontext von „Arctic Economy“ scheinbar einen steigenden Effekt auf die Motivation und damit die Speicherung von Inhalten

im Kurzzeitgedächtnis. Dieser Effekt zeigt sich besonders bezüglich der Selbstsicherheit der Probanden mit Audio, welche, trotz ähnlicher Schwierigkeitswahrnehmung im Lernbereich, höhere Erfolgserwartung zum Ausdruck brachten. Der Fakt, dass Ton von den Probanden aus Gruppe B häufig vermisst wurde, sollte jedoch nicht missachtet werden, da er eine gegenteilige Betrachtung zulässt. Möglicherweise irritierte das Fehlen von auditiver Untermalung die Teilnehmer und hatte deshalb einen verringernden Effekt auf die Motivation und somit die Bereitschaft Wissen aufzunehmen. Gruppe A hat außerdem mehr Zeit mit dem Lösen jeglicher Aufgaben verbracht als B, was unter anderem auf eine verminderte Konzentration hindeuten könnte. Dafür gibt es jedoch nicht genügend Anzeichen, vor allem da im Interview eine Auswirkung von Audio auf die Konzentration von den meisten abgelehnt wurde. Mit Blick auf das Spielen selbst ist hingegen eine, wenn auch sehr geringe durchschnittliche Steigerung zu vermerken. Dabei mögen aber sehr wahrscheinlich die persönlichen Eigenschaften der Probanden eine größere Rolle gespielt haben als der Einfluss von Sound. Abschließend ist noch die Häufigkeit der Unterschiede zwischen der Meinung der Teilnehmer des Interviews und den gesammelten Daten zu vermerken. Möglicherweise liegt ihr zugrunde, dass die Probanden sich nicht immer der vollständigen Auswirkung von Audio bewusst sind, oder, dass dieser sehr schwer einschätzbar ist, wenn kein direkter Vergleich zwischen den beiden Zuständen vorliegt.

6.2. Ausblick

6.2.1. Anwendungsempfehlung

Sollten die vorliegenden Ergebnisse auf ein anderes Lernspiel angewandt werden, empfiehlt sich anhand der Daten, den Ton nicht vollständig zu vernachlässigen, da der mögliche motivationssteigernde Effekt wichtig für die Langzeitmotivation und das Wiederkehren des Nutzers zur Software ist. Durch eine erhöhte Selbstsicherheit scheint sich die gewonnene Motivation gleichzeitig positiv auf die Leistungen auszuwirken. Dennoch bleibt weiterhin schwer einschätzbar, wie genau diese auditive Untermalung aussehen soll, da der Aspekt persönlicher Vorzüge und die Passung zum Kontext der Software scheinbar die Auswirkung des Sounds beeinflussen kann. Vollständige Stille jedoch erscheint wenig sinnvoll, weshalb davon abzuraten ist.

6.2.2. Weiterführende Untersuchung

Für eine weiterführende Forschung wäre es lohnenswert, zunächst die Erwartungshaltung der Probanden in Hinsicht auf auditive Untermalung zu untersuchen. Dies würde Rückschlüsse zulassen, inwieweit Ton selbst positive Auswirkungen hervorruft oder ob stattdessen die Enttäuschung über fehlende auditive Untermalung negative Effekte hat. Ebenso wäre es notwendig, die Vertrautheit der Probanden mit interaktiven Medien sicherzustellen und deren Vorwissen zu prüfen, um einen tatsächlichen Steigerungseffekt nachweisen zu können.

Literaturverzeichnis

- [ADKG21] F. Andersen, Danny, C. L. King und A. A. S. Gunawan: *Audio Influence on Game Atmosphere during Various Game Events*, *Procedia Computer Science*, Bd. 179:S. 222–231, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.001>.
- [AF10] S. A. Anderson und G. B. Fuller: *Effect of music on reading comprehension of junior high school students*, *School Psychology Quarterly*, Bd. 25(3):S. 178–187, 2010, <https://doi.org/10.1037/a0021213>.
- [AFM12] C. Avila, A. Furnham und A. McClelland: *The influence of distracting familiar vocal music on cognitive performance of introverts and extraverts*, *Psychology of Music*, Bd. 40:S. 84–93, 2012, <https://doi.org/10.1177/0305735611422672>.
- [AG08] T. R. Alley und M. E. Greene: *The relative and perceived impact of irrelevant speech, vocal music and non-vocal music on working memory*, *Current Psychology*, Bd. 27:S. 77–289, 2008, <https://doi.org/10.1007/s12144-008-9040-z>.
- [AG18] T. Tsiatsos A. Ganiti, N. Politopoulos: *The Impact of Background Music on an Active Video Game*, *Interactive Mobile Communication Technologies and Learning*, Bd. 725:S. 18–28, 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-319-75175-7_3.
- [BB98] S. R. Banbury und D. Berry: *Disruption of office related tasks by speech and office noise*, *British Journal of Psychology*, Bd. 89:S. 494–517, 1998.
- [BCM⁺19] E. Borella, B. Carretti, C. Meneghetti, E. Carbone, M. Vincenzi, J. C. Madonna, M. Grassi, B. Fairfield und N. Mammarella: *Is working memory training in older adults sensitive to music?*, *Psychological Research*, Bd. 83(6):S. 1107–1123, 2019.

