

**Bachelorarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien**  
Zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Engineering“

**Künstliche Intelligenz im Game Sound Design**  
**zur Steigerung der emotionalen Wirkung**  
Mögliche Schnittstellen und Umsetzungskonzepte

Vorgelegt von Julia Naemi Winzer  
an der Hochschule der Medien Stuttgart  
am 23.02.2018

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt  
Zweitprüfer: Dr. Andreas Stiegler

## Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Julia Naemi Winzer, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Künstliche Intelligenz im Game Sound Design zur Steigerung der emotionalen Wirkung“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§26 Abs. 2 Bachelor-SPO (6 Semester), § 24 Abs. 2 Bachelor-SPO (7 Semester), § 23 Abs. 2 Master-SPO (3 Semester) bzw. § 19 Abs. 2 Master-SPO (4 Semester und berufsbegleitend) der HdM) einer unrichtigen oder unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

---

Ort, Datum

Unterschrift

## **Kurzfassung**

Das Ziel der Arbeit ist es eine Schnittstelle zwischen Game Sound Design und künstlicher Intelligenz (KI) zu schaffen, um Programmierern und Sounddesignern neue Möglichkeiten aufzuzeigen ein adaptives und emotionales Sounddesign durch die Verwendung von KI zu kreieren. Die Arbeit behandelt die Grundlagen des Game Sound Designs, analysiert die linearen Stilmittel des Filmsounddesigns und sucht nach Möglichkeiten diese mit Hilfe einer KI auf den interaktiven Teil von Videospielen zu übertragen, um die emotionale Wirkung besonders während actionreichen Szenen zu steigern. Die Arbeit beinhaltet keine funktionierende KI, sondern bietet verschiedene Konzepte an, die als Anlehnung bei der Programmierung berücksichtigt werden können. Dabei kann sowohl eine bestehende KI für das Sounddesign erweitert, als auch eine neue KI speziell für das Sounddesign konzipiert werden.

## **Abstract**

The aim of this thesis is to create a connection between game sound design and Artificial Intelligence (AI) to show programmers and sound designers new ways to generate a dynamic and emotional sound design by using AI. This paper shows the principals of game sound design, the stylistic devices of film sound design and how an AI can convey these effects to games to increase the emotional impact of action-packed parts in video games. This thesis doesn't contain a working AI, because the desired demands of the sound design may vary heavily from game to game. But it includes concepts to extend an existing AI and suggests ways to create a new AI specifically for game sound design.

# Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung.....	2
Kurzfassung.....	3
Abstract.....	4
Inhaltsverzeichnis.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
1 Einleitung.....	10
2 Game Sound Design.....	11
2.1 Musik in Videospielen.....	11
2.1.1 Lineare Musik in Games.....	11
2.1.2 Adaptive Musik in Games.....	14
2.1.3 Musik- und Videospiegelgenres.....	22
2.2 Sounds in Videospielen.....	28
2.2.1 In-Game-Sounds.....	28
2.2.2 Screen-Sounds.....	30
2.2.3 Kategorisierung von Geräuschen.....	30
2.2.4 Schlussfolgerung.....	32
2.3 Sprache in Videospielen.....	32
2.3.1 Verständnis.....	34
2.3.2 Gestaltung.....	34
2.3.3 Schlussfolgerung.....	34
3 Gestaltungsmittel des Films.....	35
3.1 Definition von Emotion.....	35
3.2 Kontraste.....	36
3.2.1 Dynamik.....	36

3.2.2	Frequenzen.....	37
3.2.3	Tondauer.....	38
3.2.4	Tempo.....	38
3.2.5	Komplexität.....	38
3.2.6	Melodie.....	39
3.2.7	Klangeinsatz.....	39
3.2.8	Panorama.....	39
3.2.9	Nachhallzeit.....	40
3.2.10	Genre.....	40
3.2.11	Tongeschlecht.....	40
3.3	Analyse des Filmsounddesigns.....	40
3.3.1	Analyse einer Szene des Action-Thrillers R.E.D. - Älter. Härter. Besser.....	40
3.3.2	Analyse einer Szene des Actionfilms Parker.....	42
3.3.3	Schlussfolgerung aus den Ergebnissen der Analyse.....	45
4	Künstliche Intelligenz.....	47
4.1	Definition.....	47
4.2	KI in Videospielen.....	47
4.2.1	Historischer Rückblick.....	47
4.2.2	Rollen der KI in Videospielen.....	49
4.3	Verbindung von KI und Sounddesign.....	55
4.3.1	Teil 1: Sensoren.....	55
4.3.2	Teil 2: Künstliche Intelligenz.....	56
4.3.3	Teil 3: Action Space.....	67
5	Praktisches Anwendungskonzept.....	68
5.1	Beispiel 1.....	68
5.1.1	Vorgehensweise.....	68

5.1.2	Ergebnisse und Wirkungen in den Fokusgruppen.....	72
5.1.3	Schlussfolgerung.....	73
5.2	Beispiel 2.....	73
5.2.1	Vorgehensweise.....	74
5.2.2	Ergebnisse und Wirkungen in den Fokusgruppen.....	76
5.2.3	Schlussfolgerung.....	76
6	Vor- und Nachteile der Verbindung von Game Sounddesign und KI.....	77
6.1	Vorteile.....	77
6.2	Nachteile.....	77
7	Fazit.....	79
	Danksagung.....	80
	Quellenverzeichnis.....	81
	Videospiel-Verzeichnis.....	83
	Anhang.....	85

# Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Schematische Darstellung der ornamentalen Form</i> .....	15
(Quelle: Stevens & Raybould, Game Audio Implementation, 2016, S. 131)	
<i>Abbildung 2: Schematische Darstellung der parallelen Form</i> .....	16
(Quelle: Stevens & Raybould, 2016, S. 131)	
<i>Abbildung 3: Schematische Darstellung der Übergangsform</i> .....	17
(Quelle: Stevens & Raybould, 2016, S. 132)	
<i>Abbildung 4: Schematische Darstellung der algorithmischen Form</i> .....	19
(Quelle: Stevens & Raybould, 2016, S. 132)	
<i>Abbildung 5: Beziehung zwischen Game Genres und Rollen der KI</i> .....	49
(Quelle: Laird & van Lent, 2001, S. 18)	
<i>Abbildung 6: Ordnung der Sensoren, künstlicher Intelligenz und Action Space</i> .....	55
(Eigene Grafik)	
<i>Abbildung 7: Darstellung Decision Tree</i> .....	58
(Quelle: Millington & Funge, 2009, S. 297)	
<i>Abbildung 8: Darstellung Finite-State Machine</i> .....	59
(Quelle: Millington & Funge, 2009, S. 310)	
<i>Abbildung 9: Darstellung Behavior Tree</i> .....	60
(Quelle: Millington & Funge, 2009, S. 362)	
<i>Abbildung 10: Darstellung möglicher Utility-Functions</i> .....	62
(Quelle: Mark, GDC 2010)	
<i>Abbildung 11: Utility-Funktion für das Sounddesign</i> .....	69
(Eigene Grafik)	



## Abkürzungsverzeichnis

AI	Artificial Intelligence
BT	Behavior Tree
DT	Decision Tree
GDC	Game Developers Conference
FSM	Finite-State Machine
KI	Künstliche Intelligenz
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
RPG	Role-Playing Game
RTS	Real-Time Strategy

# 1 Einleitung

Bei einem Vergleich des Filmsounddesigns mit Game Sound Design fällt auf, dass handlungsreiche Szenen in Filmen aus tontechnischer Sicht deutlich stärker zur Geltung kommen als in Videospielen, da es durch die Linearität von Filmen einfacher ist Spannungskurven aufzubauen, Kontraste zu setzen sowie einzelne szenische Abschnitte zu definieren, denen mehrere Soundtracks und Geräusche zugewiesen werden können. Eine weitere Besonderheit des linearen Sounddesigns ist die Verwendung verschiedener Stilmittel zur Spannungserzeugung der derzeitigen Lage.

Einige Videospiele verwenden zwar während der Interaktion des Spielers ein adaptives Sounddesign, das an die jeweilige Situation angepasst ist, dennoch wirkt dieses häufig trotz technischer Möglichkeiten deutlich unbestimmter als das Filmsounddesign. Dies ist in vielen Spielen zum Beispiel daran erkennbar, dass nur eine einzige Musik für den gesamten Zeitraum eines jeweiligen Zustands, zum Beispiel eines Kampfes, zu hören ist. Dabei gibt es in den meisten Fällen innerhalb des Kampfes keine weiteren Unterteilungen, die beispielsweise durch die Musik Auskunft über die derzeitige Intensität der Lage geben.

Aus diesem Grund ist das Ziel der Arbeit der unübertroffenen Wirkung des Filmsounddesigns durch die Verbindung von Game Sound Design und KI näher zu kommen, um das Sounddesign während des interaktiven Teils bewegter zu gestalten und stärker in den Vordergrund zu rücken. Dabei sollen die Punkte Game Sound Design und dessen Implementierungsmöglichkeiten, das Filmsounddesign und seine Gestaltungsmittel sowie die Bereiche und Einsatzmöglichkeiten von KI in Videospielen aufgegriffen werden, um daraus die aktuellen gestalterischen und technischen Möglichkeiten aufzuzeigen, die bei der Klanggestaltung und Programmierung für das Sounddesign angewendet werden können. Diese Vorgehensweise beansprucht zwar mehr Zeit für die Programmierung, Audio-Implementierung und Produktion, jedoch wird dadurch eine deutliche Verbesserung der emotionalen Wirkung des Game Sound Designs ermöglicht, durch die eine Steigerung der gesamten Spielqualität erzielt werden kann. Die Kombination von KI und Game Sound Design eröffnet bei der Vertonung von Videospielen eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten und kreativen Lösungen.

## 2 Game Sound Design

Das folgende Kapitel befasst sich mit den Grundlagen des Sounddesigns für Videospiele in den Bereichen Musik, Sounds und Sprache.

### 2.1 Musik in Videospielen

In der Videospiegelbranche wird zwischen *linearer* und *adaptiver Musik* unterschieden. *Lineare Musik* stellt grundsätzlich einen festen Bestandteil der meisten Videospiele dar und ist für manche Bereiche sogar unverzichtbar geworden. *Adaptive Musik* hingegen beschränkt sich ausschließlich auf den interaktiven Teil eines Spiels und bietet mehrere Möglichkeiten beim Aufbau und der Implementierung. Das folgende Kapitel befasst sich mit diesen Formen, beschreibt deren Nutzen und erläutert die Vor- und Nachteile sowie die Eignung für die Verbindung mit einer künstlichen Intelligenz.

#### 2.1.1 Lineare Musik in Games

Unter linearer Musik wird Musik verstanden, die in ihrem zeitlichen und strukturellen Verlauf unveränderlich ist. Dazu zählen alle produzierten Musikstücke, die eine feste Länge besitzen. Filme zeichnen sich beispielsweise durch ihre audiovisuelle Linearität aus, in dem sowohl das Bildmaterial als auch die Musik in eine feste Timeline eingebunden sind. Lineare Musik wird in den folgenden Bereichen angewandt:

##### 2.1.1.1 Hintergrundmusik

Die einfachste Implementation der Hintergrundmusik in Videospielen ist durch ein mehrminütiges, lineares Musikstück gewährleistet, welches durch seinen unveränderlichen musikalischen Ablauf, bei jedem Starten des Spiels, ihm eine gleichbleibende und determinierte Atmosphäre verleiht. In vielen Fällen wird die Musik so konzipiert, dass es möglich ist, sie in Schleife zu spielen. In anderen Fällen finden sich Playlists mit linearen Musikstücken, die hintereinander oder in zufälliger Reihenfolge oder in Verbindung mit einem Charakter abgespielt werden.

##### 2.1.1.2 Musik aus einer virtuellen Quelle

Im Regelfall ist die Musik in Videospielen nur für den Spieler und nicht für den Charakter zu hören. Kommt die Musik allerdings aus einer virtuellen Schallquelle innerhalb des Spiels, so kann auch der

Charakter darauf reagieren. Ein klassisches Beispiel hierfür ist ein virtuelles Radio, das in den unterschiedlichsten Videospiegelgenres vorkommen kann<sup>1</sup>. Auch hier gibt es die Möglichkeiten sich bei der Entstehung des Spiels für einen loopbaren Soundtrack zu entscheiden, wie es zum Beispiel bei *My-Sims* der Fall ist oder für eine Playlist mit unter Umständen auch international bekannten Titeln, wie in *Grand Theft Auto V*. In einigen Fällen bekommt der Spieler sogar die Möglichkeit ein bestimmtes Genre zu wählen.

Nach Stevens und Raybould hilft die von einer virtuellen Schallquelle erzeugte Musik entweder den Spieler zu einem bestimmten Gebiet zu locken oder die Örtlichkeit des Spiels besser definieren zu können<sup>2</sup>.

### **2.1.1.3 Cutscenes**

Cutscenes oder auch Cinematics sind Filme innerhalb eines Spiels, die den interaktiven Spielfluss zu einem bestimmten Zeitpunkt unterbrechen, um das Spiel oder dessen Handlung zu erklären. Da es sich um einen eingeschobenen Film handelt, mit einem festen Ablauf, ist auch das Sound Design sowie die Musik linear.

### **2.1.1.4 One-Shots**

One-Shots bestehen aus einem linearen Soundtrack, der beim Erreichen eines bestimmten Ziels im Spiel ein einziges Mal abgespielt wird und das sichtbare Geschehnis unterstreicht<sup>3</sup>. Der Soundtrack sollte nach Phillips so konzipiert werden, dass es eine stimmige Überleitung in die nachfolgende Spielatmosphäre gibt<sup>4</sup>.

Da One-Shots ausgelöste Events sind, kommen sie immer dann vor, wenn der Charakter einen vorherbestimmten Punkt im Spiel erreicht, wie zum Beispiel beim Entdecken einer neuen Umgebung.

---

<sup>1</sup> Vgl. Stevens, Richard und Raybould, Dave: *Game Audio Implementation*, S. 149 f.

<sup>2</sup> Vgl. ebd., S. 149 f.

<sup>3</sup> Vgl. ebd., S. 150 f.

<sup>4</sup> Vgl. Phillips, Winifred: *A Composer's Guide to Game Music*, S. 182

### 2.1.1.5 Timed Events

Zu Timed Events zählen beispielsweise Animationen, die plötzlich im Spiel auftreten, jedoch ihre feste Länge besitzen und die ebenfalls durch einen einmaligen, linearen Soundtrack unterstützt werden. Phillips ist der Ansicht, dass die Vorteile eines linearen, nicht geloopten Soundtracks an dieser Stelle darin bestehen, dass ein Verlauf ähnlich wie in der Filmmusik zur Spannungserzeugung entstehen und auch der Effekt des plötzlichen Aufhörens der Musik zu einem starken musikalischen Stilmittel werden kann, was bei einem geloopten Musikstück durch die Berechenbarkeit nicht eintreten würde.<sup>5</sup>

Eine andere Verwendung für Timed Events sind nach Stevens und Raybould Minigames mit einer determinierten Länge.<sup>6</sup> Hierbei wird ein lineares Musikstück beim Start des Spiels abgespielt. Sowohl das Spiel als auch die Musik besitzen eine festbleibende Länge, sodass mit dem Spiel die Musik beginnt und endet. Je nachdem welche Hindernisse im Spiel auftreten, können diese auch durch die Musik unterstrichen werden. Ein Beispiel hierfür sind die Musiklevels in *Rayman Legends*, in denen die Hindernisse und Schwierigkeiten an den Verlauf der linearen Musik angepasst wurden.

### 2.1.1.6 Stingers

Nach Phillips sind Stingers sehr kurze lineare Musikstücke, die in der Länge zwischen zwei und zwanzig Sekunden variieren können. Sie dienen dazu Events wie Triumphe, Tod des Charakters, Hinweise, Belohnungen und Übergänge zwischen den Spielmechaniken (wie von Erkundung zur Kampfsituation) musikalisch zu unterstützen und erscheinen sobald das entsprechende Event ausgelöst wurde<sup>7</sup>. Die hier aufgelisteten Events müssen jedoch nicht zwingend durch ein Musikstück unterstrichen werden, in einigen Fällen ersetzen Sound Effekte deren Verwendung.

### 2.1.1.7 Schlussfolgerung

Lineare Musik ist ein Allrounder und kann für alle Bereiche des Spiels eingesetzt werden. Von der Hintergrundmusik während der Interaktion angefangen, über alle erdenklichen Events und Animationen. Viele große und bekannte Spiele nutzen trotz allen technischen Möglichkeiten dennoch lineare

---

<sup>5</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 182 f.

<sup>6</sup> Vgl. Stevens, Richard und Raybould, Dave: Game Audio Implementation, S. 152 f.

<sup>7</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 177

Soundtracks. Besonders Echtzeit-Strategiespiele, die besonders durch ihren großen Anteil an KI herausstechen, wie *StarCraft II*, fallen durch ihre sehr imposanten Soundtracks auf, die jedoch durch ihre Linearität teilweise zur falschen Zeit Spannung erzeugen. Um zu einer bestimmten Spielsituation eine passende Musik auszugeben und die Emotionalität noch weiter zu unterstützen, ist lineare Musik in Form eines mehrminütigen Soundtracks für die interaktiven Bereiche des Spiels eher ungeeignet. Für alle Bereiche mit einer festen Timeline wie Cutscenes, One-Shots oder Timed Events, liefert lineare Musik das bestmögliche Ergebnis, da nicht nur die Implementierung einfach ist, sondern auch eine sehr starke emotionale Wirkung, durch gezielt gesetzte musikalische Höhepunkte, passend zur visuellen Darstellung gegeben ist und die Videospieldmusik hier dem Aufbau der Filmmusik gleichkommt.

Die Kombination eines längeren linearen Musikstücks mit einer KI ist nicht empfehlenswert, da es hierfür keiner KI bedarf. Durch adaptive Musik hingegen, die auch aus linearen Segmenten bestehen kann, ist es jedoch möglich eine genauere musikalische Anpassung an die gegebene Situation zu erzielen.

### **2.1.2 Adaptive Musik in Games**

Adaptive Musik unterscheidet sich in der Anwendung sehr stark von linearer Musik und beschränkt sich ausschließlich auf den interaktiven Teil des Spiels. Daher ist diese Form der Musik nur für die Bereiche Hintergrundmusik und Stingers geeignet, da adaptive Musik von den nicht voraussehbaren Geschehnissen und Interaktionen des Spielers lebt. Das hauptsächliche Ziel von adaptiver Hintergrundmusik ist die musikalische Atmosphäre an die Spielsituation anzupassen, um diese von der variierenden Spielzeit unabhängig zu machen. Eine Kampfsituation, in welcher Schnelligkeit und kurze Reaktionszeiten vom Spieler gefordert sind, sollte auch durch eine entsprechende Musik unterstützt werden und mit einer bestimmten Situation sollte sich auch die Wirkung der Musik verändern.

Hierbei ist zu beachten, dass adaptive Musik in den meisten Fällen eine Zusammensetzung aus linearen Einzelteilen ist. Diese Einzelteile bestehen in der Regel aus Stems, also einzelnen, fertig gemischten oder mehreren zusammengefassten Audiospuren.

Für ein interaktives Konzept sollte bei der Implementation eine der folgenden Formen nach Stevens und Raybould verwendet werden:<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Vgl. Stevens, Richard und Raybould, Dave: Game Audio Implementation, S. 131 ff.

### 2.1.2.1 Ornamentale Formen

Ornamentale Formen sind das einfachste Prinzip bei der interaktiven Musikgestaltung. Sie bestehen aus mindestens zwei verschiedenen Stems. Stevens und Raybould beschreiben in ihrem Beispiel eine Zusammensetzung aus einer linearen atmosphärischen Tonspur, welche durchgängig während des Spiels zu hören ist und einer weiteren kurzen perkussiven Spur, die nur zu besonderen Zeitpunkten einmalig erklingen soll.<sup>9</sup> Um den Effekt deutlich zu empfinden, ist es daher wichtig, bei der Komposition darauf zu achten, dass die durchgängige Spur keine rhythmischen Elemente enthält, damit der Einsatz des Schlagwerks der zweiten Spur zu einem beliebigen Zeitpunkt geschehen kann. Nach Stevens und Raybould ist die ornamentale Form besonders für Stingers geeignet, die in diesem Fall die Ornamente darstellen. Dadurch gelingt es Events wie Hinweise, Belohnungen und Übergänge besser in die Musik zu integrieren.

Der Vorteil dieser Form ist eine einfache Implementierung und eine gut überschaubare Datengröße. Nachteilig ist, dass hierdurch die Komposition und Kreativität eingeschränkt wird, wenn das ausgelöste Event eine rhythmische oder melodische Beschaffenheit besitzt und zum bereits bestehenden Musikstück passen soll.



Abbildung 1: Schematische Darstellung der ornamentalen Form

Durch den einfachen Aufbau ist es auch leicht möglich diese Form mit einer KI zu vereinen, um Spielzustände auszuschnücken.

### 2.1.2.2 Parallele Formen

Bei der parallelen Form werden bei der Implementierung mehrere Stems benötigt, die zeitgleich abgespielt werden. Die Stems können entweder einzelne oder zusammengefasste Instrumentenspuren

---

<sup>9</sup> Vgl. Stevens, Richard und Raybould, Dave: Game Audio Implementation, S. 131

sein. In diesem Fall übernimmt die Engine die Aufgabe des Tonmeisters und verändert je nach Variable die Mischung der Hintergrundmusik, indem sie beispielsweise die Lautstärke einzelner Spuren verändert oder diese ein- und ausblendet, sodass es zu einem Wechsel der Instrumentierung oder der Musik kommt.<sup>10</sup> Diese Automatisierung ermöglicht beispielsweise das Hinzufügen oder Weglassen von gesamten Instrumenten oder Gruppen, ohne den Musikfluss zu beeinträchtigen.



Abbildung 2: Schematische Darstellung der parallelen Form

Für die Kombination des Game Sound Designs mit einer KI ist diese Form der adaptiven Musik sehr geeignet, da hierbei je nach Analyse des Spiels nicht nur verschiedene Spuren in den Vordergrund rücken können, sondern auch die Übergänge bei der Zustandsveränderung im Spiel sehr flüssig sind. Der Nachteil ist, dass je nach Komposition sehr viele verschiedene Spuren benötigt werden und diese nicht nur große Datenmengen mit sich bringen, sondern auch die Implementation mit vielen Parametern zur Automation der Musik sehr umfangreich werden kann.

Eine andere Aufbaumöglichkeit der parallelen Form wird nach van Geelen als *Parallel Composing* bezeichnet<sup>11</sup>. Hierbei werden mehrere lineare, längere Musikstücke komponiert, die beispielsweise im Tempo und der Tonart identisch sind und sich nur in der emotionalen Wirkung unterscheiden. Alle Musikstücke werden parallel abgespielt, wobei immer nur ein Musikstück aktiv zu hören ist. Die anderen Spuren laufen parallel stumm mit. Mit dem Auslösen bestimmter Events kann von einem Musikstück zum anderen gewechselt werden. Dies stellt eine einfachere Implementation der parallelen Form dar, da die Datenmenge reduziert wird, die Lautstärkeautomation entfällt und nur von einer Spur in die nächste übergeblendet werden muss. Jedoch kann diese Vereinfachung je nach Komposition und Umstand ein gröberes Ergebnis mit sich bringen, das bis hin zu Einbußen in der Qualität

---

<sup>10</sup> Vgl. Stevens, Richard und Raybould, Dave: Game Audio Implementation, S. 131, 166

<sup>11</sup> Vgl. Van Geelen, Tim: Realizing Groundbreaking Adaptive Music, S. 93-10



führen kann, da die Überblendung zu jedem beliebigen Zeitpunkt gegeben sein muss und die Übergänge nicht ganz so flüssig sind, wie bei der parallelen Form mit einzelnen Stems.

### 2.1.2.3 Übergangsformen

Bei der Übergangsform<sup>12</sup> werden verschiedene Musikstücke oder Sequenzen aneinandergereiht und über Fades in einander übergeblendet. Hierbei wird das finale Musikstück in Echtzeit aus den vorhandenen Segmenten, die meist aus nur ein paar Takten bestehen, zusammengestellt, wobei entweder die Instrumentierung der einzelnen Segmente oder die Melodie ähnlich bleibt, um die Zusammengehörigkeit der Einzelteile zu wahren.

Besonders geeignet ist diese Form bei schnellen Übergängen in verschiedene Spielphasen, so kann der Wechsel durch die verschiedenen Segmente auch sehr kontrastreich sein, wie zum Beispiel von langsam nach schnell oder von leer nach voll, was bereits mit wenigen Segmenten geschehen kann. Die Kontraste werden in einem späteren Kapitel genauer erläutert.



Abbildung 3: Schematische Darstellung der Übergangsform

Wann die Überblendung von einem in das nächste Segment erfolgt, ist in den meisten Fällen vom Spieler und dessen Geschwindigkeit oder von zufälligen Parametern abhängig. Für den Wechsel von einem Segment in das nächste gibt es nach Stevens und Raybould folgende Möglichkeiten bei der Wahl der Übergangzeitpunkte:<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. Stevens, Richard und Raybould, Dave: Game Audio Implementation, S. 132, 179 ff.

<sup>13</sup> Vgl. ebd., 179 ff.

**Sofortig:** Hier wird das derzeit laufende Musikstück sofort beendet und ausgeblendet. Das neue Musikstück kann entweder direkt an seinem Anfang abgespielt oder eingeblendet werden oder zu dem Zeitpunkt, an dem das vorige Musikstück abgebrochen wurde.

**Am Ende:** Erst nachdem der Abspielvorgang des angefangenen Musikstücks beendet wurde, wird das neue begonnen.

**Zum Takt:** Sobald der angebrochene Takt des aktuellen Musikstücks zu Ende gespielt wurde, wird dieser ausgeblendet und die neue Musik begonnen, welche entweder zu Anfang oder zu dem Zeitpunkt, an dem das vorherige Musikstück beendet wurde, wiedergegeben wird.

**Zum Taktschlag:** Ein sehr schneller und rhythmischer Wechsel von einem Musikstück in das andere kann dann vorgenommen werden, wenn es bei jedem Taktschlag zu einem Wechsel des Musikstücks kommen kann. Die Schwierigkeit hierbei ist, den Musikfluss aufrecht zu erhalten. Auch hier gibt es die Möglichkeit den neuen Soundtrack am Anfang zu beginnen oder an der Stelle, an welcher der erste Soundtrack gestoppt wurde.

**Beliebig:** Es können auch wunschgemäße Punkte für den Übergang in das neue Musikstück gesetzt werden.

Übergangsformen können bei der richtigen Anwendung und unter einer geeigneten Spielsituation in ihrem Aufbau der Filmmusik sehr nahekommen und sind für eine interaktive Verwendung bei der richtigen Wahl der Übergangszeitpunkte sehr geeignet. Ungeeignete Zeitpunkte, die für eine Unterbrechung des musikalischen Flusses sorgen, können die *sofortige* sowie die Überblendung zu jedem *Taktschlag* sein, da diese zu störend wirkenden Unterbrechungen im Rhythmus führen können. Sehr empfehlenswert sind daher die Möglichkeiten am Ende eines oder mehrerer Takte überzublenden.

Da die Segmente relativ kurz sind, ist auch die Datenmenge überschaubar. Ebenfalls ist die Implementierung einfacher als bei der parallelen Form. Die größte Schwierigkeit der Übergangsform stellt die Komposition dar, um mit einzelnen Segmenten einen stimmungsvollen musikalischen Wechsel zu erzeugen und dennoch genug Varianzen zu schaffen, damit das Sound Design nicht von Wiederholungen lebt und eintönig wirkt.

#### 2.1.2.4 Algorithmische Formen

Die Grundidee von algorithmischen Formen oder generativer Musik ist es, Musik entstehen zu lassen, die nicht vorherbestimmt und unberechenbar ist. Die Musik besteht aus einer zufälligen Aneinanderreihung von Segmenten, die in ihrer kleinsten Form einzelne Noten sein können. Für die Struktur und Zusammenstellung der Segmente werden Algorithmen verwendet<sup>14</sup>, welche die Segmente je nach Spielsituation aus dem vorhandenen oder dem dafür bestimmten Repertoire zufällig wählen. Die Segmente können aus MIDI-Daten oder gerenderten Musiksegmenten bestehen. Diese Vorgehensweise ermöglicht es nach Phillips lange Stücke ohne Wiederholungen zu spielen.



Abbildung 4: Schematische Darstellung der algorithmischen Form

#### MIDI

MIDI ist ein Format, durch welches es möglich wird einzelne Noten, deren Tondauer und Anschlagsstärke zu speichern. Mit Hilfe einer Sample Library können den MIDI-Daten virtuelle Instrumente oder Sounds zugewiesen werden.

Das iMUSE System von LucasArts ist eine Engine, die 1991 speziell für adaptive MIDI-basierte Musik für das Spiel *Monkey Island 2: LeChuck's Revenge* programmiert wurde<sup>15</sup>. Phillips beschreibt, dass es dadurch möglich wurde die Instrumentierung, das Tempo und die Tonart während des Spiels zu verändern sowie schnell von einer Komposition oder Melodie zu einer anderen zu wechseln.

Generative MIDI-Musik lässt sich laut Phillips auch mit einer KI kombinieren, indem die KI beispielsweise die musikalische Improvisation übernimmt und gezielt Noten oder Rhythmen verändert.

---

<sup>14</sup> Vgl. Phillips, Winifred: *A Composer's Guide to Game Music*, S. 209-214

<sup>15</sup> Vgl. ebd., S. 206 ff.

Trotz der vielen Möglichkeiten, die MIDI bietet, sind entscheidende Nachteile nicht außer Acht zu lassen. Zu den schwerwiegenden Nachteilen zählt die Abhängigkeit von einer Sample Library, die zum Abspielen der MIDI-Daten benötigt wird und in das Spiel integriert werden muss. Diese beschränkt durch ihren hohen Speicherbedarf die Anzahl der möglichen Sounds und Instrumente.

Auch ist das MIDI-Format für eine gute musikalische Mischung ungeeignet<sup>16</sup>, so werden bei einer hochwertigen Musikproduktion die MIDI-Dateien vor dem Mischen zuerst gerendert, da viele PlugIns nur korrekt bei einem linearen Zustand des Audiomaterials funktionieren. Zwar gibt es auch mehrere Optionen bei der Mischung von MIDI, jedoch sind es nach Phillips in diesem Format deutlich weniger als beim Mischen von gerenderten Audiospuren.

Aus diesen Gründen findet sich diese Form der Musikimplementierung heutzutage nur noch selten in der Videospiele-Branche. Auch iMUSE ist in seinem späteren Verlauf von MIDI auf gerenderte Musiksegmente umgestiegen.

### **Gerenderte Segmente**

Eine einfachere Variante stellt aus diesem Grund die Verwendung von gerenderten Segmenten dar, die einzelne Töne, Melodien oder Teilstücke von Melodien enthalten können. Durch Algorithmen wird die Struktur der Musik in Abhängigkeit der Spielsituation bestimmt und aus einer Auswahl ein Segment zufällig gewählt. Als Beispiel hierfür erwähnt Phillips das Spiel *Ballblazer* von 1985, das 32 gerenderte Melodie-Fragmente beinhaltet, welche über Wahrscheinlichkeitsberechnungen gewählt wurden.<sup>17</sup>

Algorithmische Musik ist derzeit eher selten in der Videospiele-Branche vertreten. Sie eignet sich besonders für atmosphärische Klänge. Dadurch, dass bewusst auf die Wiederholung von Tonabfolgen verzichtet wird und in den meisten Fällen nur kurze melodische Bruchteile verwendet werden, bleibt die Musik den Spielern grundsätzlich nicht im Kopf. Dies kann bei besonders langen Spielzeiten vorteilhaft sein, jedoch kann dem Spiel dadurch auch seine musikalische Wirkung genommen werden, wenn diesem keine bestimmte Melodie zugeordnet werden kann. Dieser Aspekt entfernt die Musik vom Spiel. Betrachtet man beliebte Videospieleklassiker so stehen deren Soundtracks seit Jahrzehnten in einer sehr emotionalen Beziehung zum Spieler. So löst ein lineares Musikstück abrufbare

---

<sup>16</sup> Vgl. Phillips, Winifred: *A Composer's Guide to Game Music*, S. 207

<sup>17</sup> Vgl. ebd., S. 212

Emotionen aus, die der Spieler fühlt, sobald er eine Passage aus dem Soundtrack eines ihm bekannten Spiels hört.