- [BKGF01] B.Maess, S. Koelsch, T. C. Gunter und A. D. Friederici: *Musical syntax is processed in Broca's area: An MEG study*, *Nature Neuroscience*, Bd. 4(5):S. 540–545, 2001.
- [BMTJ01] S. P. Banbury, W. J. Macken, S. Tremblay und D. M. Jones: *Auditory Distraction and Short-Term Memory: Phenomena and Practical Implications*, *HUMAN FACTORS*, Bd. 43(1):S. 12–29, 2001.
- [Bri21] R. Bridgett: *Leading with Sound Proactive Sound Practices in Video Game Development*, Routledge Taylor & Francis, Abingdon, 1 Aufl., 2021, ISBN 9781003082521.
- [CHTD10] K. Collins, K. A. Harrigan, H. Tessler und M. J. Dixon: *Sound in Electronic Gambling Machines: A Review of the Literature and its Relevance to Game Sound*, in *Game Sound Technology and Player Interaction: Concepts and Developments* (herausgegeben von M. Grimshaw), Kap. 1, S. 2–21, IGI Global, Hershey, 9 2010, 9781616928285.
- [Col80] H. A. Colle: *Auditory encoding in visual short-term recall: Effects of noise intensity and spatial location*, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Bd. 19(6):S. 722–735, 1980.
- [Col08] K. Collins: *Game Sound*, MIT Press, London, 8 2008, ISBN 9780262537773.
- [CPSTF09] T. Chamorro-Premuzic, V. Swami, A. Terrado und A. Furnham: *The Effects of Background Auditory Interference and Extraversion on Creative and Cognitive Task Performance*, *International Journal of Psychological Studies*, Bd. 1(2), 2009, doi:10.5539/ijps.v1n2p2.
- [Cus13] M. Custodis: *Playing with Music – Featuring Sound in Games*, in *Music and Game : Perspectives on a Popular Alliance* (herausgegeben von P. Moormann), Kap. 9, S. 159 – 170, Springer, 1 Aufl., 2013, 9783531189130.
- [DGEW16] R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg und J. Wiemeyer: *Introduction*, in *Serious Games Foundations, Concepts and Practice* (herausgegeben von R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg und J. Wiemeyer), Kap. 1, S. 1–32, Springer, 2016, 9783319406121.

- [Dil21] R. Dillon: *The Digital Gaming Handbook*, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 1 Aufl., 2021, ISBN 9780429274596.
- [dlMH17] H. de la Motte-Haber: *Einleitung*, in *Handbuch Funktionale Musik Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete* (herausgegeben von Günther Rötter), Kap. 1, S. 1 – 28, Springer, Wiesbaden, 2017, iSBN 9783658102197.
- [dlMHE17] H. de la Motte-Haber und P. Epting: *Musik in Videospielen*, in *Handbuch Funktionale Musik Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete* (herausgegeben von G. Rötter), Kap. 17, S. 401 – 428, Springer, Wiesbaden, 2017, ISBN 9783658102197.
- [EH98] W. Ellermeier und J. Hellbrück: *Is level irrelevant in ‘irrelevant speech’? Effects of loudness, signal-to-noise ratio, and binaural unmasking*, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Bd. 24(5):S. 1406–1414, 1998.
- [Erb13] Marcus Erbe: *Mundane Sounds in Miraculous Realms: An Auditory-Analysis of Fantastical Games*, in *Music and Game : Perspectives on a Popular Alliance* (herausgegeben von P. Moormann), Kap. 7, S. 125–146, Springer, 1 Aufl., 2013, 9783531189130.
- [EZ14] W. Ellermeier und K. Zimmer: *The psychoacoustics of the irrelevant sound effect*, *Acoustical Science and Technology*, Bd. 35(1):S. 10–16, 2014, <https://doi.org/10.1250/ast.35.10>.
- [FOD⁺22] Nader Fawzy, Rana Othman, Adnan Al Doumani, Noon Elfatih, Omar Alrefaai, Nabeel Basha, Dana AbuObead, Salsabil Abbad und M. Yaman Swied: *The Effect of Listening to Music While Studying on Memory Retention*, *ScienceOpen Posters*, 3 2022, DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPI0UHV.v2.
- [GA19] M. F. Gonzalez und J. R. Aiello: *More than meets the ear: Investigating how music affects cognitive task performance*, *Journal of Experimental Psychology. Applied*, Bd. 25(3):S. 431–444, 2019.
- [Gas14] H.P. Gasselseder: *Those who played were listening to the music? Immersion and dynamic music in the ludonarrative*, *4th International*

- Workshop on Cognitive Information Processing (CIP)*, S. 1–8, 2014, doi: 10.1109/CIP.2014.6844512.
- [Gre04] G. Grefberg: *The Chronicles of Riddick: Escape from Butcher Bay*, 2004, URL: http://web.archiveorg/web/20041116084639/http://www.music4games.net/f_gustafgrefberg_chronicles_of_riddick.html, besucht am 05.05.2012.
- [GS21] F. Goltz und M. Sadakata: *Do you listen to music while studying? A portrait of how people use music to optimize their cognitive performance*, *Acta Psychologica*, Bd. 220:S. 103417, 2021.
- [Hay03] S. E. Haynes: *The effect of background music on the mathematics test anxiety of college algebra students*, Dissertation, University West Virginia, 2003.
- [HBD04] L. Hadlington, A. M. Bridges und R. J. Darby: *Auditory location in the irrelevant sound effect: The effects of presenting auditory stimuli to either the left ear, right ear or both ears*, *Brain and Cognition*, Bd. 55:S. 545–557, 2004.
- [HBDF⁺05] S. Hébert, R. Béland, O. Dionne-Fournelle, M. Crête und S. J. Lupien: *Physiological stress response to videogame playing: the contribution of built-in music*, *Life Sciences*, Bd. 76(20):S. 2371–2380, 4 2005, doi:10.1016/j.lfs.2004.11.011.
- [HCB45] M. T. Henderson, A. Crews und J. Barlow: *A study of the effects of music distracting on reading efficiency*, *Applied Psychology*, Bd. 29:S. 313–317, 1945.
- [Hec63] H. Heckhausen: *Hoffnung und Furcht in der Leistungsmotivation*, Hain, 1963, ISBN 9783445103741.
- [HHM⁺13] R. W. Hughes, M. J. Hurlstone, J. E. Marsh, F. Vachon und D. M. Jones: *Cognitive control of auditory distraction: Impact of task difficulty, foreknowledge, and working memory capacity supports duplexmechanism account*, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Bd. 39(2):S. 539–553, 2013, <https://doi.org/10.1037/a0029064>.

- [Hir04] E. Hirokawa: *Effects of music, listening, and relaxation instructions on arousal changes and the working memory task in older adults*, *Journal of Music Therapy*, Bd. 41(2):S. 107–127, 2004, doi: 10.1093/jmt/41.2.107.
- [HMH⁺14] N. Halin, J. E. Marsh, A. Haga, M. Holmgren und P. Sörqvist: *Effects of speech on proofreading: Can task-engagement manipulations shield against distraction?*, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, Bd. 20(1):S. 69–80, 2014, <https://doi.org/10.1037/xap0000002>.
- [HS15] K. Herdzina und S. Seiter: *Einführung in die Mikroökonomik*, Vahlen, 12. Aufl., 2015, ISBN 9783800649204.
- [Hur06] D. Huron: *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*, MIT Press, Cambridge, 2006, ISBN 9780262275965.
- [JH10] H. Heckhausen J. Heckhausen: *Motivation und Handeln*, Springer, 4. Aufl., 2010, ISBN 9783642126925.
- [JJ21] K. J. Barideaux Jr und P. I. Pavlik Jr: *Can concept maps attenuate auditory distraction when studying with music?*, *Applied Cognitive Psychology*, Bd. 35(6):S. 1547–1558, 2021, <https://doi.org/10.1002/acp.3889>.
- [JMM92] D. M. Jones, C. A. Madden und C. Miles: *Privileged access by irrelevant speech to short-term memory: The role of changing state*, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Bd. 44(4):S. 645–669, 1992.
- [JS01] P. N. Juslin und J. A. Sloboda: *Impact of intended emotion intensity on cue utilization and decoding accuracy in vocal expression of emotion*, *Music and Emotion: Theory and Research*, Bd. 1(4):S. 381–412, 2001, doi:10.1037/1528-3542.1.4.381.
- [Jø09] K. Jørgensen: *A comprehensive study of sound in computer games. How audio affects player action*, Edwin Mellen Press, Lewiston, 10. 2009, ISBN 9780773438262.
- [KdGHH16] M. B. Küssner, A. M. B. de Groot, W. F. Hofman und M. A. Hillen: *EEG Beta power but not background music predicts the recall scores in a foreign-vocabulary learning task*, *PLoS One*, Bd. 11(8), 2016, article e0161387.

- [KH10] A. Kotsopoulou und S. Hallam: *The perceived impact of playing music while studying: age and cultural differences*, *Educational Studies*, Bd. 36(4), 1 2010, doi: 10.1080/03055690903424774.
- [KRBB17] U. Körner, J. P. Röer, A. Buchner und R. Bell: *Working memory capacity is equally unrelated to auditory distraction by changing-state and deviant sounds*, *Journal of Memory and Language*, Bd. 96:S. 122–137, 2017.
- [Kru90] C. L. Krumhansl: *Cognitive Foundations of Musical Pitch*, *Music Perception*, Bd. 9(4):S. 476–492, 1990.
- [LAC17] Richard N. Landers, Michael B. Armstrong und Andrew B. Collmus: *How to Use Game Elements to Enhance Learning: Applications of the Theory of Gamified Learning*, in *Serious Games and Edutainment Applications* (herausgegeben von M. Ma und A. Oikonomou), Bd. 2, Kap. 21, S. 457–484, Springer, 2017, 9783319516455.
- [Lem19] E. Lemaire: *The effect of background music on episodic memory*, *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, Bd. 29(1):S. 22–34, 2019.
- [LHS18] J. A. M. Lehmann, V. Hamm und T. Seufert: *The influence of background music on learners with varying extraversion: Seductive detail or beneficial effect?*, *Applied Cognitive Psychology*, Bd. 33(1):S. 85–94, 2018, <https://doi.org/10.1002/acp.3509>.
- [Lil10] M. Liljedahl: *Sounds for fantasy and freedom*, in *Game sound technology and player interaction. Concepts and developments* (herausgegeben von M. Grimshaw), Kap. 2, S. 22–43, IGI Global, Hershey, 9 2010, 9781616928285.
- [LT02] G.W. Lecky-Thompson: *Infinite game universe. Level design, terrain, and sound. Advances in computer graphics an game development*, Charles River Media Inc, Hingham, 1 Aufl., 2002, ISBN 9781584502135.
- [MACL53] D. C. McClelland, J. W. Atkinson, R. A. Clark und E. L. Lowell: *The achievement motive*, East Norwalk: Appleton-Century-Crofts, 1953, ISBN <http://dx.doi.org/10.1037/11144-000>.

- [Mar09] A. Marks: *The complete guide to game audio. For composers, musicians, sound designers, and game developers*, Focal Press/Elsevier, Oxford, 2 Aufl., 2009, ISBN 9780240810744.
- [Mar17] A. Marks: *Aaron Marks' Complete Guide to Game Audio For Composers, Sound Designers, Musicians and Game Developers*, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 3 Aufl., 2017, ISBN 9781138628854.
- [MG16] F. Mehm und B. Guthier: *Content and Content Production*, in *Serious Games, Foundations, Concepts and Practice* (herausgegeben von R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg und J. Wiemeyer), Kap. 5, S. 107–125, Springer, 2016, 9783319406121.
- [MWF88] R. C. Martin, M. S. Wogalter und J. G. Forlano: *Reading comprehension in the presence of unattended speech and music*, *Journal of Memory and Language*, Bd. 27(4):S. 382–398, 1988, [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(88\)90063-0](https://doi.org/10.1016/0749-596X(88)90063-0).
- [PC14] N. Perham und H. Currie: *Does listening to preferred music improve reading comprehension performance?*, *Applied Cognitive Psychology*, Bd. 28(2):S. 279–284, 2014, <https://doi.org/10.1002/acp.2994>.
- [PR98] L. J. Pitzen und F. H. Rauscher: *Choosing music, not style of music, reduces stress and improves task performance*, presented at American Psychological Society, 5 1998, washington, DC.
- [PW12] N. Perham und T. Withey: *Liked music increases spatial rotation performance regardless of tempo*, *Current Psychology*, Bd. 31(2):S. 168–181, 2012, <https://doi.org/10.1007/s12144-012-9141-6>.
- [PW17] H. van Oostendorp P. Wouters: *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games*, Springer, 4 Aufl., 2017, ISBN 9783319392981.
- [Rau13] A. Rauscher: *Scoring Play – Soundtracks and Video Game Genres*, in *Music and Game : Perspectives on a Popular Alliance* (herausgegeben von P. Moormann), Kap. 5, S. 93 – 105, Springer, 1 Aufl., 2013, 9783531189130.