Auch stellt sich die Frage, ob der Algorithmus und die musikalische Zusammensetzung immer funktioniert, wenn Segmente zufällig gewählt werden. Der Algorithmus nimmt dem Komponisten zwar das Treffen von Entscheidungen ab, aber dadurch verliert sich auch die künstlerische Absicht des Komponisten.

Aus diesen Gründen sollte ein Spiel, das algorithmische Musik beinhaltet, nicht allein generative, sondern auch längere lineare Anteile verwenden.

#### **2.1.2.5 Schlussfolgerung**

Für das bestmögliche Ergebnis im Bereich der adaptiven Musik in Kombination mit einer KI eignet sich sowohl die parallele Form als auch die Übergangsform. Bei der Entscheidung für eine der Formen, sollte zu Beginn das Spielgenre, die Spielsituation und die gewünschte Wirkung genau betrachtet werden.

Vorstellbar für eine effiziente Nutzung der beiden Formen wäre zum Beispiel das Game Genre Action. Die KI analysiert das Spiel und liefert je nach Zustand eine Variable. In einem vereinfachten Beispiel beschränkt sich die Analyse auf drei Zustände: Wird der Charakter angegriffen, steht er kurz vor einem Angriff oder ist er außer Reichweite und Gefahr.

Bei der parallelen Form gibt es die Möglichkeiten die Hintergrundmusik pro Zustand um neue Spuren zu erweitern oder für den Zustand unpassende Spuren stumm zu schalten. Da alle Spuren parallel laufen, kann die Überblendung unverzüglich geschehen.

Bei der Übergangsform sollten mindestens drei Musikstücke vorhanden sein, um jeden Zustand musikalisch zu unterstreichen. Der Übergang zur Angriffsmusik sollte dabei möglichst kurz und dennoch stimmungsvoll sein, um der Kampfsituation Geschwindigkeit zu verleihen. Durch diese Form ist es einfach, schnell Kontraste zu erzeugen und dennoch die Zusammengehörigkeit der Musikstücke zu wahren.

Beide Formen werden in Kapitel 5 an praktischen Beispielen angewandt.

### 2.1.3 Musik- und Videospiegelgenres

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Game Genres und deren Zusammengehörigkeit zu bestimmten Musikrichtungen erläutert. Winifred Phillips, eine preisgekrönte Videospiegelkomponistin, stellte diese Zusammengehörigkeit fest, indem sie bei vielen Videospielem der gleichen Art auch eine gleiche Auswahl der Musikrichtung fand und leitete daraus eine Abhängigkeit von Videospielem- und Musikgenres her.<sup>18</sup>

Ausschlaggebend für die Zuordnung zu einem Videospielemgenre ist für Phillips die Spielmechanik sowie die Atmosphäre eines Videospielem. Da jedes Game Genre einer demografischen Zielgruppe zuzuweisen ist, die ihre eigenen musikalischen Vorlieben hat und sich die Spieleentwickler dessen bewusst sind, sind für Phillips die meisten Entscheidungen für die Musikauswahl von der Persönlichkeit und dem musikalischen Gefallen der Zielgruppe beeinflusst.<sup>19</sup> Bei der Vertonung von Videospielem ist es empfehlenswert sich an diesem Gedanken zu orientieren.

Für die Unterteilung der Musikgenres in vier übergeordnete Kategorien bezieht sich Phillips auf die Musikpräferenzforschung von Delsing et al. aus 2008.<sup>20</sup> Dieses Modell fasst die Musikgenres in die übergeordneten Kategorien *Rock*, *Urban*, *Pop/Dance* und *Elite* zusammen.

Dabei beinhaltet das Genre *Rock* alle erdenkbaren Subgenres der Rockmusik.<sup>21</sup> Zum Genre *Urban* zählen die Musikrichtungen Hip-Hop, Rap, Rhythm & Blues und Soul. *Pop/Dance* enthält die Musikgenres Trance, Techno und alle Genres, die üblicherweise in den aktuellen Musikcharts vorkommen. Und das Genre *Elite* besteht aus Jazz, klassischer Musik und Gospel.<sup>22</sup>

Diese übergeordnete Gruppierung vereinfacht es Game Genres Musikgenres zuzuweisen.

Da es zahlreiche Videospielemgenres gibt, behandelt der folgende Abschnitt nur eine Auswahl an möglichen Genres, die sich besonders durch die Verwendung von taktischen oder strategischen Feinden auszeichnen. Auf die Definition der Videospielemgenres wird erneut in Kapitel 4 zurückgegriffen.

---

<sup>18</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 77 ff.

<sup>19</sup> Vgl. ebd., S.77 ff.

<sup>20</sup> Vgl. Delsing, Marc J. M. H. et al.: Adolescents' Music Preferences and Personality Characteristics, S. 109-130

<sup>21</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 82 f.

<sup>22</sup> Vgl. ebd., S. 82 f.

### 2.1.3.1 Shooter

In Shooter Games befindet sich der Spieler in der Rolle eines bewaffneten Kämpfers in einem feindlichen und lebensgefährlichen Umfeld. Das Ziel des Spiels ist es die böse Bedrohung und zahlreiche Gegner durch den Einsatz verschiedener Waffen und Taktiken zu bekämpfen. Shooter Games sind eine Unterklasse des Actionspiel-Genres und lassen sich in Ego-Shooter, bei dem das Geschehen direkt durch die Augen des Spielcharakters wahrgenommen wird und Third-Person-Shooter, bei dem der Spieler sowohl das Geschehen als auch den Charakter beobachten kann, unterteilen.<sup>23</sup> Beispiele für Shooter Games sind *Battlefield*, *Call of Duty*, *Doom* und *Quake*.

Laut Phillips Analyse dominieren die Genres Rock und Elite in Shootern. So finden sich beide Musikrichtungen vorwiegend in zahlreichen Videospiele wieder. Dabei können die Genres einzeln oder in gemischter Form auftreten.<sup>24</sup> Ausgehend von ihrer Beobachtung sind sowohl Spiele vorhanden, in denen die Elemente aus einem Genre Vorrang haben, als auch Shooter bei welchen beide Genres mit einander verknüpft werden, zum Beispiel durch den Einsatz eines klassischen Orchesters in Kombination mit Rhythmusgitarren und Drums aus dem Genre Rock.<sup>25</sup>

### 2.1.3.2 Platformer

Als Platformer oder auch Jump 'n' Run Spiele gelten Games, in denen sich der Spielcharakter in ausgefallenen Umgebungen hauptsächlich durch Laufen und Springen fortbewegt. Ziel ist es von einem Start- zu einem Endpunkt zu gelangen, während auf dem Weg zahlreiche Hindernisse wie Abgründe, Gegner oder andere Gefahren überwunden werden müssen. Bekannte Platform Games sind *Super Mario Bros.*, *Sonic the Hedgehog* und *Rayman Legends*.

Nach Phillips zeichnet sich dieses Videospiegelgenre besonders durch seine musikalische Vielseitigkeit und abwechslungsreichen Soundtracks aus. So finden sich in keinem anderen Game Genre derart unterschiedliche Musikrichtungen wie in Platform Games.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application Interactive Computer Games, S. 19

<sup>24</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 84 f.

<sup>25</sup> Vgl. ebd., S. 85

<sup>26</sup> Vgl. ebd., S. 85 f.

### 2.1.3.3 Adventure

Heutzutage findet man Adventure-Spiele hauptsächlich in Form von Action-Adventuren, da neben der Lösung von Rätseln und einer mitreißenden Geschichte auch häufig actionreiche Kämpfe im Stil von Shootern enthalten sind. Ein weiterer Bestandteil des Genres ist auch das koordinierte Fortbewegen der Spielfigur, zum Beispiel beim Überwinden von Hindernissen in abenteuerlichen Umgebungen. Das Aufgabengebiet des Spielers kann dabei sehr unterschiedlich ausfallen. Ziel ist es mit der Spielfigur verschiedene Stationen zu durchlaufen. Mit Voranschreiten des Spiels wird in den meisten Fällen auch dessen Handlung immer deutlicher. Das Beenden eines Abschnitts wird häufig mit einer Animation belohnt, welche dem Spieler einen weiteren Teil der Geschichte liefert. Bekannte Beispiele für Action-Adventures sind: *Tomb Raider*, *Batman: Arkham City* und *Assassin's Creed*.

Phillips beschreibt, dass sich in Action-Adventuren vorwiegend ein Hang zu Elite und klassischer Musik findet, es jedoch auch hier zu einer Kombination verschiedener Musikgenres kommen kann.<sup>27</sup>

### 2.1.3.4 Role-Playing

Als Role-Playing Games (RPGs) werden Spiele bezeichnet, in denen der Spieler einen Charakter aus unterschiedlichen Klassen wählen kann, wie zum Beispiel Krieger oder Magier. Das Ziel des Spiels ist es Quests zu absolvieren und die Fähigkeiten des Spielcharakters, wie Schnelligkeit oder Stärke immer weiter auszubauen, um immer stärker werdende Gegner zu bekämpfen. Zudem können Gegenstände gesammelt, kombiniert oder verkauft werden. Bekannte Beispiele für RPGs sind die *Final Fantasy*, *The Elder Scrolls* und *The Witcher* Reihen.

Zur Analyse der Musikrichtungen unterteilt Phillips die RPGs in den Westen (Europa und Amerika) und in den Nordosten Asiens (Japan und Südkorea).<sup>28</sup> Westliche Spiele zeichnen sich nach ihrer Beobachtung durch eine düstere Spielatmosphäre und einer deutlichen Vorliebe zu klassischer, orchestraler Musik aus, während östliche RPGs eine helle, farbenreiche Atmosphäre aufweisen sowie eine sehr abwechslungsreiche Auswahl und Vermischung der Musikgenres.

---

<sup>27</sup> Vgl. Phillips, Winifred: *A Composer's Guide to Game Music*, S. 86 f.

<sup>28</sup> Vgl. ebd., S. 87 f.



### 2.1.3.5 Life Simulation

In Lebenssimulationen stehen die Bedürfnisse, Eigenschaften und das Verhalten einzelner Individuen (Einheiten) im Vordergrund. In vielen Lebenssimulationen hat der Spieler die Möglichkeit einen oder mehrere Einheiten zu kreieren, zu lenken und zu beobachten.

Da Lebenssimulationen sehr beliebt sind und von einem sehr breitgefächerten Publikum gespielt werden, lassen sich auch keine spezifischen Musikpräferenzen oder Persönlichkeitsmerkmale festlegen.

Betrachtet man aufsteigend die Teile der sehr populären Lebenssimulation *Die Sims*, so fiel der erste Teil besonders durch die Verwendung von Jazz und Klassik auf, während in *Die Sims 2* auch poppige und elektronische Klänge zu den bestehenden Genres Klassik und Jazz hinzukamen. Im dritten Teil wurde ebenfalls ein Kompromiss aus mehreren Genres getroffen. Die Basis der Musik ist klassisch. Es finden sich jedoch auch Instrumente aus dem Pop-Bereich sowie elektronische Klänge durch Synthesizer. In *Die Sims 4* wird versucht ein noch breiteres Publikum anzusprechen, zwar ist die Musik dem Vorgänger sehr ähnlich, jedoch wird im offiziellen Soundtrack auch das Genre Rock vertreten.

Ebenso finden sich in anderen Lebenssimulationen wie *Viva Piñata*, *Animal Crossing* und *Spore* laut Phillips sowohl Klassik, Jazz als auch Pop wieder.<sup>29</sup>

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei Lebenssimulationen großen Wert auf fröhliche, entspannte Musik gelegt wird und versucht wird ein möglichst breites Publikum zu erreichen. Aus diesem Grund lässt sich diesem Game Genre kein spezifisches Musikgenre zuordnen.

### 2.1.3.6 Real-Time Strategy

In Echtzeit-Strategiespielen (RTS Games) übernimmt der Spieler die Aufgabe der Steuerung mehrerer Einheiten. Die Einheiten können nach Laird und van Lent Soldaten, Panzer, Raumschiffe, etc. sein, denen der Spieler Befehle erteilen muss, um gegen einen oder mehrere Feinde strategisch vorzugehen. Der Spieler kann das Kampfgeschehen in Echtzeit aus der Vogelperspektive beobachten.<sup>30</sup> Bekannte Beispiele für RTS Games sind *StarCraft*, *Command & Conquer*, *Company of Heroes* und *Age of Empires*.

---

<sup>29</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 91 f.

<sup>30</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 21

Das Genre zeichnet sich besonders durch die Verwendung der Musikgenres Elite und Rock aus. Beispiele für Videospiele, die beide Genres verwenden, sind *StarCraft II* und *Command & Conquer: Red Alert 3*.

### 2.1.3.7 Puzzles

Denkspiele haben den Reiz, dass sie den Spieler herausfordern in dem sie ihm schnelle Denk- und kurze Reaktionszeiten, Vorausplanung, Geschicklichkeit und präzises Handeln abverlangen. Bekannte Denkspiele sind *Tetris*, *Candy Crush*, *Bubble Shooter* und *Bejeweled*. Da Denkspiele eine große Popularität haben und für ein breitgefächertes Publikum anziehend sind, lässt sich diesem Spielgenre keine konkrete Musikrichtung zuweisen. Auch hier ist das Musikgenre sehr stark von der Spielatmosphäre und der visuellen Gestaltung abhängig.

### 2.1.3.8 Fighting

Klassische Fighting Games zeichnen sich durch Zweikampfsituationen aus, in denen sich der Spieler in verschiedenen Umgebungen wie Übungsräumen, Hallen, Industriegebieten oder Arenen unter Beweis stellen und gewinnen muss. Da das Genre vor allem auf einem schnellen Gameplay beruht, müssen in kurzer Zeit geeignete Tastenkombinationen gewählt werden, durch die Schläge ausgeteilt oder blockiert werden können.

Beispiele für bekannte Fighting Games sind *Mortal Kombat X*, *Street Fighter V* und *Dead or Alive 5*. Phillips schreibt Fighting Games eine starke Zugehörigkeit zu dem Genre Rock zu. Dabei sind auch zahlreiche Subgenres vertreten wie zum Beispiel Heavy Metal, Industrial Rock und Hardcore Rock.<sup>31</sup> Die Musikrichtung in Fighting Games zeichnet sich vorwiegend durch ein schnelles Tempo aus.

### 2.1.3.9 Sports

Zu Sportsimulationen zählen die unterschiedlichsten Sportarten wie Driving, Boxing, Wrestling oder Fußball, bei denen der Spieler gegen einen oder mehrere taktische Feinde antreten muss. Da es sich um ein breitgefächertes Publikum handelt, aufgrund der zahlreichen Sportfans, sind auch sehr unterschiedliche und entgegengesetzte Musikgenres vertreten. Vorwiegend finden sich die Genres Urban und Rock, die auch in Kombination wie in *WWE 2K17* auftreten können. Dabei fällt auf, dass genreunabhängig ein sehr großer Wert auf einen starken Rhythmus gelegt wird,

---

<sup>31</sup> Vgl. Phillips, Winifred: A Composer's Guide to Game Music, S. 94

der dem Spiel mehr Antrieb verschafft. Die Musikrichtung Elite findet in diesem Videospiegelgenre so gut wie keine Verwendung.