- [RM80] S. J. Rohner und R. Miller: *Degrees of familiar and affective music and their effects on state anxiety*, *Journal of Music Therapy*, Bd. 17(31):S. 2–15, 3 1980, <https://doi.org/10.1093/jmt/17.1.2>.
- [RV18] F. Rheinberg und R. Vollmeyer: *Motivation*, Kohlhammer Verlag, 2018, ISBN 9783170329546.
- [RVB01] F. Rheinberg, R. Vollmeyer und B. D. Burns: *FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen*, *Diagnostica*, Bd. 47(2):S. 57–66, 2001, doi:10.1026//0012-1924.47.2.57.
- [Rö86] G. Rötter: *Die Beeinflußbarkeit emotionalen Erlebens von Musik durch analytisches Hören*, Peter Lang, Frankfurt am Main, 1986, ISBN 9783820491722.
- [SBF⁺17] C. Schrader, J. Brich, J. Frommel, V. Riemer und K. Rogers: *Rising to the Challenge: An Emotion-Driven Approach Toward Adaptive Serious Games*, in *Serious Games and Edutainment Applications* (herausgegeben von M. Ma und A. Oikonomou), Bd. 2, Kap. 1, S. 3–28, Springer, 2017, 9783319516455.
- [Sch06] K. Schweizer: *Leistung und Leistungsdiagnostik*, Springer, 2006, ISBN 9783540254591.
- [SHK08] S.J. Schlittmeier, J. Hellbrück und M. Klätte: *Does music cause an irrelevant speech effect for auditory items*, *European Journal of Cognitive Psychology*, Bd. 20(2):S. 252–271, 2008.
- [Sin20] J. Sinclair: *PRINCIPLES OF GAME AUDIO AND SOUND DESIGN Sound Design and Audio Implementation for Interactive and Immersive Media*, Routledge Taylor & Francis, New York, 2020, ISBN 9781315184432.
- [SM15] P. Sörqvist und J. E. Marsh: *How concentration shields against distraction*, *Current Directions in Psychological Science*, Bd. 24(4):S. 267–272, 2015, <https://doi.org/10.1177/0963721415577356>.
- [SPDM00] Tremblay S., Nicholls A. P., Alford D. und Jones D. M.: *The irrelevant sound effect: does speech play a special role?*, *Journal of Experimental*

- Psychology Learning Memory and Cognition*, Bd. 26(6):S. 1750–1754, 12 2000.
- [TKE⁺06] B. Tillmann, S. Koelsch, N. Escoffier, E. Bigand, P. Lalitte, A. D. Friederici und D. Y. von Cramon: *Cognitive priming in sung and instrumental music: Activation of inferior frontal cortex*, *Neuroimage*, Bd. 31(4):S. 1771–1782, 2006.
- [TSL12] W. F. Thompson, E. Glenn Schellenberg und A. K. Letnic: *Fast and loud background music disrupts reading comprehension*, *Psychology of Music*, Bd. 40(700–708), 2012, <https://doi.org/10.1177/0305735611400173>.
- [Umu15] S. Umuzdaş: *An analysis of the academic achievement of the students who listen to music while studying*, *academic Journals*, Bd. 10(6):S. 728–732, 3 2015, DOI: 10.5897/ERR2014.1742.
- [WBMP17] Andrew Sean Wilson, Chloe Broadbent, Brandon McGrath und Julie Prescott: *Factors Associated with Player Satisfaction and Educational Value of Serious Games*, in *Serious Games and Edutainment Applications* (herausgegeben von M. Ma und A. Oikonomou), Bd. 2, Kap. 23, S. 513–536, Springer, 2017, 9783319516455.
- [WC00] S. Wolfson und G. Case: *The effects of sound and colour on responses to a computer game*, *Interacting with Computers*, Bd. 13(2):S. 183–192, 12 2000, doi:10.1016/S0953-5438(00)00037-0.
- [WE06] W. Wright und B. Eno: *Play with Time*, 2006, URL: http://fora.tv/2006/06/26/Will_Wright_and_Brian_Eno, besucht am 05.05.2012.
- [WHH⁺10] K. Westhoff, L. Hellfritsch, L. F. Hornke, K. Kubinger, F. Lang, H. Moosbrugger, A. Puschel und G. Reimann: *Grundwissen für die berufsbezogene Eignungsbeurteilung nach DIN 33430*, Lengerich: PABST SCIENCE PUBLISHERS, 1 Aufl., 2010, ISBN 9783899675610.
- [Woo09] S. Wood: *Video Game Music. High Score: Making Sense of Music and Video Games*, in *Sound and Music in Film and Visual Media* (herausgegeben von G. Harper, R. Doughty und J. Eisentraut), Kap. 7, S. 129–148, Bloomsbury Academic, 2009, <https://doi.org/10.5040/9781628928969.ch-007>.

- [WSF15] A. Westerberg und H. Schoenau-Fog: *Categorizing Video Game Audio - An exploration of auditory-psychological effects*, in *AcademicMindTrek '15: Proceedings of the 19th International*, S. 47–54, MINDTREK, Tampere, 9 2015, DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2818187.2818295>.
- [YAW07] K. Yıldırım, R. Aras und Z. S. Wilson: *Birbirlerinin Satışını Destekleyen Hizmet ve Ürünlerin Bir Arada Sunulduğu Ticari Mekânlar: Kitap Evi-Kafe Örneği [shopping stores that provides component services & products which supports each others sales: bookstores-cafes]*, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, Bd. 10(3):S. 313–324, 2007.
- [ZB20] G. Zdanowicz und S. Bambrick: *The Game Audio Strategy Guide*, Routledge Taylor & Francis Group, New York, 1 Aufl., 2020, ISBN 9781351016421.
- [ZCJX09] X. Zhang, L. Chuchu, Z. Jing und M. Xiyu: *A study of different background language songs on memory task performance, international symposium on intelligent ubiquitous computing and education*, S. 291–294, 2009, iEEE.
- [ZS13] R. J. Zatorrea und V. N. Salimpoora: *From perception to pleasure: Music and its neural substrates*, *PNAS*, Bd. 110(2):S. 10430–10437, 2013.
- [10] T. Çelikkaya und Z. Kuş: *Sosyal Bilgiler Dersinde Öğrencilerin Öğrenme Stratejilerini Kullanma Durumları [the frequency of students' usage of learning strategies in social study course]*, *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, Bd. 29:S. 321–336, 2010.

Anhang

A. Analysedokumente

	Antwortzeit (Sekunden)	Richtige Antworten (Prozent)	Aufgabenzeit (Sekunden)	Spielqualität (Prozent)	
Einzeldaten	Gruppe A	37,542	71,43%	80,98326	71,25%
		42,37916	57,14%	264,0967	37,05%
		21,82644	28,57%	29,10082	84,41%
		29,79809	57,14%	247,3529	57,28%
		169,6543	85,71%	75,46204	60,35%
		53,78664	85,71%	114,4399	49,10%
		35,36884	100,00%	79,11243	68,20%
	Gruppe B	64,41793	85,71%	92,53784	49,73%
		10,57859	14,29%	82,01096	43,51%
		316,4254	71,43%	169,6938	63,10%
		15,06559	57,14%	98,56695	48,06%
		21,64775	85,71%	110,4421	54,14%
		41,99561	28,57%	37,6686	64,50%
		39,95184	71,43%	163,1918	71,77%
Insgesamt	Gruppe A	55,76506714	69,39%	127,22115	61,09%
	Gruppe B	72,86895857	59,18%	107,7302929	56,40%

Abbildung A.0.1.: Übersicht und Zusammenfassung der Leistungsergebnisse aller Probanden

Unterpunkte Spielqualität:	Arbeitsplatzmanagement	Zufriedenheitsmanagement
Ressourcenmanagement		
74,62%	92,23%	46,91%
27,66%	43,97%	39,52%
99,95%	99,53%	53,76%
65,39%	62,91%	43,54%
63,99%	66,73%	50,32%
40,77%	60,88%	45,65%
86,20%	68,35%	50,04%
68,39%	39,92%	40,88%
38,16%	43,19%	49,20%
58,96%	82,51%	47,84%
23,79%	72,80%	47,58%
40,98%	71,93%	49,50%
96,84%	49,38%	47,28%
68,68%	99,22%	47,41%
65,51%	70,66%	47,11%
56,54%	65,56%	47,10%

Abbildung A.0.2.: Übersicht und Zusammenfassung der Teilergebnisse der Spielqualität

A. ANALYSEDOKUMENTE

Nummer	Fragentyp	Frage	Antwortmöglichkeiten	Antwortschlüssel	Punkte
1	Multiple Choice	Welche Aussagen zu Haushalten im volkswirtschaftlichen Kontext treffen zu?	a) Haushalte bestehen aus einer oder mehreren Personen, die zusammen leben. b) Haushalte bestehen aus einer oder mehreren Personen, die zusammen leben. c) Innerhalb eines Haushaltes werden Bedürfnisse, Wünsche, etc. als homogen angenommen. d) Individuelle Vorlieben werden in diesem Kontext nicht in die Modellierung mit einbezogen.	Korrekte Antworten: a), c), e)	3
2	Textantwort	Was sind Bedürfnisse und wie entstehen diese?	<i>Freie Formulierung</i>	Bedürfnisse sind Mangelercheinungen von Haushalten. Sie können durch Güter oder Dienstleistungen befriedigt werden.	3
3	Textantwort	Wie kommt es von dem Feststellen eines Mangels zur Nachfrage am Markt?	<i>Freie Formulierung</i>	Haushalt stellt Mangel fest > Bedürfnis Mangel zu befriedigen > wirtschaftliche Mittel, die Bedürfnis decke, werden gesucht (Bedarf) > Bedarf wird am Markt wirksam (Nachfrage)	4
4	Single Choice	Welche Art der Einteilung von Bedürfnissen gibt es?	a) Einteilung nach Dringlichkeit b) Einteilung nach Wichtigkeit c) Einteilung nach Verständlichkeit	Korrekte Antwort: a)	1
5	Textantwort	Was ist der Nutzen? In welcher Relation stehen Haushalte zu dem Nutzen?	<i>Freie Formulierung</i>	Der Nutzen stellt die subjektive Wertschätzung eines Haushaltes für ein Gut dar und ist Maß der Befriedigung eines Bedürfnisses.	3