### **2.1.3.10 Schlussfolgerung**

Die Zuweisung von Musik- zu Videospiegelgenres nach Phillips funktioniert in den Fällen Shooter, Action-Adventure, RTS und Fighting sehr zuverlässig. Andere Genres, die durch ihre große Beliebtheit sehr unterschiedliche Zielgruppen ansprechen, wie zum Beispiel Platformer, Puzzles und Life Simulations lassen sich nur schwer in übergeordnete Musikgenres einordnen.

Da die Definition eines Genres mehr eine grobe Gruppierung ähnlicher Spielinhalte und der Spielmechanik darstellt, sollte bei der Zuweisung zu einem Musikgenre immer auch die visuelle Gestaltung des Game Settings betrachtet werden. Das Game Setting beschreibt den Schauplatz in dem sich das Spielgeschehen zuträgt. Settings lassen sich zum Beispiel in historisch, mythisch, fiktiv, utopisch, dystopisch, etc. kategorisieren und tragen entscheidend zur optischen Wirkung des Spiels bei.

Es ist zu beobachten, dass sich die Settings der Genres Shooter, RTS und Action-Adventure häufig durch düstere Atmosphären und einer realistischen Farbauswahl auszeichnen und sich dort größtenteils die Genres Elite und Rock wiederfinden.

Fröhliche, bunte und kontrastreiche Settings finden sich in einigen Plattformspielen oder Puzzles wieder, die sich ebenfalls mit fröhlicher und quirliger Musik verbinden lassen. Dabei steht die Wirkung der Musik und nicht das Genre im Vordergrund. In diesen Fällen bestimmt die Spielatmosphäre die Musik; ist diese freundlich und verspielt, so soll diese Stimmung genreunabhängig auch auf die Musik übertragen werden.

Dies würde auch den von Phillips beschriebenen Unterschied zwischen westlichen und östlichen RPGs erklären, bei denen sich sowohl das Setting als auch die Musik unterscheidet.

Bei zusätzlicher Betrachtung des Settings könnten somit Videospiegelgenres, bei denen es nicht möglich ist ein eindeutiges, übergeordnetes Musikgenre zu definieren, zu einer passenden musikalischen Auswahl gelangen.

Auch gibt es einige Ausnahmefälle: So wird zum Beispiel in *Die Sims 3* versucht ein Kompromiss aus mehreren Musikgenres zu finden, in dem genretypische Elemente aus verschiedenen Musikrichtungen in einem Musikstück vereint werden, um ein möglichst breitgefächertes Publikum anzusprechen. Ein anderer Ausnahmefall stellt das Videospiegel *Awesomenauts* dar, bei dem jeder Charakter seinen eigenen Soundtrack mit seinem eigenen Genre besitzt.

Die Verbindung des Sounddesigns mit einer KI funktioniert im Regelfall musikgenreunabhängig. Dennoch wäre es im Fall von User Experience Modelling sogar denkbar herauszufinden, bei welcher Musikrichtung ein Spieler die besten Ergebnisse liefert oder das Sounddesign am persönlichen Geschmack des Spielers festzumachen. Diese Vorgehensweise stellt einen erheblichen Mehraufwand dar, wäre jedoch für zukünftige Projekte ein interessantes Betätigungsfeld.

Um diesen Aufwand möglichst gering zu halten, ist die Zuweisung von Game Genre zu einem Musikgenre sehr sinnvoll und notwendig bei der Wahl eines geeigneten und passenden Sounddesigns.

## **2.2 Sounds in Videospielen**

Sounds unterstreichen alle sichtbaren und unsichtbaren Aktionen des Spiels und dienen der Schaffung eines einzigartigen Ambientes. Da es eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten für Sounds gibt, beschreibt das folgende Kapitel die zentralen Bereiche von In-Game-Sounds und Screen-Sounds und erläutert die Unterschiede zwischen abstrakten und konkreten Geräuschen.

### **2.2.1 In-Game-Sounds**

In-Game-Sounds stehen in direktem Zusammenhang mit dem aktuellen Spielgeschehen. Zu ihnen zählen alle Geräusche, die von Aktionen mit Spielfiguren oder Gegenständen ausgehen oder Teile des Ambientes sind.

#### **2.2.1.1 Spielfiguren**

Die Vertonung einer Spielfigur kann in die Bereiche Bewegung und Sprache unterteilt werden.

##### **Bewegung**

Für alle möglichen Bewegungen, die eine Spielfigur auslösen kann, wie zum Beispiel gehen, laufen, springen, klettern, schwimmen usw., wird mindestens ein Sound benötigt, der die Bewegung beschreibt und in die dazugehörige Animation eingefügt wird.

Das Betrachten der Animation ist notwendig, um den visuellen Anteil mit dem Ton zu synchronisieren. Werden Schritte vertont, so muss innerhalb der Engine genau der Frame der Animation für das Einfügen des Sounds gewählt werden, der das Aufkommen des Fußes auf dem Boden abbildet.

## **Sprache**

Die Sprache einer Spielfigur steht immer in Zusammenhang mit einem Event. Events sind ausgelöste Zustandsveränderungen, die entweder durch Eingabe des Spielers oder durch verschiedene Umstände ausgelöst werden. Im Fall der Sprache können Events entweder mit einer Animation des Charakters verbunden sein oder mit dem Erreichen eines determinierten Ziels ausgelöst werden.

Im Fall einer Animation ist die Herangehensweise ähnlich wie im oben genannten Beispiel. Es muss bei der Implementation ein geeigneter Frame in der Engine gewählt werden, so dass der Sound zum richtigen Animationszeitpunkt erklingt. Anders als bei der Bewegung des Charakters, bei der oft ein gleichmäßiger Klang gewünscht ist, sollten bei der Sprache besonders viele verschiedene Sounds zur Verfügung stehen, um mehr Abwechslung zu erhalten und die Spielfigur noch menschlicher zu gestalten. Die integrierten Sounds können dann in Verbindung mit einer Liste oder in einer zufälligen Reihenfolge abgespielt werden. Es besteht zudem die Möglichkeit die Häufigkeit der Wiedergabe der Geräusche zu reduzieren, sodass ein Sound zum Beispiel nur nach jeder zweiten oder dritten Animation erklingt. Dies ist hilfreich, um dem Effekt, besonders im Bereich Sprache, nicht zu schnell den Reiz zu nehmen.

Denkbar wäre auch hier die Verbindung mit einer KI, die der Spielfigur noch mehr Leben einhauchen könnte. Im Beispiel der Verletzung des Charakters, könnte sich je nach Stärke des erlittenen Schadens auch die Sprache der Spielfigur verändern. Eine genauere Beschreibung der Aufgaben und Kombinationsmöglichkeiten von Sprache und KI findet sich in Kapitel 2.3.

### **2.2.1.2 Gegenstände**

Sounds für Gegenstände werden in den meisten Fällen über Events durch die Interaktion des Spielers ausgelöst. Gegenstände können entweder pro Event einzeln, mehrfach oder in Schleife abgespielt werden.

Handelt es sich bei dem Gegenstand um eine Waffe, so werden die dazugehörigen Events entweder vom Spieler oder im entgegengesetzten Fall eines feindlichen Angriffs durch eine KI ausgelöst, die das Verhalten der Gegenspieler steuert. Geräusche müssen jedoch nicht zwingend mit einem Event ausgelöst werden, sondern können auch eine konstante Schallquelle im Spiel in Form eines an eine Örtlichkeit gebundenen Gegenstandes sein.

### **2.2.1.3 Atmos**

Als Atmo werden alle Geräusche bezeichnet, die zur Schaffung eines Ambientes dienen. Klassische Beispiele hierfür sind Vogelgezwitscher, Straßenverkehr oder das Rauschen eines Wasserfalls.

### **2.2.1.4 Stingers**

Stingers sind Events, die in Zusammenhang mit Zuständen stehen, wie zum Beispiel Triumphe, Belohnungen, Hinweise oder Tod.

## **2.2.2 Screen-Sounds**

Zu Screen-Sounds zählen alle Geräusche, die mit Informationen, Fenstern, Menüs, und Buttons in Verbindung stehen. Sie erklingen beispielsweise beim Öffnen oder Schließen eines Fensters oder beim Bestätigen oder Ablehnen durch das Wählen eines Buttons. In den meisten Fällen sind sie mit schriftlichen oder bildlichen Informationen verbunden. Videospiele beginnen vorwiegend mit einem Title Screen und beinhalten weitere Menu oder Saving Screens, die wiederum mehrere Buttons und Auswahlmöglichkeiten beinhalten. Zu Screen-Sounds zählen alle Geräusche, die diese abstrakten Vorgänge beschreiben.

## **2.2.3 Kategorisierung von Geräuschen**

### **2.2.3.1 Abstrakte Geräusche**

Abstrakte Geräusche sind Soundeffekte. Görne bezeichnet einen Klang dann als abstrakt, sobald dessen Geräusch nicht eindeutig zu einem Gegenstand oder einer natürlichen Schallquelle zugeordnet werden kann.<sup>32</sup> Abstrakte Geräusche werden häufig in Videospiele für sehr unterschiedliche Aufgaben verwendet. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie ohne einen zugehörigen Bildanteil nicht existieren können und ihre Bedeutung verlieren, da das Geräusch alleine ohne visuellen Anteil keinem Ursprung zugewiesen werden kann.

Oftmals beschreiben abstrakte Geräusche in Videospiele Bewegungen, die in Zusammenhang mit einer Aktion stehen.

Bei Minispielen zum Beispiel, dienen Soundeffekte dazu, Bewegungen klanglich zu übertreiben. So würde das Ablegen oder Loslassen eines Gegenstandes im echten Leben ein sehr unscheinbares

---

<sup>32</sup> Vgl. Görne, Thomas: Sounddesign: Klang, Wahrnehmung, Emotion, S. 84 f.

Geräusch hervorbringen. In Mingames hingegen wird bewusst mit abstrakten Klängen gearbeitet, um Interaktionen einen stärkeren und interessanteren Klang zu verleihen und den Spieler zu motivieren. Auch sind Screen-Sounds vorwiegend abstrakt, da sie Vorgänge beschreiben, die der Mensch aus der Natur nicht kennt.

Abstrakte Geräusche können auch einen großen Teil zur Spielatmosphäre beitragen, wenn sie in unregelmäßigen Abständen zurückhaltend im Hintergrund für die Schaffung eines bestimmten Ambientes verantwortlich sind.

Sehr häufig handelt es sich hierbei um Audiomaterial, das elektronisch (über einen Synthesizer) oder akustisch (über eine Schallquelle) erzeugt worden ist und durch den Einsatz von Effektgeräten stark verfremdet wurde.

### **2.2.3.2 Konkrete Geräusche**

Konkrete Geräusche hingegen sind alle Klänge, die der Mensch gelernt hat einer Quelle zuzuordnen.<sup>33</sup> Dies können einzelne Geräusche, wie das typische Klingeln einer Kasse bei Bezahlvorgängen sein oder atmosphärische Geräusche, wie Vogelgezwitscher oder Straßenverkehr. Beim Mixing wird das Geräusch noch mehr definiert statt verfremdet.

### **2.2.3.3 Hybride Geräusche**

Hybride Geräusche sind eine Zusammenstellung aus mehreren Teilen, die in einzelner Form nicht unbedingt einen schlüssigen Sound ergeben. Man findet sie zum Beispiel bei der Vertonung von Waffen.

Waffen haben die Besonderheit, dass ihre Sounds in manchen Fällen in mehrere Teile aufgeteilt werden müssen. Dies wird am Beispiel eines Raketenwerfers deutlich. Der Spieler erzeugt mit einem Klick drei unterschiedliche Geräusche: Den Abschuss, den Flug und den Einschlag des Projektils.

Werden die Geräusche einzeln wahrgenommen, so lassen sich Abschuss und Flug höchstwahrscheinlich keiner eindeutigen Schallquelle zuordnen. Der Einschlag des Projektils lässt sich jedoch auch ohne visuelle Unterstützung als Explosion identifizieren. Erst eine Zusammenwirkung von allen drei Geräuschen ergibt ein logisches Ganzes.

---

<sup>33</sup> Vgl. Görne, Thomas: Sounddesign: Klang, Wahrnehmung, Emotion, S. 84 f.

### **2.2.3 Schlussfolgerung**

Beim Umgang mit Sounds in Videospielen sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt. Es gibt unzählige Möglichkeiten bei der Erstellung und Zuweisung von Sounds. Auch gibt es keine Vorschriften, wann abstrakte oder konkrete Geräusche verwendet werden müssen. Dabei ist das Verwenden von abstrakten Geräuschen zu einem Standard der Videospiele-Branche geworden ist, weswegen im Sound Design bezüglich der Geräusche auch sehr viel improvisiert werden kann.

Für einen Ansatz mit einer KI ist hauptsächlich der Bereich In-Game-Sound interessant. Für In-Game-Geräusche mit Gegenständen wie Waffen, ist daher die Lautstärkeautomation mit Hilfe einer KI interessant. So könnte zum Beispiel nach einer langen Phase ohne Kämpfe der erste Schuss besonders laut ausfallen, um den Beginn der Situation noch mehr zu verstärken.

Auch wäre es denkbar mit Hilfe einer KI Rückschlüsse auf den Zustand der eigenen oder gegnerischen Charaktere zu ziehen, so dass mit steigendem Schaden auch die Geräusche für Schwäche, wie zum Beispiel eine laute Atmung, zunehmen.

## **2.3 Sprache in Videospielen**

Sprache ist ein Stilmittel zur Gestaltung und Vermenschlichung der Charaktere in Videospielen. Sie kann sowohl eine informative Rolle spielen und elementar zum Verständnis beitragen als auch eine gestalterische Funktion einnehmen.

### **2.3.1 Verständnis**

Sobald die Sprache zum Verständnis und zur Erläuterung der gegebenen Situation eingesetzt wird, nimmt diese einen zentralen Stellenwert ein. Beispiele hierfür sind Tutorials, Dialoge und Hinweise in welchen dem Spieler wichtige Informationen mitgeteilt werden. In diesen Fällen tritt die Sprache deutlich aus der Tonmischung heraus, während sich alle anderen Geräusche eher im Hintergrund halten und eine untergeordnete Rolle einnehmen. Dieser Effekt findet sich sehr häufig im Filmton. Chion bezeichnet den Einsatz von Sprache als lautestes Element in der Tonmischung als Voco- und Verbo-Zentrismus.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Vgl. Chion, Michel: Audio-Vision Ton und Bild im Kino, S. 17



## **2.3.2 Gestaltung**

In anderen Fällen, in denen die Sprache nicht direkt zum Verständnis des Spiels beiträgt, sondern mehr zur Gestaltung, ist die Sprache deutlich zurückhaltender und leiser in der Mischung. Beispiele hierfür sind das reaktive Verhalten des Charakters bei Schaden, Verletzung oder Tod. In einigen Spielen treten auch Announcements auf. Diese sind charaktertypische Bemerkungen, die zufällig oder bei bestimmten Situationen von der Spielfigur geäußert werden.

Bei der Sprache von Charakteren unterscheidet man zwischen definierbarer Sprache, die auf einer tatsächlich existierenden Sprache beruht und am Anfang des Spiels gewählt werden kann sowie nicht identifizierbarer Sprache, die frei erfunden wurde. Die Art der Sprache wird bei der Kommunikation, der Äußerung der Gefühle oder des Zustands des Charakters deutlich. Beide Formen können den Spieler über die Gefühle des Charakters informieren, sind jedoch nicht unmittelbar notwendig, um die gegebene Situation zu verstehen.

### **2.3.2.1 Definierbare Sprache**

Definierbare Sprache ist natürliche Sprache, die auf einer tatsächlich existierenden Sprache beruht. Sie wirkt realistisch, authentisch und ist zur Vermittlung ernster Themen besser geeignet, als undefinierbare Sprache. Sobald die Möglichkeit besteht zwischen verschiedenen Sprachen zu wählen, ist definierbare Sprache mit höheren Kosten verbunden, da nicht nur ein Mehraufwand bei der Audioproduktion besteht, sondern auch bei der Implementation. Zudem wird durch mehrere Audiodateien auch mehr Speicherplatz benötigt.