Abbildung A.0.3.: Fragen des Wissenstests 1 bis 5

Nummer	Fragentyp	Frage	Antwortmöglichkeiten	Antwortschlüssel	Punkte
6	Single Choice	Was ist die Zahlungsbereitschaft eines Haushaltes?	a) Sie gibt den Maximalpreis an, für den Haushalte bereit sind für ein Gut zu zahlen. b) Sie gibt den durchschnittlichen Preis an, für den Haushalte bereit sind für ein Gut zu zahlen. c) Sie gibt den Minimalpreis an, für den Haushalte bereit sind für ein Gut zu zahlen.	Korrekte Antwort: a)	1
7	Textantwort	Beschreiben Sie die kardinale Nutzenzuweisung und dessen Relation zur Nachfrage.	<i>Freie Formulierung</i>	Der Haushalt bewertet die Objekte am Markt nach dem Maß der durch deren Konsum entstehenden Bedürfnisbefriedigung, also dem Nutzen. Die kardinale Nutzenzuweisung ist die Fähigkeit, den Nutzen quantitativ zu formulieren.	3
8	Single Choice	Was ist der Grenznutzen?	a) Der Grenznutzen ist der Nutzen, bei dem ein Haushalt die maximale Anzahl an Gütern kauft, von denen er einen Nutzen ziehen kann. b) Der Grenznutzen ist der Nutzen, der entsteht, wenn der Haushalt sich eines neues Bedürfnisses bewusst wird. c) Der Grenznutzen ist der Nutzen, der durch Konsum der nächsten Einheit eines Gutes (innerhalb einer Periode) entsteht.	Korrekte Antwort: c)	1
9	Single Choice	Was ist ein Sättigungszyklus?	a) Der Zeitraum, in dem sich die Sättigung eines Bedürfnisses durch ein Gut von befriedigt auf unbefriedigt zurücksetzt. b) Der Zeitraum, in dem ein Haushalt neue Güter kauft, um seine Bedürfnisse zu befriedigen. c) Der Zyklus, in dem die Güter gewechselt werden, welche ein Bedürfnis befriedigen.	Korrekte Antwort: a)	1
10	Textantwort	Was besagt das erste Gossensche Gesetz?	<i>Freie Formulierung</i>	Der Gesamtnutzen eines Gutes steigt pro Zyklus nur unterproportional. Das heißt, dass der Grenznutzen pro Zeiteinheit fällt.	2

Abbildung A.0.4.: Fragen des Wissenstests 6 bis 10

Nummer	Fragentyp	Frage	Antwortmöglichkeiten	Antwortschlüssel	Punkte
11	Multiple Choice	Inwiefern können die Beziehungen zwischen Gütern, die dasselbe Bedürfnis befriedigen, beschrieben werden?	a) Es kann zwischen Substitutionsgütern und Komplementärgütern unterschieden werden. b) Güter, die dasselbe Bedürfnis befriedigen, können sich in ihrem Nutzen ergänzen oder aufheben. c) Komplementärgüter sind entweder vollständige oder unvollständige Komplemente.	Korrekte Antworten: a), c)	2
12	Single Choice	Welche Aussage zu Substitutionsgütern ist zutreffend?	a) Substitute können einander ersetzen und befriedigen dasselbe Bedürfnis. b) Substitutionsgüter sind Güter, die denselben Nutzen für den Haushalt haben. c) Die Nutzenkurve von Substituten verläuft in der Regel entgegengesetzt zueinander.	Korrekte Antwort: a)	1
13	Textantwort	Inwiefern können zwischen Bedürfnissen in Hinsicht auf deren Träger unterschieden werden? Und wie entstehen diese?	<i>Freie Formulierung</i>	Es kann zwischen Individual- und Kollektivbedürfnissen unterschieden werden. Ein Individualbedürfnis entsteht aus der Mangelercheinung eines Haushaltes. Ein Kollektivbedürfnis entsteht durch das Zusammenleben in einer Gemeinschaft und wird von vielen Haushalten empfunden.	4
14	Multiple Choice	Wozu konsumieren Haushalte Güter? Worauf achtet der Haushalt beim Konsum von Gütern?	a) Ein Haushalt versucht beim Konsum einen möglichst niedrigen Grenznutzen zu erzielen. b) Durch den Konsum von Gütern wird Nutzen generiert. c) Durch vermehrten Konsum eines Gutes kann ein Haushalt den Sättigungszyklus dieses Gutes verlängern. d) Ein Haushalt versucht durch den Konsum den entstehenden Nutzen zu maximieren.	Korrekte Antworten: b), d)	2
15	Multiple Choice	Was ist die Grenznutzenkurve und inwiefern unterscheidet sich diese von der Nachfragekurve?	a) Die Grenznutzenkurve liegt auf der Nachfragekurve, wenn der Grenznutzen gleich der Zahlungsbereitschaft ist. b) Die Zahlungsbereitschaft eines Haushaltes ist gleich der Grenznutzenkurve. c) Für jedes Gut existiert eine individuelle Grenznutzenkurve. d) Güter, für die ein Haushalt eine Vorliebe besitzt, besitzen eine steigende Grenznutzenkurve. e) Ein Haushalt kauft so lange ein Gut, bis dessen Preis höher als der empfundene Grenznutzen ist.	Korrekte Antworten: a), c), e)	3

Abbildung A.0.5.: Fragen des Wissenstests 11 bis 15

Gruppe A	Punkte	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15
	18 / 34	2	1	3	0	1	1	2	0	1	2	1	1	0	0	3
	25 / 34	3	2	4	1	3	1	2	1	1	2	1	1	0	0	3
	22 / 34	2	2	4	0	3	1	0	0	1	2	2	1	1	2	1
	19 / 34	1	1	4	1	2	1	1	1	1	1	0	1	2	2	0
	13 / 34	1	1	3	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	2	1
	22 / 34	3	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	4	2	2
	12 / 34	3	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
Gesamt	19 / 34															
Prozent	55,88%															
Gruppe B	17 / 34	2	1	3	1	2	0	2	0	1	0	0	1	2	0	1
	6 / 34	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	7 / 34	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
	10 / 34	2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
	10 / 34	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
	12 / 34	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	2	1	1	0	1
	10 / 34	1	1	2	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
Gesamt	10 / 34															
Prozent	29,41%															

Abbildung A.0.6.: Zusammenfassung und Vergleich der Ergebnisse des Wissenstests aller Probanden