### **2.3.2.2 Undefinierbare Sprache**

Undefinierbare Sprache ist eine frei erfundene Sprache, die speziell für ein Videospiel kreiert wurde. Man findet sie zum Beispiel in Videospielen wie *Die Sims*. Sie wirkt in vielen Fällen comichaft, verspielt und kann international insofern verstanden werden, dass Emotionen wie zum Beispiel Freude, Wut und Trauer aus dem Tonfall und der Animation erkannt werden können. Sie ist undeutlicher als definierbare Sprache und benötigt im Regelfall visuelle Unterstützung, um die Inhalte zu verstehen. Ein deutlicher Vorteil ist jedoch, dass sie in der Produktion und Implementation günstiger ist und die Datenmengen reduziert werden können.

### **2.3.3 Schlussfolgerung**

Sprache ist ein wichtiger Bestandteil von Videospielen. Je menschlicher und realer ein Charakter wirken soll, desto mehr Sprache wird benötigt. Häufig sind die Antworten, die Spielcharaktere beispielsweise in RPGs liefern sehr gleichförmig und vorherbestimmt. In Kapitel 4.2.2 wird jedoch speziell auf die Rolle der Kommentatoren in Videospielen eingegangen, in welchem Fall Sprache zur Erläuterung einer Situation in Echtzeit verwendet wird und bei der bereits eine Verbindung von Game Sound Design und KI vorliegt.

### 3 Gestaltungsmittel des Films

Das lineare Filmsounddesign zeichnet sich in vielen Fällen durch eine besonders kontrastreiche Tongestaltung aus, die das Ziel hat bei den Betrachtern zusammen mit dem visuellen Bildinhalt verschiedene Emotionen auszulösen. Das folgende Kapitel definiert den Begriff Emotion und erläutert die gängigen Stilmittel, die zum Erreichen verschiedener Wirkungen in Filmen eingesetzt werden.

#### 3.1 Definition von Emotion

Zur Erzeugung eines emotionalen Sounddesigns muss zunächst die Frage beantwortet werden, was Emotionen sind. Nach Görne sind Emotionen psychische Zustände, die Einfluss auf die physische Reaktion oder das Verhalten von Personen nehmen können und durch einen Reiz ausgelöst werden.<sup>35</sup> Emotionen wie Trauer, Freude, Anspannung, Entspannung und Wut, etc. sind demnach mögliche Gefühlszustände, die bedingt durch Reize ausgelöst werden.

Zu diesen Reizen zählen auch Klänge, Musik, Geräusche und Sprache, die je nach Person unterschiedlich wahrgenommen werden können.<sup>36</sup> Das Filmsounddesign bietet die Möglichkeit eine sehr große Anzahl verschiedener Gefühle aufzubauen. Auch Videospiele sind emotional breit gefächert. Um Emotionen darzustellen wird häufig von Cutscenes Gebrauch gemacht, bei denen die Linearität durch ein Video gegeben ist. Ein Vorteil der Linearität von Filmmaterial ist, dass das gesamte Sound Design gezielt auf einen definierten, dramaturgischen Punkt hinarbeiten kann, so dass bewusst Spannung auf- und wieder abgebaut werden kann, um eine maximal emotionale Wirkung zu erzielen. Dieser Effekt blieb bislang in den meisten interaktiven Teilen von Videospiele aus.

Genreübergreifend kommt während der Interaktion in Videospiele hauptsächlich der emotional übergeordnete Bereich Aufregung und Entspannung zum Tragen. Da sich das gegnerische Verhalten in den Bereichen Shooter, Adventure, Echtzeit-Strategie, RPGs und Platformer ähneln, können folgende Emotionen zustande kommen: Neugierde und Entspannung beim Entdecken neuer Umgebungen, Nervosität, wenn die Situation unersichtlich und gefahrenvoll ist, Überraschung bei einem plötzlichen Angriff, geladene Spannung bis hin zu Aggressionen während eines Kampfes und Entspannung bei einem erfolgreichen Beenden der Kampfsituation. Da sich diese Abfolge und Wirkung in mehreren Spielgenres wiederfindet und im interaktiven Teil dominiert, beschränkt sich

---

<sup>35</sup> Vgl. Görne, Thomas: Sounddesign: Klang, Wahrnehmung, Emotion, S. 200 ff.

<sup>36</sup> Vgl. ebd., S. 200 ff.

die Filmanalyse auf Actionszenen und deren Wirkung, die im Ablauf einer interaktiven Kampfsituation sehr ähnlich sind. Das folgende Kapitel befasst sich mit den Gestaltungsmitteln von filmischen Actionszenen und sucht nach einer Lösung, diese auf ein interaktives Prinzip zu übertragen.

## 3.2 Kontraste

Kontraste werden dafür verwendet um einen Wirkungswechsel zu erzielen. Sie stellen Gegensätze innerhalb des Sounddesigns dar und leiten neue Abschnitte ein. Kontraste können entweder gleichzeitig oder aufeinanderfolgend erscheinen.

Die folgenden Kontraste treten häufig während Actionszenen im Filmsounddesign auf und lassen sich ebenfalls auf Videospiele übertragen. Die hier beschriebenen Kontraste sind eine Auswahl an häufig vorkommenden Kontrasten und können beliebig erweitert werden, da die Wahl der Stilmittel häufig auf persönlichem Gefallen und Geschmack des Sounddesigners oder Regisseurs beruht.

### 3.2.1 Dynamik

Steppat beschreibt, dass sowohl die Zunahme der Lautstärke als auch der Einsatz von Stille zu einem Gestaltungsmittel zur Erzeugung von Spannung sein kann<sup>37</sup>. Bei der Verwendung von Stille können sowohl Musik sowie alle Geräusche deutlich in der Mischung zurückgehalten werden oder ausschließlich die Musik, so dass der Fokus auf den Geräuschen liegt.

Stille kann sowohl zur Erzeugung von Spannung als auch zur Entspannung einer Situation verwendet werden, da Stille in Filmen oftmals vor einer aktionsreichen Szene oder unmittelbar danach auftritt, wie zum Beispiel im Film *Salt* aus 2010, bei der nach einer Verfolgungsjagd der Erfolg der Flucht mit dem abrupten Beenden der aufregenden Musik durch Stille dargestellt wird.

Eine kontrastreiche Verwendung der Dynamik durch plötzliches Erhöhen des Pegels kann nach Görne zum Erzeugen einer Orientierungsreaktion führen<sup>38</sup>. Diese sorgt für eine hohe Aufmerksamkeit und Fokussierung auf die Schallquelle und kann körperliche Reaktionen wie zum Beispiel die Anspannung von Muskeln hervorrufen<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> Vgl. Steppat, Michael: Audioprogrammierung: Klangsynthese, Bearbeitung, Sounddesign, S. 227

<sup>38</sup> Vgl. Görne, Thomas: Sounddesign: Klang, Wahrnehmung, Emotion, S. 202

<sup>39</sup> Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Orientierungsreaktion>

Dementsprechend kann ein Kontrast in der Dynamik durchaus Emotionen wie Überraschung, Anspannung und Entspannung auslösen und die Sinne schärfen.

Je nach Stärke des gewollten Effekts kann ein Wechsel in der Dynamik entweder plötzlich oder stetig geschehen. Die Dynamik kann sich mit einem Ausklang der Instrumente, einem abrupten Wechsel oder einer stetigen Zu- oder Abnahme des Pegels bemerkbar machen.

Der Pegel bestimmt die Präsenz des Gehörten. Je lauter das Schallereignis ist, desto größer wirkt es. Je geringer dessen Pegel ist, desto weiter rückt es in den Hintergrund.

Ein Kontrast in der Dynamik wird durch den Wechsel von hohen und niedrigen Pegeln erzielt.

### **3.2.2 Frequenzen**

Nach Brauch trägt der Einsatz von tiefen Frequenzen deutlich zum Spannungsaufbau und der Erzeugung einer bedrohlichen Atmosphäre bei.<sup>40</sup> Im Kino beispielsweise findet sich gezielt am Anfang des Films der wirkungsvolle Einsatz von tiefen Frequenzen unterhalb 100 Hz zur Aufmerksamkeitserrregung und Spannungserzeugung.

Aber auch hohe Frequenzen werden in spannungsreichen Szenen verwendet. Ein klassisches Beispiel ist Alfred Hitchcocks *Psycho* von 1960, in dem bei der Vertonung der Mordszene in der Dusche gezielt hohe Frequenzen verwendet wurden.

Demnach kann die Spannung in Filmen entweder mit hohen oder tiefen Frequenzen eingeleitet werden. In den meisten Fällen werden beim Voranschreiten der Spannung für ein ausgewogenes Frequenzspektrum und mehr Abwechslung zusätzlich tiefe oder hohe Frequenzen hinzugenommen, so dass beide Bereiche vertreten sind.

Die Tonhöhe oder Frequenz steht immer in Zusammenhang mit der Tondauer und Klangfarbe der Schallquelle. So können kurze, hohe Noten Spannung oder Emotionen wie Freude erzeugen, während tiefe, lange Noten sowohl Trauer, als auch eine bedrückende Stimmung vermitteln können.

Ein Kontrast wird hierbei durch die Verwendung von hohen und tiefen Frequenzen erzeugt.

---

<sup>40</sup> Vgl. Brauch, Mario: Das Sounddesign im deutschen Spielfilm, S. 240 f.

### **3.2.3 Tondauer**

Kurze Noten können beispielsweise Geschwindigkeit erzeugen,<sup>41</sup> während lange Noten Anspannung hervorrufen. In Filmen werden beide Elemente verwendet, die häufig auch gleichzeitig auftreten können. Tondauer und Tonhöhe stehen jedoch immer in Abhängigkeit zueinander und stellen zusammen mit der Klangfarbe des Instruments oder der Schallquelle drei entscheidende Faktoren der Wirkung dar.

Die kontrastreiche Verwendung einer langen als auch kurzen Tondauer kann sowohl in der Musik als auch im gesamten Sounddesign auftreten.

### **3.2.4 Tempo**

Das Tempo beschreibt die Geschwindigkeit des Rhythmus und die wahrgenommene Geschwindigkeit der Situation. Dicht aufeinander folgende Schallereignisse erhöhen die Geschwindigkeit. Ein größerer Abstand zwischen den Klängen verlangsamt die Situation. Dies beschränkt sich nicht nur auf den Bereich der Musik, sondern bezieht sich auf das komplette Sounddesign. Schnelle aufeinander folgende Geräusche zum Beispiel verdeutlichen Stresssituationen oder Gefahr, dies wird am Beispiel von Schüssen, Alarmanlagen oder Sirenen deutlich.

Der hierbei wahrgenommene Kontrast wird durch den Wechsel von schnellen und langsamen Tempi erreicht.

### **3.2.5 Komplexität**

Die Komplexität beschreibt die Anzahl der übereinanderliegenden Geräusche des Sounddesigns. Eine hohe Komplexität kann für Unordnung, Hektik oder Chaos stehen, während eine geringe Anzahl an verwendeten Schallereignissen Ruhe, Stille oder Konzentration zum Ausdruck bringt. Ebenfalls bestimmt die Überlagerung im Sounddesign die Anzahl der eingesetzten Instrumente oder Audiospuren.

Ein Kontrast tritt dabei durch den Wechsel von komplex und schlicht auf.

---

<sup>41</sup> Vgl. Steppat, Michael: Audioprogrammierung: Klangsynthese, Bearbeitung, Sounddesign, S. 216

### 3.2.6 Melodie

Eine Melodie ist die Aneinanderreihung von Tönen. Sie ist für die Wirkung der Musik verantwortlich. Steppat beschreibt den möglichen Kontrast zwischen einer steigenden oder sinkenden Melodieführung<sup>42</sup>. Diese ermöglicht es gezielt auf einen dramaturgischen Punkt hinzuarbeiten. Ein weiterer Kontrast, der im Sounddesign auftreten kann, ist das Unterbrechen von Melodien, beispielsweise durch rein perkussive Elemente.

Kontraste können hierbei durch eine steigende oder fallende Melodie gesetzt werden<sup>43</sup> sowie durch die Verwendung harmonischer oder dissonanter Passagen. Ein weiterer Kontrast kann das abrupte Beenden einer Melodie sein.

### 3.2.7 Klangeinsatz

Als Klangeinsatz bezeichnet Steppat die Härte oder Weichheit, mit der ein Schallereignis erklingt<sup>44</sup>. Dieser Begriff kann auch als Einschwingvorgang bei Instrumenten bezeichnet werden. Je kürzer dieser ist, desto härter wirkt das Instrument. Um Spannung in Filmen zu erzeugen findet sich häufig eine sehr starke Betonung des Rhythmus durch harte Klangeinsätze wie zum Beispiel durch ein Schlagwerk.

Kontraste können dabei durch die Verwendung von harten als auch weichen Klangeinsätzen erzielt werden. Auch der Gebrauch von perkussiven und nicht perkussiven Passagen stellt ein gängiges Stilmittel bei der Vertonung von aktionsreichen Szenen dar.

### 3.2.8 Panorama

Das Panorama hilft nicht nur einer Schallquelle eine Richtung zuzuweisen, sondern dient auch dazu Klänge oder Töne als punktförmig, schmal oder weiträumig wahrzunehmen. Werden Soundeffekte mit einem schnellen und undefinierbaren Wechsel des Panoramas verbunden, kann dies eine chaotische und verwirrende Wirkung erzielen. Aus diesem Grund sollte das Stilmittel nur zu besonderen Anlässen verwendet werden.

---

<sup>42</sup> Vgl. Steppat, Michael: Audioprogrammierung: Klangsynthese, Bearbeitung, Sounddesign, S. 216

<sup>43</sup> Vgl. ebd., S. 216

<sup>44</sup> Vgl. ebd., S. 216

### **3.2.9 Nachhallzeit**

Sounds und Instrumente können für die gestalterische Wirkung mit unterschiedlichen Nachhallzeiten versehen werden. Befindet sich die Nachhallzeit nicht im Einklang mit der im Film sichtbaren Räumlichkeit, so wurde der Effekt als gestalterisches Stilmittel verwendet. Wird in einer Außenszene zum Beispiel ein Soundeffekt mit viel Hall hinterlegt, kann dies kalt oder verloren wirken.

Ein Kontrast entsteht, wenn sowohl auffallend lange als auch für den bestehenden Raum gewöhnliche Nachhallzeiten verwendet werden.

### **3.2.10 Genre**

Im Filmsounddesign finden häufig mehrere Musikgenres Verwendung. Ein Kontrast wird dann erzeugt, wenn innerhalb einer Szene ein schneller und abrupter Wechsel der Musikgenres zustande kommt, wie zum Beispiel von klassischer Musik zu Rock. Der Gebrauch eines weiteren Genres wird hierbei oftmals zur Betonung eines neu eingeleiteten Zustands eingesetzt.

### **3.2.11 Tongeschlecht**

Ein weiteres musikalisches Stilmittel kann der Wechsel von Dur- nach Moll-Akkorden sein. Dieser Wandel findet sich hauptsächlich im Film zur Betonung von fröhlichen oder unglücklichen Situationen.

## **3.3 Analyse des Filmsounddesigns**

### **3.3.1 Analyse einer Szene des Action-Thrillers R.E.D. - Älter. Härter. Besser.**

Die Wahl fiel auf den Film *R.E.D.* von Robert Schwentke aus dem Jahr 2010, da in der folgenden Szene einfache Parallelen zum gegnerischen Verhalten in Videospiele gezogen werden können und das Sounddesign sehr actionreich und bewegt ist.

Es ergab sich die Einteilung in sechs Phasen beim Spannungsverlauf des Sounddesigns:



## **Vor der Actionszene**

Phase 1: Mit Beginn der Szene wird musikalisch eine ungute Vorahnung eingeleitet. Der Feind und die Gefahr sind noch nicht sichtbar (00:06:53). In der Musik finden sich Überlagerungen von entspannter Gitarrenmusik und partiell auftretenden, spannungsaufbauenden Streichern, die sich durch ihre hohen Frequenzen und lange Tondauer auszeichnen. Die Musik wirkt leise und schleichend und wird teilweise von Stille unterbrochen. Zudem sind nur wenige Geräusche wie das Seufzen des Hauptdarstellers oder das Knarren der Treppenstufen hörbar, die in der Mischung leise gehalten wurden.