A. ANALYSEDOKUMENTE

Nummer	Motivationsbereich	Spielbereich	Lernbereich
1	Interesse	Ich mag solche Spiele.	Ich mag solche Quizfragen.
2	Erfolgswahrscheinlichkeit	Während des Spielens glaubte ich, der Schwierigkeit der Spielaufgaben gewachsen zu sein.	Während des Spielens glaubte ich, der Schwierigkeit der Lernaufgaben gewachsen zu sein.
3	Erfolgswahrscheinlichkeit	Während des Spielens dachte ich, die Spielaufgaben wahrscheinlich nicht zu schaffen.	Während des Spielens dachte ich, die Lernaufgaben wahrscheinlich nicht zu schaffen.
4	Interesse	Bei Spielen mag ich die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt.	Bei Lernaufgaben mag ich die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt.
5	Misserfolgsbefürchtung	Ich fühlte mich unter Druck, beim Spielen gut abschneiden zu müssen.	Ich fühlte mich unter Druck, bei den Lernaufgaben gut abschneiden zu müssen.
6	Herausforderung	Das Spiel war eine richtige Herausforderung für mich.	Die Lernaufgaben waren eine richtige Herausforderung für mich.
7	Interesse	Nach dem Intro des Spiels erschienen mir die Spielaufgaben sehr interessant.	Nach dem Lesen der Lernaufgaben erschienen mir diese sehr interessant.
8	Herausforderung	Ich war sehr gespannt darauf, wie gut ich beim Spielen abschneiden werde.	Ich war sehr gespannt darauf, wie gut ich beim Beantworten der Lernaufgaben abschneiden werde.
9	Misserfolgsbefürchtung	Ich hab mich ein wenig davor gefürchtet, dass ich mich beim Spielen blamieren könnte.	Ich hab mich ein wenig davor gefürchtet, dass ich mich beim Beantworten der Lernaufgaben blamieren könnte.
10	Herausforderung	Ich war fest entschlossen, mich beim Spielen voll anzustrengen.	Ich war fest entschlossen, mich bei den Lernaufgaben voll anzustrengen.
11	Interesse	Bei Spielen wie diesen brauche ich keine Belohnung, sie machen mir auch so viel Spaß.	Bei Quizfragen wie diesen brauche ich keine Belohnung, sie machen mir auch so viel Spaß.
12	Misserfolgsbefürchtung	Es war etwas peinlich, beim Spielen zu versagen.	Es war etwas peinlich, beim Beantworten der Fragen zu versagen.
13	Erfolgswahrscheinlichkeit	Ich glaube, das Spiel kann jeder schaffen.	Ich glaube, die Lernaufgaben kann jeder schaffen.
14	Erfolgswahrscheinlichkeit	Ich glaubte, ich schaffe das Spiel nicht.	Ich glaubte, ich schaffe die Lernaufgaben nicht.
15	Herausforderung	Während des Spielens hatte ich das Gefühl, dass ich schon ein wenig stolz auf meine Tüchtigkeit sein werde, wenn ich die Spielaufgaben	Während des Spielens hatte ich das Gefühl, dass ich schon ein wenig stolz auf meine Tüchtigkeit sein werde, wenn ich die Lernaufgaben
16	Misserfolgsbefürchtung	Wenn ich beim Spielen an dessen Spielaufgaben dachte, war ich etwas beunruhigt.	Wenn ich beim Spielen an die Lernaufgaben dachte, war ich etwas beunruhigt.
17	Interesse	Ein solches Spiel würde ich auch in meiner Freizeit spielen.	Solche Quizfragen würde ich auch in meiner Freizeit lösen.
18	Misserfolgsbefürchtung	Die Leistungsanforderungen im Spiel lähmen mich.	Die Leistungsanforderungen der Lernaufgaben lähmen mich.

Abbildung A.0.7.: Angepasste Fragen des FAM

Interesse										Durchschnitt Motivation Spielbereich	Durchschnitt Motivation Lernbereich
Frage 1 Spiel-	Frage 1 Lern-	Frage 4 Spiel-	Frage 4 Lern-	Frage 7 Spiel-	Frage 7 Lern-	Frage 11 Spiel-	Frage 11 Lern-	Frage 17 Spiel-	Frage 17 Lern-		
5	4	6	6	7	4	4	2	6	2	5,8	3,6
6	6	4	4	5	4	6	5	5	3	5,2	4,6
7	5	6	6	6	5	7	6	6	5	6,4	5,2
6	4	5	5	5	3	7	6	6	3	5,8	4,2
2	1	5	3	3	1	2	1	2	1	2,8	1,4
6	3	6	4	3	2	6	3	5	3	5,2	3
5	1	4	2	5	1	3	1	4	1	4,2	1,2
										5,057142857	3,314285714
Erfolgswahrscheinlichkeit											
	(umgepolt)		(umgepolt)			(umgepolt)		(umgepolt)			
Frage 2 Spiel-	Frage 2 Lern-	Frage 3 Spiel-	Frage 3 Lern-	Frage 13 Spiel-	Frage 13 Lern-	Frage 14 Spiel-	Frage 14 Lern-				
7	7	6	7	6	6	6	7	7	7	6,5	6,75
6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6,5	6
6	5	6	5	7	5	7	5	5	5	6,5	5
7	5	7	4	5	5	7	5	5	5	6,5	4,75
3	2	3	3	6	1	3	3	3	3	3,75	2,25
7	6	5	6	5	7	6	7	7	7	5,75	6,5
6	4	7	4	7	4	7	3	3	3	6,75	3,75
										6,035714286	5
Misserfolgsbefürchtung											
Frage 5 Spiel-	Frage 5 Lern-	Frage 9 Spiel-	Frage 9 Lern-	Frage 12 Spiel-	Frage 12 Lern-	Frage 16 Spiel-	Frage 16 Lern-	Frage 18 Spiel-	Frage 18 Lern-		
2	2	7	7	1	1	1	1	1	1	2,4	2,4
4	6	7	7	6	6	1	2	1	1	3,8	4,4
2	5	2	4	5	5	1	1	1	3	2,2	3,6
6	6	1	3	1	1	6	5	1	1	3	3,2
6	7	2	2	2	2	2	4	1	6	2,6	4,2
4	5	1	2	1	1	2	3	1	1	1,8	2,4
5	5	1	3	1	3	2	2	5	5	2,8	3,6
										2,657142857	3,4
Herausforderung											
Frage 6 Spiel-	Frage 6 Lern-	Frage 8 Spiel-	Frage 8 Lern-	Frage 10 Spiel-	Frage 10 Lern-	Frage 15 Spiel-	Frage 15 Lern-				
2	2	6	6	7	7	6	6			5,25	5,25
4	4	7	7	7	7	7	7			6,25	6,25
2	4	4	5	6	6	6	6			4,5	5,25
1	4	5	6	6	6	4	4			4	5
5	6	2	2	7	7	3	1			4,25	4
1	2	2	4	5	7	2	3			2,5	4
1	4	4	5	5	3	2	3			3	3,75
										4,25	4,785714286