Phase 2: Der Feind ist für das Publikum erstmalig sichtbar, folgt seinem Opfer, hält jedoch noch Abstand (00:07:13). Die Musik aus Phase 1 wird ausgeblendet. Zu den bestehenden Streichern kommen tiefe und lange Bassanteile hinzu, durch welche mehr Spannung aufgebaut wird.

Phase 3: Der Feind plant den Angriff und sucht den Kampf (00:07:31). Zu den langanhaltenden, hohen Streichern und dem langanhaltenden Bass, kommt ein schneller, perkussiver Rhythmus hinzu. Mit abnehmendem Abstand zum Opfer werden die Streicher immer lauter und höher und heben sich gegen Ende der Phase deutlich von allen anderen Geräuschen ab. Vorkommende Geräusche sind eine zufallende Schwingtüre und das Entsichern einer Waffe, die sehr leise gehalten wurden.

## **Unmittelbar vor der Actionszene**

Phase 4: Die Ruhe vor dem Sturm. Es kommt zur Konfrontation der beiden Parteien (00:07:42). Es folgt Stille. Die Musik wird abrupt beendet. Die Geräusche sind laut und dominant.

## **Während der Actionszene**

Phase 5: Der Nahkampf beginnt (00:07:46). Rockmusik wird eingeleitet, die dem Kampf Rhythmus und Bewegung verleiht und im Vordergrund steht. Alle Geräusche, sogar Schüsse sind wieder zurückhaltender in der Mischung.

## **Unmittelbar nach der Actionszene: Sofortige Entspannung**

Phase 6: Der Feind wurde besiegt (00:07:57). Die Musik wird ausgeblendet und es sind nur Geräusche zu hören.

Es ist zu beobachten, dass in der gesamten Actionszene keine Sprache vorkommt, sondern ausschließlich non-verbale Laute des Hauptdarstellers sowie der Gegner. Erst als die erste Etappe der

Feinde besiegt ist und eine kurze Ruhephase für die Hauptfigur folgt, ist Sprache über ein Walkie-Talkie der Gegner zu hören.

### 3.3.1.2 Verwendete Kontraste

Auffällig ist eine sehr kontrastreiche Gestaltung der Szene. Folgende Kontraste wurden dabei verwendet:

**Dynamik:** Das am häufigsten eingesetzte Stilmittel der Szene ist die variierende Dynamik in der Musik. Dieser Kontrast ist besonders stark von Phase 3 auf 4 zu finden (von zunehmendem Pegel zu still), umgekehrt von Phase 4 auf 5 (von still zu laut) und erneut von Phase 5 auf 6 (von laut zu still). Ebenfalls variieren die Geräusche in der Lautstärke. Sie sind in der Regel so gemischt, dass sie wahrzunehmen, jedoch durch einen geringeren Pegel eher unscheinbar wirken. Dies ändert sich in Phase 4, in welcher die Soundeffekte eine zentrale Rolle durch einen hohen Pegel einnehmen.

**Frequenzen:** Dieser Kontrast findet sich besonders in den Phasen 2 und 3, da sowohl Streicher im höheren Frequenzbereich zu hören sind, als auch Bässe im unteren Frequenzbereich.

**Tondauer:** Die Szene zeichnet sich im Spannungsaufbau durch die Verwendung von langen Höhen und Bässen aus. In Phase 3 kommt es zu einem Kontrast, wenn zusätzlich zu den langen Noten eine perkussive Spur, als von der Musik unabhängiger Faktor, hinzukommt.

**Klangeinsatz:** Sowohl weich durch Streicher in Phase 1-4, als auch hart durch Perkussion in Phase 4 sowie hart durch Schlagzeug und E-Gitarren in Phase 5.

**Melodie:** Auffallend ist eine steigende Melodie in Phase 3, dabei steigt nicht nur die Tonhöhe, sondern auch der Pegel.

**Genre:** Es werden die Genres Klassik und Rock verwendet.

### 3.3.2 Analyse einer Szene des Actionfilms Parker

Der Film *Parker* von Taylor Hackford aus dem Jahr 2013 wurde aufgrund des kontrastreichen Sounddesigns ausgewählt, das besonders den Spannungsaufbau in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Protagonist und Antagonist der hier ausgewählten Szene veranschaulicht.

Das Sounddesign wurde in sieben Phasen unterteilt:

## **Vor der Actionszene**

Phase 1: Die Situation ist friedlich. Die Darstellerin befindet sich sicher zu Hause (00:37:37). Es ist keine Musik, jedoch eine friedliche Atmo in Form von Vogelgezwitscher zu hören. Sowohl die Sprache als auch alle für die Szene bedeutsamen Geräusche, wie das mehrfache Zuschließen der Tür, sind in der Mischung zentral.

## **Erster Spannungsaufbau**

Phase 2: Der Feind erscheint aus seinem Versteck und fährt zur Zielperson (00:38:05). Es werden Soundeffekte und Streicher mit hohem Hallanteil eingeleitet. Zusätzlich wird ein schneller, rhythmischer Bass hinzugenommen, dessen Pegel mit dem Nahen des Angreifers stetig zu nimmt. Auch schwache, metallisch klingende Percussions werden langsam eingeblendet. Die Mischung zwischen Musik und Geräuschen ist ausgewogen.

Phase 3: Einbruch des Gegners. (00:38:22) Sobald der Feind versucht einzubrechen, stehen Bass und Percussions deutlich im Vordergrund. Die Streicher nehmen in der Tonhöhe und im Pegel zu. Weitere Soundeffekte unterstreichen die Situation. Mit dem Gelingen des Einbruchs wird ein sehr lauter Soundeffekt eingeleitet, der an einen verfremdeten Schrei erinnert und alle anderen Soundeffekte und Instrumente überdeckt.

Phase 4: Der Feind sucht nach der Zielperson (00:38:49). Die gesamte Musikmischung wird wieder leiser. Bass und Soundeffekte sind deutlich leiser als in Phase 2 und 3 zu hören, die gelegentlich durch den Einsatz elektronisch klingender Soundeffekte erweitert werden. Alle musikalischen Soundeffekte besitzen einen hohen Hallanteil. Die Geräusche der Szene stehen durch einen geringen Pegel deutlich im Hintergrund.

Phase 5: Der Feind kommt der Zielperson näher. Der Abstand wird auf unter 10 Meter reduziert (00:39:20). Das bisherige Sounddesign wird langsam ausgeblendet und es sind langanhaltende Streicher und ein lang ausklingender Bass zu hören. Die Elemente verlieren stetig an Pegel, bis hin zur Stille. Die Geräusche stehen in der Mischung deutlich im Vordergrund.

## **Zweiter Spannungsaufbau**

Phase 6: Der Feind hat seine Zielperson gehört und bewegt sich nun beschleunigt in deren Richtung (00:39:33). Die Stille wird durch den plötzlichen Einsatz von starken, rhythmischen und schnellen Percussions unterbrochen, die im Zentrum der Mischung stehen und von zusätzlichen Elementen, wie Streichern, Bass und bestehenden Soundeffekten ergänzt werden.

Es gibt Ereignisse, die die Musik unterbrechen, wie zum Beispiel zentrale Geräusche oder Vorgänge, wie der Blickkontakt zwischen beiden Parteien, bei dem die Musik für dessen Länge unterbrochen wird und anschließend wieder fortgeführt wird.

Alle Geräusche stehen im Vordergrund. Es gibt elementare Geräusche, bei denen der Pegel der restlichen Mischung reduziert wurde, um diesen eine stärkere Wirkung einzuräumen.

Eine weitere Spannungszunahme wird durch das Erhöhen des Pegels der Streicher erreicht, die gegen Ende der Spannungsphase immer höher und lauter in der Mischung werden.

## **Entspannung**

Phase 7: Die Zielperson entkommt (00:40:00). Der Triumph wird deutlich, wenn die Percussions abrupt enden und die Streicher und Soundeffekte lange ausklingen. Die Geräusche und Musik stehen in einem ausgewogenen Verhältnis.

### **3.3.2.1 Verwendete Kontraste**

In der Szene wurden folgende Kontraste verwendet:

**Dynamik:** In Phase 5 wird Stille zum Spannungsaufbau verwendet bevor in Phase 6 der plötzliche Einsatz von lauten Percussions beginnt. Ebenfalls werden die Percussions aus Phase 6 teilweise durch Stille unterbrochen. Auffällig ist auch die Verwendung eines zunehmenden Pegels, der sich in Phase 2 in Form von Bass und in Phase 3 und 6 durch Streicher äußert. Auch stechen zentrale Geräusche aus der Mischung hervor und überdecken die restliche Mischung.

**Frequenzen:** Auffallend ist der lange Einsatz eines pulsartigen, schnellen Basses und einzelnen Basselementen, die zur Spannungserzeugung verwendet werden. Zusätzlich finden sich höhere Frequenzen in Soundeffekten und Streichern.

**Tondauer:** Die Elemente Bass und Percussions zeichnen sich vorwiegend durch ihre sehr kurze Tondauer aus, während die Streicher und Soundeffekte eine langanhaltende Verwendung finden.

**Tempo:** Das Tempo ist in den Phasen 2, 3, 4 und 6 besonders schnell. Während in den Phasen 5 und 7 die Geschwindigkeit durch einen langen Ausklang genommen wird.

**Komplexität:** Durch die Vielzahl an sich überlagernden Spuren durch Instrumente und Soundeffekte ist das Sounddesign den größten Teil der Zeit komplex. In Phase 5 nimmt die Komplexität durch die Verwendung weniger Elemente bis hin zur Stille jedoch ab.

**Panorama:** Viele Soundeffekte zeichnen sich durch ein chaotisch wechselndes Panorama aus.

**Nachhallzeit:** Es werden unterschiedliche Nachhallzeiten verwendet. Auffallend ist, dass besonders die Soundeffekte mit einer hohen Nachhallzeit ausgestattet sind, während die Elemente Bass und Percussions eine geringere Nachhallzeit besitzen. Die Wirkung der Soundeffekte ist kalt.

### 3.3.3 Schlussfolgerung aus den Ergebnissen der Analyse

Aus der Filmanalyse ergab sich, dass folgende Stilmittel des Sounddesigns für den Aufbau von Spannung kennzeichnend sind:

- Die Verwendung des Kontrasts Dynamik, bei dem die Stille zu einem Element des Spannungsaufbaus oder der Entspannung wird sowie das plötzliche Auftreten eines erhöhten Pegels nach der Stille, ist ein häufig verwendetes Stilmittel. Des Weiteren ist die stetige Pegelzunahme bestimmter Elemente, wie zum Beispiel Streicher, ein entscheidender Faktor zur Erzeugung von Spannung.
- Im Bereich Frequenzen spielen Bässe eine wichtige Rolle, die bevorzugt von langanhaltenden hohen Streichern begleitet werden. Diese beiden Elemente sind für den stetigen Aufbau von Spannung unverzichtbar.
- Der plötzliche Aufbau von Spannung wird durch die Rhythmik der Musik betont, zum Beispiel durch starke Drums oder Percussions.
- Entspannung wird durch das Beenden der Elemente, die während des Spannungsteils verwendet wurden, erzielt.
- Es gibt Schlüsselgeräusche, die einen besonders hohen Pegel besitzen.

Um diese Elemente auf Videospiele zu übertragen, muss beachtet werden, dass für aktionsreiche Szenen in Filmen häufig deutlich mehr Zeit als in Videospiele zur Verfügung steht. Aus diesem Grund muss ein Kompromiss beim Aufteilen des Videospiele in Phasen gefunden werden.

In den meisten Spielen, die ein adaptives Sounddesign verwenden, finden sich bei Betrachtung der aktionsreichen Szenen nur zwei Phasen, die zwischen den Zuständen *Gefahr* und *keiner Gefahr* unterscheiden. Dabei wird für die komplette Länge beim Bestehen von einem oder mehreren Gegnern ein einzelner Soundtrack eingeblendet, der teilweise von Soundeffekten überdeckt wird, wobei es keine feinere Unterteilung in Phasen gibt, die über Faktoren wie zum Beispiel Distanz zum Gegner, wie es im Filmsounddesign üblich ist, das Sounddesign beeinflussen.

Im Beispiel *The Elder Scrolls Online* werden, sobald Gegner auftauchen, Percussions eingeblendet, die so lange bestehen wie auch die Gefahr durch Gegner gegeben ist, unabhängig davon wie Nahe diese sind oder ob aktuell ein Nahkampf stattfindet. Hier wird der Fokus mehr auf die Soundeffekte statt auf die Bewegung in der Musik gelegt.

Aus diesem Grund ist es notwendig eine KI zu verwenden, durch die es möglich wird, das Game Sound Design in mehrere Phasen unterteilen zu können, die bestimmte Faktoren heranzieht, um eine Situation einordnen zu können.

## 4 Künstliche Intelligenz

### 4.1 Definition

Nach Russell und Norvig hat künstliche Intelligenz (KI) das Ziel intelligente Wesen zu verstehen und zu konstruieren.<sup>45</sup> Dabei wird die geistige Leistungsfähigkeit und das Verhalten intelligenter Wesen analysiert, um aus den Ergebnissen der Forschung eine Theorie zu erstellen, die sich mit Hilfe von Algorithmen auf einen Computer oder eine Maschine übertragen lässt.

Da die akademische KI ein sehr weitreichendes Thema mit einer Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten ist, setzt sich das folgende Kapitel hauptsächlich mit den Aufgaben und Rollen von KI in Videospiele auseinander.

Zur Übersicht unterteilen Millington und Funge die akademische KI in die drei übergeordneten Gebiete *Philosophie*, *Psychologie* und *Ingenieurwissenschaft*, wobei sich die Videospiele-Branche hauptsächlich mit dem ingenieurwissenschaftlichen Aspekt befasst.<sup>46</sup> Dieser Bereich arbeitet an der Umsetzung von intelligentem Denken und Handeln durch das kreieren von Algorithmen. Laut Millington und Funge ist dies erforderlich, um Spielcharaktere zu entwickeln, die dem intelligenten Verhalten von Menschen oder Tieren möglichst nahekommen.<sup>47</sup>

### 4.2 KI in Videospiele

#### 4.2.1 Historischer Rückblick

Die Schaffung intelligenter Algorithmen zur Automatisierung von Abläufen im Dienst der Unterhaltung lässt sich auf über 100 Jahre Entwicklungszeit zurückverfolgen. Bereits 1913 entwarf der Mathematiker Ernst Zermelo den Minimax-Algorithmus, der bis heute für Brettspiele wie Schach in Verwendung ist.<sup>48</sup>

In den Anfängen des 20. Jahrhunderts folgten mehrere Versuche das Schachspiel zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen. Aus diesem Grund lässt sich der Anfang der KI in Videospiele hauptsächlich auf den Bereich Computerschach zurückführen. Es folgte über ein halbes Jahrhundert

---

<sup>45</sup> Vgl. Russell, Stuart J. und Norvig, Peter: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, S. 1

<sup>46</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: *Artificial Intelligence for Games*, S. 4

<sup>47</sup> Vgl. ebd., S. 4

<sup>48</sup> Vgl. Adrian, Andre: *Computer-Schach* (2011)

Entwicklungszeit bis es Ende der 60 Jahre durch das Programm *Mac Hack VI* möglich wurde, dass eine Maschine in der Lage war, professionelle Schachspieler zu besiegen.<sup>49</sup> Auch heutzutage gibt es zahlreiche Brettspiele in Videospieldform, die mit intelligenten Algorithmen funktionieren.

Das Aufgabenfeld einer KI in Videospiele außerhalb dieses Genres beschreiben Laird und van Lent jedoch als deutlich komplexer. Während in Brettspielen die Aufgaben wie Suchen, Sortieren, Rechnen und Entscheidungen treffen im Zentrum stehen, ist das hauptsächliche Ziel bei der Verwendung einer KI, die Spielcharaktere menschlich und intelligent zu gestalten.<sup>50</sup>

Betrachtet man diese Voraussetzung, so zählt *Pac-Man*, das 1980 veröffentlicht wurde, nach Millington und Funge zu den ersten tatsächlichen Videospiele mit einer KI.<sup>51</sup> Dies ist an dem intelligenten Verhalten der taktischen Feinde erkennbar, die den Spieler entweder verfolgen oder bei dessen Überlegenheit vor ihm flüchten.

In diesem Jahrzehnt bestand die KI hauptsächlich aus Bewegungsalgorithmen der gegnerischen Charaktere, die stetig verbessert wurden, so dass Ende der 80er Jahre das Spiel *Golden Axe* erschien, bei dem sich die Gegenspieler laut Millington und Funge nicht nur in die Richtung der Spielfigur bewegten, sondern auch vor, zurück und hinter diese.<sup>52</sup>

In den 90er Jahren wurde die KI in Videospiele beständig komplexer. Zu dieser Zeit begann das Durchstarten von RTS Games<sup>53</sup>, die sich besonders durch ihren hohen Anteil an KI bei der Strategieentwicklung und deren Ausführung auszeichnen.

Ende der 90er Jahre wurde die KI zur Wahrnehmung zwischen verbündeten Charakteren und zur Gefühlssimulation eingesetzt, so dass taktische Feinde in der Lage waren darauf zu reagieren, wenn ein Partner getötet wurde.<sup>54</sup> Als Beispiele hierfür zählen Millington und Funge die Spiele *GoldenEye 007*, *Thief: The Dark Project* und *Metal Gear Solid* auf.

Mit dem Erscheinen von Spielen wie *Die Sims* oder *Creatures* wurde die KI seit dem 21. Jahrhundert zu einem zunehmend wichtigen Aspekt der Videospiele-Branche.<sup>55</sup>

---

<sup>49</sup> Vgl. Adrian, Andre: Computer-Schach (2011)

<sup>50</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 15-25

<sup>51</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 7

<sup>52</sup> Vgl. ebd., S. 8

<sup>53</sup> Vgl. ebd., S. 8

<sup>54</sup> Vgl. ebd., S. 8

<sup>55</sup> Vgl. ebd., S. 8



Heutzutage gibt es eine große Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten von KI in Games. Besonders Echtzeit-Strategiespiele besitzen in vielen Fällen eine sehr umfangreiche und ausgeklügelte KI, die sich aus technischer Sicht auf einem sehr hohen Niveau befindet. Jedoch beschreiben Millington und Funge auch den Fall, dass es viele Videospiegelgenres gibt, die sich trotz neuer technischer Möglichkeiten seit Ende der 70 Jahre nicht großartig weiterentwickelt haben, da sich mit einer einfachen KI alle Spielanforderungen abdecken lassen.<sup>56</sup> So ist die Art und der Umfang der KI immer von dem gewünschten Ergebnis abhängig.

#### 4.2.2 Rollen der KI in Videospielen

Nach Laird und van Lent nimmt die KI in Abhängigkeit des Computerspielgenres verschiedene Rollen ein, die dem menschlichen Verhalten durch die Repräsentation von Wissen, individueller Ziele und Fähigkeiten entsprechen sollen.<sup>57</sup> Dabei kann die Anzahl der verwendeten Rollen eines Videospieles deutlich variieren, wobei Laird und van Lent *taktische Feinde, Partner, Nebenfiguren, strategische Feinde, Einheiten* und *Kommentatoren* zu diesen Rollen zählen.

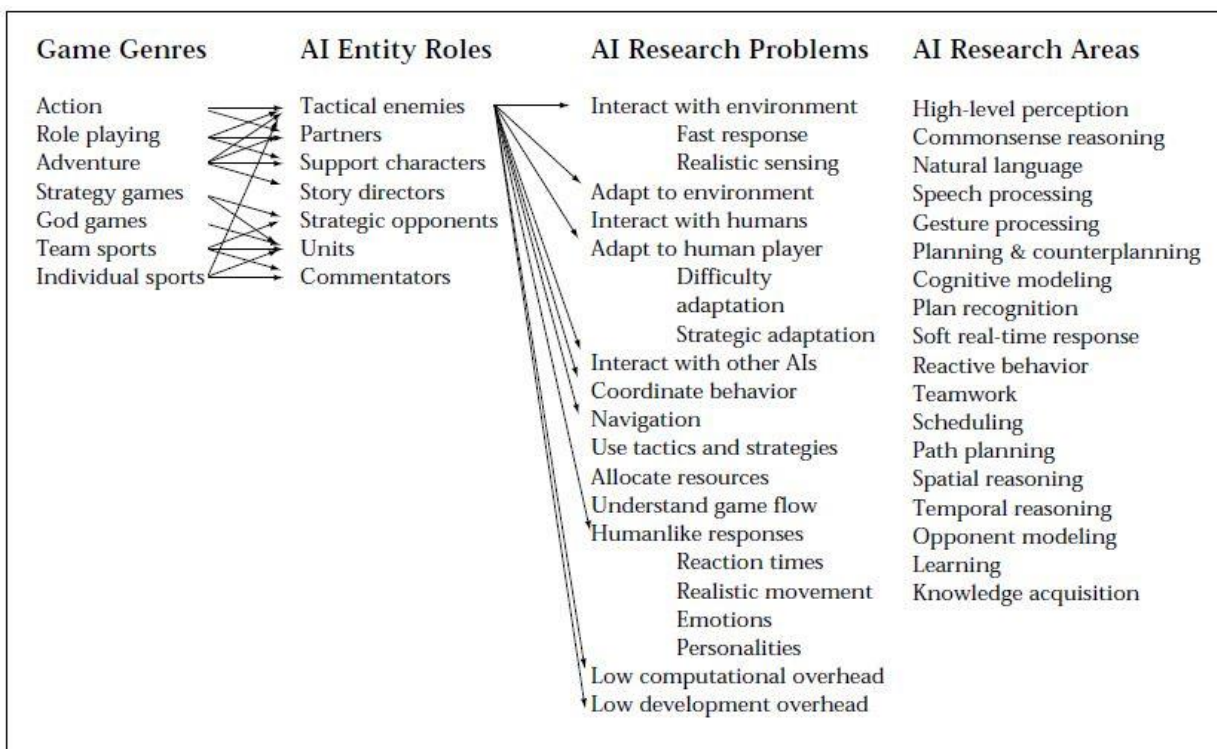


Abbildung 5: Beziehung zwischen Game Genres und Rollen der KI

<sup>56</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 8

<sup>57</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 16-25

Der folgende Abschnitt beschreibt die Rollenverteilung und die damit in Zusammenhang stehenden Aufgaben einer KI.

#### 4.2.2.1 Taktische Feinde

Die Rolle der taktischen Feinde findet sich charakteristisch in *Action-, Adventure- und Rollenspielen* sowie *Individualsport-Simulationen*.<sup>58</sup> Hierzu zählen Wettkampf-Spiele wie Wrestling, Boxen, Skating, Driving und Snowboarding, bei welchen der Spieler als einzelner Teilnehmer gegen einen oder mehrere Gegenspieler antritt.

In den Anfängen der Videospiele wurde die KI zunächst nur dafür genutzt, dass sich die Gegner in Richtung des Spielers bewegen können, um diesen zu attackieren.<sup>59</sup> Nach Laird und van Lent wurde, bevor es zu einer Verbesserung der KI kam, mit Mitteln wie größeren Geschützen, geringerer Verwundbarkeit und Überzahl der Feinde gearbeitet. Ebenfalls waren taktischen Feinde dadurch im Vorteil, dass ihre Sicht auf den Spieler uneingeschränkt war und sie durch Wände, die Rückseite ihres Kopfes oder in der Dunkelheit sehen konnten.<sup>60</sup>

Damit die Rolle des taktischen Feindes dem menschlichen Niveau möglichst nahekommt, empfehlen Laird und van Lent folgende Eigenschaften bei der Programmierung:<sup>61</sup>

**Eigenständigkeit:** Der taktische Feind sollte in jeder Situation wissen, was zu tun ist.

**Interaktion:** Die Interaktion des Gegners sollte unabhängig vom Umfeld sein. Zudem sollte er die Fähigkeiten Reaktion, Planung, Wegfindung und Schlussfolgerung besitzen, um auf eine Situation korrekt reagieren zu können.<sup>62</sup>

**Wahrnehmung:** Die Wahrnehmung sollte der menschlichen Wahrnehmung entsprechen und auch deren Schwächen berücksichtigen. Dementsprechend sollte das virtuelle Sehen der taktischen Feinde zum Beispiel auf den Winkel des menschlichen Gesichtsfeldes reduziert werden und von Faktoren wie Lichtverhältnissen und Entfernung abhängig sein. Laird und van Lent veranschaulichen dies an folgendem Beispiel:<sup>63</sup>

---

<sup>58</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 16-25

<sup>59</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 8

<sup>60</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 21 ff.

<sup>61</sup> Vgl. ebd., S. 21 ff.

<sup>62</sup> Vgl. ebd., S. 21 ff.

<sup>63</sup> Vgl. ebd., S. 21 ff.

Beim Aufenthalt des Spielers in einem dunklen Raum darf die gegnerische KI diesen nicht sofort wahrnehmen, identifizieren und orten können. Befände sich der Spieler hingegen unmittelbar vor einer hellen Lichtquelle, sollte die KI den Spieler oder dessen Kontur zwar unverzüglich wahrnehmen, ihn jedoch wegen des Gegenlichts nicht sofort identifizieren können.<sup>64</sup>

Auch das Hören der taktischen Feinde sollte sich auf eine bestimmte Entfernung oder einen Raum beschränken. In Videospielen wird die Wahrnehmung der Gegner in den meisten Fällen nur auf diese beiden Bereiche beschränkt.

**Wegfindung:** Damit sich taktische Feinde in weitreichenden Umgebungen mit Hindernissen, Sackgassen und verschiedenen Abzweigungen bewegen können, benötigen diese laut Laird und van Lent Wegfindungsalgorithmen sowie die Fähigkeit zur räumlichen und zeitlichen Koordination.

**Planung:** Die Planung der virtuellen Gegner ist notwendig, um den Schwierigkeitsgrad eines Spiels zu erhöhen. Dabei kann es sich nicht nur um die Programmierung von Taktiken, wie zum Beispiel den Zusammenschluss von Feinden handeln, sondern auch um Planerkennung und Lernen, bei dem die KI das Vorhaben des Spielers erkennt, um Strategien zu entwickeln dieses Vorhaben zu durchkreuzen.<sup>65</sup>

**Emotion:** Es kann ebenfalls überlegt werden emotionale Modelle mit einzubinden, die auf Situationen unterschiedlich reagieren, beispielsweise mit Wut oder Frustration.<sup>66</sup>

#### 4.2.2.2 Partner

Manche Videospiele stellen dem Spieler einen Partner oder Verbündeten zur Verfügung, der ihnen als Unterstützung in Kampfsituationen dient. Partner stehen häufig nur für eine begrenzte Zeit zur Verfügung. Laird und van Lent beschreiben deren benötigte Fähigkeiten wie folgt:<sup>67</sup>

**Selbstständigkeit:** Der Partner sollte unabhängig vom Hauptcharakter selbstständig handeln und kämpfen können.

**Kooperation:** Die Kooperation zwischen Spieler und Partner sollte leichtgängig und ohne Probleme funktionieren.

---

<sup>64</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 21 ff.

<sup>65</sup> Vgl. ebd., S. 21 ff.

<sup>66</sup> Vgl. ebd., S. 21 ff.

<sup>67</sup> Vgl. ebd., S. 23

**Koordination:** Der KI Partner sollte das Ziel des Menschen verfolgen, sich an dessen Spielstil anpassen, sich koordiniert Verhalten und im Team funktionieren.<sup>68</sup>

**Interaktion:** Nach Laird und van Lent müsste es deutlich mehr Kommandos geben, als derzeit verfügbar sind, die dem Partner zugewiesen werden können. Daher sollten in zukünftigen Projekten auch die Punkte Spracherkennung und Sprachverarbeitung mitberücksichtigt werden.<sup>69</sup>

#### 4.2.2.3 Hilfscharaktere

Laut Laird und van Lent haben Hilfscharaktere für gewöhnlich die am wenigsten ausgeklügelte KI.<sup>70</sup> In den meisten Fällen tragen Hilfscharaktere zum Verständnis der Geschichte oder des Geschehens bei, in der die Kommunikation eine zentrale Rolle spielt. Zurzeit stehen vorgefertigte Antworten zur Verfügung, die der Benutzer entweder durch das Auswählen von Fragen oder Schlüsselwörtern abrufen kann.

Um Hilfscharakteren eine menschenähnlichere Funktion einzuräumen, müssten diese nach Laird und van Lent in Zukunft eine deutlich ausgeprägtere KI besitzen als es bislang der Fall ist und mit der Umgebung, dem menschlichen Spieler und anderen Hilfscharakteren besser interagieren und selbstständiger handeln. In Zukunft könnte auch das Thema Sprachverständnis und Sprachgenerierung ein zunehmend wichtiges Thema sein, um die Kommunikation zwischen Spieler und Charakter zu verbessern.<sup>71</sup>

#### 4.2.2.4 Strategische Feinde

Strategische Feinde finden sich vor allem in den Genres Strategie und Mannschaftssport wieder.<sup>72</sup> Ihr Ziel ist es einen intelligenten, menschlichen Gegenspieler zu simulieren, der, ebenfalls durch die Entwicklung von Strategien, zu gewinnen anstrebt. Die Aufgaben der KI beschreiben Laird und van Lent wie folgt:<sup>73</sup>

---

<sup>68</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 23

<sup>69</sup> Vgl. ebd., S. 23

<sup>70</sup> Vgl. ebd., S. 23 f.

<sup>71</sup> Vgl. ebd., S. 23 f.

<sup>72</sup> Vgl. ebd., S. 24

<sup>73</sup> Vgl. ebd., S. 24

**Planung:** Die KI wird hierbei für den Bereich Strategieentwicklung verwendet, um einen Angriff gegen den menschlichen Spieler zu planen. Wenn möglich sollte sie laut Laird und van Lent mit Planerkennung arbeiten und gegebenenfalls mit Gegenplanung reagieren.

**Koordination:** Koordination ist bei der Beauftragung der Einheiten, welche die Strategie ausführen sollen, ein entscheidender Punkt. Sie ist nach Laird und van Lent zudem notwendig, um die Benutzung limitierter Ressourcen abzuwägen und die Produktionsplanung zu steuern.

**Menschliche Beschränkung:** Eine Beschränkung der Fähigkeiten der KI ist notwendig, um ein faires Spiel zu gewährleisten. Da der Spieler eine große Truppe aus Einheiten mit nur einer Maus steuert, beschreiben Laird und van Lent die Eingabefähigkeit des menschlichen Spielers als limitiert. Aus diesem Grund muss von der KI eine an den Menschen angepasste, verlangsamte Reaktionszeit sowie realistische Bewegungen ausgehen.<sup>74</sup>

#### 4.2.2.5 Einheiten

Einheiten sind gezwungen sich Befehlen unterzuordnen, die entweder vom Spieler selbst oder von einer KI ausgehen. Sie finden sich vorwiegend in Strategie- und Simulationsspielen. Nach Erhalten eines Befehls ist es die Aufgabe der Einheiten den Auftrag selbstständig auszuführen. Laird und van Lent stellen folgende Erwartungen an die KI der Einheiten:<sup>75</sup>

**Selbstständigkeit:** Die Einheiten sollten ein gewisses Maß an autonomem Verhalten aufweisen, wenn kein Befehl vom menschlichen Spieler oder der KI ausgeht und vernünftige Entscheidungen treffen, um bei einer gegebenen Situation korrekt handeln zu können. Sobald ein Befehl von Mensch oder KI ausgeht, hat dieser eine hohe Priorität und wird sofortig bearbeitet.<sup>76</sup>

**Wegfindung:** Da die Einheiten zu bestimmten Zielen gelangen und an Hindernissen und anderen Einheiten vorbeisteuern müssen, ist die Navigation eine sehr entscheidende Aufgabe der KI.