Abbildung A.0.8.: Ergebnisse des FAM für Gruppe A

Interesse										Durchschnitt Motivation Spielbereich	Durchschnitt Motivation Lernbereich
Frage 1 Spiel-	Frage 1 Lern-	Frage 4 Spiel-	Frage 4 Lern-	Frage 7 Spiel-	Frage 7 Lern-	Frage 11 Spiel-	Frage 11 Lern-	Frage 17 Spiel-	Frage 17 Lern-		
5	3	2	3	5	2	6	2	5	1	4,6	2,2
3	4	6	5	6	4	7	7	3	2	5	4,4
6	2	5	2	5	1	5	2	5	1	5,2	1,6
3	2	3	2	3	1	3	2	2	1	2,8	1,6
3	4	5	4	4	3	3	4	3	3	3,6	3,6
5	2	5	3	5	2	6	1	7	1	5,6	1,8
6	1	7	3	4	1	5	1	4	4	5,2	2
										4,571428571	2,457142857
Erfolgswahrscheinlichkeit											
	(umgepolt)		(umgepolt)			(umgepolt)		(umgepolt)			
Frage 2 Spiel-	Frage 2 Lern-	Frage 3 Spiel-	Frage 3 Lern-	Frage 13 Spiel-	Frage 13 Lern-	Frage 14 Spiel-	Frage 14 Lern-				
6	5	5	3	6	5	7	5			6	4,5
5	4	5	5	4	4	6	6			5	4,75
5	2	2	3	1	1	1	3			2,25	2,25
4	2	4	4	1	1	1	3			2,5	2,5
4	3	5	3	5	4	4	3			4,5	3,25
4	2	2	2	2	1	2	2			2,5	1,75
5	1	6	1	6	1	5	3			5,5	1,5
										4,035714286	2,928571429
Misserfolgsbefürchtung											
Frage 5 Spiel-	Frage 5 Lern-	Frage 9 Spiel-	Frage 9 Lern-	Frage 12 Spiel-	Frage 12 Lern-	Frage 16 Spiel-	Frage 16 Lern-	Frage 18 Spiel-	Frage 18 Lern-		
6	5	5	6	5	4	3	4	1	2	4	4,2
3	3	7	7	2	2	2	2	2	2	3,2	3,2
4	6	2	4	2	4	3	5	5	4	3,2	4,6
6	5	6	6	7	6	3	5	4	5	5,2	5,4
5	6	5	6	5	5	5	6	2	4	4,4	5,4
6	6	4	5	4	5	5	7	5	7	4,8	6
7	7	7	7	5	5	2	7	3	7	6,8	6,6
										4,228571429	5,057142857
Herausforderung											
Frage 6 Spiel-	Frage 6 Lern-	Frage 8 Spiel-	Frage 8 Lern-	Frage 10 Spiel-	Frage 10 Lern-	Frage 15 Spiel-	Frage 15 Lern-				
3	4	6	2	6	4	5	6			5	4
4	4	6	4	7	7	4	4			5,25	4,75
7	5	4	6	6	7	4	4			5,25	5,5
5	5	3	4	7	6	3	3			4,5	4,5
3	4	5	6	5	5	3	3			4	4,5
4	7	5	3	7	5	4	2			5	4,25
4	7	7	5	7	2	7	7			6,25	5,25
										5,035714286	4,678571429

Abbildung A.0.9.: Ergebnisse des FAM für Gruppe B

A. ANALYSEDOKUMENTE

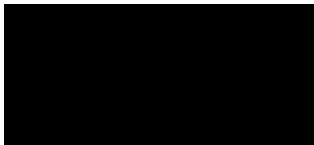
Einzeldaten		Interesse		Erfolgswahrscheinlichkeit		Misserfolgsbefürchtung		Herausforderung	
		Motivation Spielbereich	Motivation Lernbereich	Motivation Spielbereich	Motivation Lernbereich	Motivation Spielbereich	Motivation Lernbereich	Motivation Spielbereich	Motivation Lernbereich
	Gruppe A								
		5,8	3,6	6,5	6,75	2,4	2,4	5,25	5,25
		5,2	4,6	6,5	6	3,8	4,4	6,25	6,25
		6,4	5,2	6,5	5	2,2	3,6	4,5	5,25
		5,8	4,2	6,5	4,75	3	3,2	4	5
		2,8	1,4	3,75	2,25	2,6	4,2	4,25	4
		5,2	3	5,75	6,5	1,8	2,4	2,5	4
		4,2	1,2	6,75	3,75	2,8	3,6	3	3,75
	Gruppe B								
		4,6	2,2	6	4,5	4	4,2	3	4
		5	4,4	5	4,75	3,2	3,2	5,25	4,75
		5,2	1,6	2,25	2,25	3,2	4,6	5,25	5,5
		2,8	1,6	2,5	2,5	5,2	5,4	4,5	4,5
		3,6	3,6	4,5	3,25	4,4	5,4	4	4,5
		5,6	1,8	2,5	1,75	4,8	6	5	4,25
		5,2	2	5,5	1,5	4,8	6,6	6,25	5,25
	Insgesamt								
	Gruppe A	5,057142857	3,314285714	6,035714286	5	2,657142857	3,4	4,25	4,785714286
	Gruppe B	4,571428571	2,457142857	4,035714286	2,928571429	4,228571429	5,057142857	5,035714286	4,678571429

Abbildung A.0.10.: Zusammenfassung und Vergleich der FAM Ergebnisse aller Probanden

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Mittweida, den 30. März 2023



Tim Lischke