---

<sup>74</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 24

<sup>75</sup> Vgl. ebd., S. 24

<sup>76</sup> Vgl. ebd., S. 24

#### 4.2.2.6 Kommentatoren

Kommentatoren finden sich vorwiegend im Videospiegelgenre *Sports*. Ähnlich wie bei einer Sport-Liveübertragung nehmen sie die Rolle des Sport-Kommentators ein und beschreiben das Spielgeschehen in Echtzeit. Dafür bestehen in der Regel fertig gemischte Audiodateien, die über die KI der Situation zugewiesen werden. Laird und van Lent stellen dabei folgende Erwartungen an die KI:<sup>77</sup>

**Analyse und Verständnis:** Die KI soll das Spiel genau analysieren, Situationen und Zusammenhänge verstehen und einordnen können. Aus diesem Grund gehen Laird und van Lent davon aus, dass die KI ein sehr ausgeprägtes Verständnis für das Spiel besitzen muss sowie komplexe Planerkenntnisalgorithmen, um die Vorgänge beschreiben zu können.

**Sprache:** Die Beschreibung des Spiels muss mit natürlicher Sprache geschehen. Die Sprache kann sowohl das aktuelle Spielgeschehen beschreiben, als auch die strategischen Vorgänge des Spiels.<sup>78</sup>

#### 4.2.2.7 Schlussfolgerung

Eine sehr interessante Rolle der KI findet sich im Bereich der Kommentatoren. Hierbei wird bereits der in dieser Arbeit gewünschte Aspekt der Steuerung des Sounddesigns über eine KI erfüllt, mit dem Unterschied, dass nicht das komplette Sounddesign, sondern nur der Bereich Sprache im Vordergrund steht. Interessant wäre es diese Form einer verstehenden KI auch auf andere Spielgenres zu übertragen, bei denen nicht nur die Sprache, sondern auch Musik und Soundeffekte mit einbezogen würden, so dass Spielsituationen ein vorbestimmtes Sounddesign auslösen. Die andere Frage, die sich dabei jedoch stellt, ist, ob es effizient wäre, allein für das Sounddesign eine derart ausgeprägte KI zu implementieren. Aus diesem Grund sollte gezielt nach den gewünschten Effekten und Stilmitteln Ausschau gehalten und Abwägungen getroffen werden, wie groß der Anteil an KI letztendlich sein muss, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen.

Auch die Bereiche Planung oder Planerkennung der strategischen und taktischen Feinde wären möglicherweise ein entscheidender Faktor für das Sounddesign, wenn die Planung mit einer Ausführungszeit in Verbindung steht. Durch die Beauftragung der Einheiten könnte mit Abschluss eines Plans beispielsweise ein Soundtrack eingeleitet werden, der einen feindlichen Angriff ankündigt und die Spannung erhöht.

---

<sup>77</sup> Vgl. Laird, John E. und van Lent, Michael: Human-Level AI's Killer Application, S. 24

<sup>78</sup> Vgl. ebd., S. 24

## 4.3 Verbindung von KI und Sounddesign

Für die Umsetzung ist es wichtig das Spiel in drei Abschnitte zu unterteilen: Sensoren, KI und Action Space. Das System funktioniert grob beschrieben folgendermaßen: Sensoren stellen der KI alle nützlichen Informationen bereit. Die KI bearbeitet diese Informationen, die entweder in den Bereich *Reasoning*, *Planning* oder *Learning* fallen und gibt das Ergebnis im Anschluss an den Action Space aus, der alle für das Sounddesign relevanten Funktionen und Bedingungen enthält, worauf die Aktion folgen kann.



Abbildung 6: Ordnung der Sensoren, künstlicher Intelligenz und Action Space

### 4.3.1 Teil 1: Sensoren

Im ersten Schritt müssen Sensoren definiert werden, die den Informationsumfang bestimmen, auf den die KI zugreifen kann. Da an jedes Spiel unterschiedliche Anforderungen bezüglich des Sounddesigns gestellt werden, können die Art und der Umfang der Sensoren in jedem Spiel anders ausfallen. Sie sind daher spielspezifisch und liefern der KI das Wissen über die derzeitige Lage eines vorherbestimmten Bereichs.

Sensoren können zum Beispiel zum Heranziehen verschiedener Spieleigenschaften wie Distanz, Lebenspunkte, Anzahl der Gegner und deren Stärke verwendet werden. Die Möglichkeiten sind unbegrenzt.

Sind die gewünschten Informationen vom Wissen des Charakters abhängig, so lässt sich dieses nach Millington und Funge in die Bereiche externes und internes Wissen unterteilen:

Externes Wissen sind Informationen, die ein Charakter über das Spielumfeld besitzt. Hierzu zählen alle Bereiche der Wahrnehmung: wie die Lage der anderen Spielfiguren, der Aufbau des Levels und

welche Aktionen im Spiel aktuell vor sich gehen.<sup>79</sup> Dieser Bereich ist zum Beispiel entscheidend, um der KI die Information zu übermitteln, ob der Spieler für den Feind sichtbar ist oder nicht, oder um Auskunft über den Zustand oder das Verhalten von Charakteren zu bekommen, beispielsweise ob sich diese versteckt halten, nähern oder angreifen.

Internes Wissen gibt gemäß Millington und Funge Auskunft über den internen Zustand des Charakters, wie den Stand seiner aktuellen Lebenspunkte, seine persönlichen Aufgaben und Ziele und was er vor kurzem getan hat.<sup>80</sup>

Die Form und der Aufbau der Sensoren und das daraus resultierende Wissen, das an die KI vermittelt wird, ist von den jeweiligen Spielanforderungen abhängig, daher gibt es keine Vorschrift wie genau diese ausfallen.

### **4.3.2 Teil 2: Künstliche Intelligenz**

Die KI steht zwischen den Bereichen Information und Handeln und ist für die Informationsbearbeitung verantwortlich. Sie stellt sozusagen das Gehirn des Spiels dar. Die KI für Videospiele lässt sich in die drei Bereiche *Reasoning*, *Planning* und *Learning* unterteilen.

#### **4.3.2.1 Reasoning**

Reasoning befasst sich mit der Schlussfolgerung aus dem gegebenen Wissen. Hierzu zählt hauptsächlich der Bereich der Entscheidungsfindung. In der Gaming-Branche stellt Reasoning der wichtigste Faktor bei der Programmierung von KI dar, denn ohne eine Schlussfolgerung aus der aktuellen Situation, ist auch kein Planning oder Learning möglich.

#### **Algorithmen zur Entscheidungsfindung**

Entscheidungsfindungsalgorithmen sind dafür verantwortlich, dass eine KI bei einer gegebenen Situation die passende Entscheidung trifft, auf die eine passende Aktion folgen soll. In den meisten Fällen werden Entscheidungsfindungsalgorithmen für autonomes Verhalten benötigt.

Millington und Funge beschreiben die Funktionsweise von Entscheidungsfindungsalgorithmen wie folgt: Die KI bearbeitet einen Informationssatz, der benötigt wird, um eine Aktion zu generieren, die

---

<sup>79</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: *Artificial Intelligence for Games*, S. 293 ff.

<sup>80</sup> Vgl. ebd., S. 293 ff.



ausgeführt werden soll. Dabei stellt der Input in das Entscheidungsfindungssystem, das Wissen (basierend auf den gewählten Sensoren) dar und der Output eine Aktionsanfrage.<sup>81</sup>

Am Beispiel der taktischen Feinde ist der Algorithmus dafür verantwortlich, wie sich die gegnerischen Charaktere, bei unterschiedlichen Bedingungen zu verhalten haben, ob diese Wache stehen und auf den Feind warten, angreifen oder fliehen.

Die Entscheidungsfindung ist aber auch ein fester Bestandteil der Wegfindung, da vor jeder Bewegung entschieden werden muss, welcher Weg zu wählen ist.<sup>82</sup>

Da die Entscheidungsfindung vor jeder Aktion im Spiel steht und dadurch die Basis aller folgenden Aufgaben darstellt, ist es empfehlenswert und sinnvoll das Sounddesign mit diesem umfangreichen Aufgabengebiet zu verknüpfen, denn jede gezielte Aktion hängt zuvor von einer Entscheidung ab. Wird diese Aktion zusammen mit dem Sounddesign ausgeführt, garantiert dies ein sehr zuverlässiges Sounddesign. Die Entscheidungsfindung ist damit die Wurzel der unzähligen Möglichkeiten für eine kreative Tongestaltung. Im folgenden Abschnitt werden die für das Sounddesign wichtigsten Entscheidungsfindungsalgorithmen erläutert.

### **Hardcoded-Systems**

Das Hardcoded-System ist ein festes Regelwerk, das nach Millington und Funge Entscheidungen durch Bedingungen mittels *if* und *else* trifft, die mit Booleschen Operatoren (UND, ODER, NICHT, ect.) verknüpft werden können. Dabei stellt eine Datenbank die Information für das System bereit. Sobald eine „if“-Bedingung in der aktuell vorliegenden Datenbank eingetroffen ist, wird diese mit der entsprechenden Anweisung beantwortet.<sup>83</sup>

Nach Millington und Funge wurde dieses Verfahren eines aufgelisteten Regelwerks hauptsächlich in den 70er bis 80er Jahren verwendet. Andere Algorithmen wie Decision Trees beruhen ebenfalls auf einem Hardcoded-System, also auf If-Clauses und Booleschen Operatoren, besitzen jedoch eine effizientere Strukturierung. Aus diesem Grund stellt das Hardcoded-System aktuell mehr eine Basis für die Entscheidungsfindung dar, als ein kompletten Verfahren.

---

<sup>81</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 293 ff.

<sup>82</sup> Vgl. ebd., S. 9 f.

<sup>83</sup> Vgl. ebd., S. 433

## Decision Trees

Gemäß Millington und Funge haben Decision Trees den Vorteil, dass sie sowohl für simple als auch komplexe Anwendungen eingesetzt werden können. Sie sind leicht überschaubar und sind dafür verantwortlich, wie sich ein Charakter unter einem gegebenen Zustand verhält.<sup>84</sup>

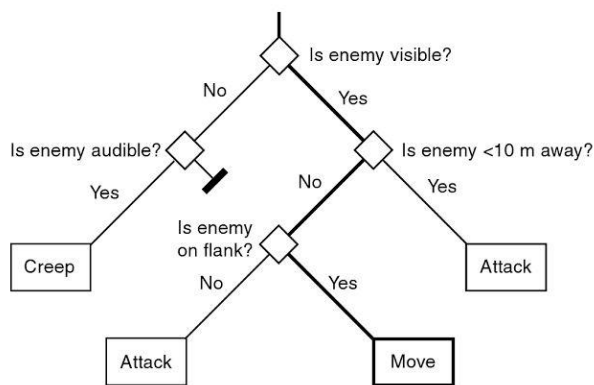


Abbildung 7: Darstellung Decision Tree

Im Decision Tree finden sich mehrere Attribute, die Wurzel des Baums ist das ausschlaggebende Attribut, das über das nachfolgende Verhalten entscheidet. Anhand des Beispiels eines taktischen Feinds beschreiben Millington und Funge folgenden Fall: Das erste Attribut für die Entscheidung lautet: „Ist der Feind sichtbar?“ Je nach dem welches Wissen die Sensoren der KI liefern, fällt die Entscheidung auf „ja“ oder „nein“. Hierbei ist zu beachten, dass der Feind des taktischen Gegners den Spieler selbst darstellt.

Diese übergeordnete Frage eröffnet neue Attribute, die dafür verantwortlich sind, ob es direkt oder auf Umwegen zu einem Angriff kommt. Die Entscheidungsfindung erfolgt ebenfalls über if-Bedingungen.

Entscheidungsbäume ermöglichen es, genaue Punkte im Spiel zu bestimmen, ab dem sich das Sounddesign verändert. Wie im oberen Beispiel, ist der Feind sichtbar. Wird die Bedingung mit Ja, beantwortet, könnte ein bestimmter Soundtrack oder ein Soundeffekt eingeleitet werden.

## Finite-State Machines

Finite-State Machines (FSM) bestehen aus verschiedenen Zuständen, denen bestimmte Aktionen zugeordnet werden. Ein Zustand wird so lange beibehalten, bis eine oder mehrere Bedingungen für einen Zustandswechsel erfüllt wurden. Darauf folgt der nächste Zustand mit seinen ihm zugewiesenen Aktionen.

<sup>84</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 295 ff.

Um dies an einem Beispiel zu verdeutlichen: So lange der Charakter in einem der Zustände ist, wird er immer die dem Zustand zugeordneten Aktionen ausführen<sup>85</sup>. Patrouilliert ein taktischer Feind, wird er so lange nach der Spielfigur Ausschau halten, bis er sie identifizieren konnte. Daraufhin geht er in den Angriffsmodus über und führt die zugehörigen Aktionen wie zum Beispiel Schießen aus. Zwar können nach Millington und Funge diese Abläufe auch über Entscheidungsbäume gelöst werden, jedoch sind FSM einfacher zu implementieren und werden in den meisten Fällen zur Generierung von Entscheidungen in Videospiele verwendet.<sup>86</sup>

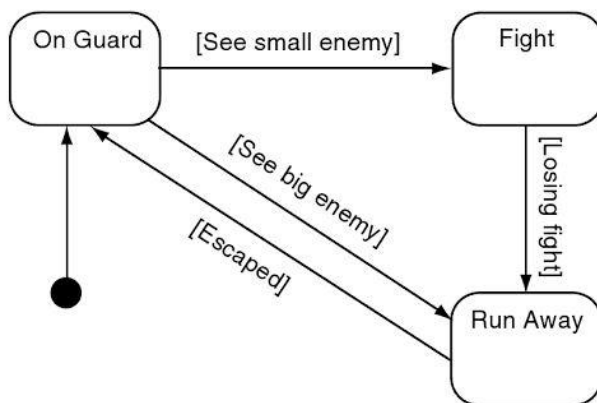


Abbildung 8: Darstellung Finite-State Machine

Eine Bedingung wird pro Zustand nur einmal ausgelöst, das heißt, wird ein erster Feind entdeckt und taucht ein zweiter kurze Zeit später auf, verändert das nicht den bereits ausgelösten Zustand des Angriffs.<sup>87</sup> Es gibt nach Millington und Funge ebenfalls die Möglichkeit Hierarchical State Machines zu programmieren, hierbei können mehrere Zustände in einem übergeordneten Zustand zusammengefasst sein.

Bei der Betrachtung der Verbindung mit dem Sounddesign, kann jedem Status eine Auswahl an möglichen Soundtracks und Soundeffekten zugewiesen werden. Dies ist eine einfache und effiziente Lösung, das Sounddesign adaptiv zu gestalten und hat den Vorteil, dass für das Sounddesign keine neue KI programmiert werden müsste, sondern die bestehende verwendet werden kann, sodass das Abspielen eines bestimmten Sounds nur in den Zustand als Aktion mit aufgenommen werden müsste.

## Behavior Trees

Behavior Trees funktionieren ähnlich wie State Machines mit dem Unterschied, dass keine Zustände, sondern Aktionen oder Bedingungen im Vordergrund stehen. Nach Colledanchise und Ögren kann ein Behavior Tree aus folgenden Elementen zusammen gesetzt sein: *Actions*, *Conditions*, *Fallbacks*,

<sup>85</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 309 ff.

<sup>86</sup> Vgl. ebd., S. 309 ff.

<sup>87</sup> Vgl. ebd., S. 309 ff.

*Sequences* und *Parallels*, welche jeweils die drei Ergebnisse „Erfolg“, „Misserfolg“ oder „in Bearbeitung“ ausgeben können.<sup>88</sup> Sie beschreiben deren Eigenschaften wie folgt:<sup>89</sup>

*Actions* gelten dann als erfolgreich, wenn diese ausgeführt werden konnten.

*Conditions* geben erst mit Eintreffen der Bedingung „Erfolg“ aus.

Fallbacks, Sequences und Parallels sind für die Art der Bearbeitung der Aufgaben verantwortlich.

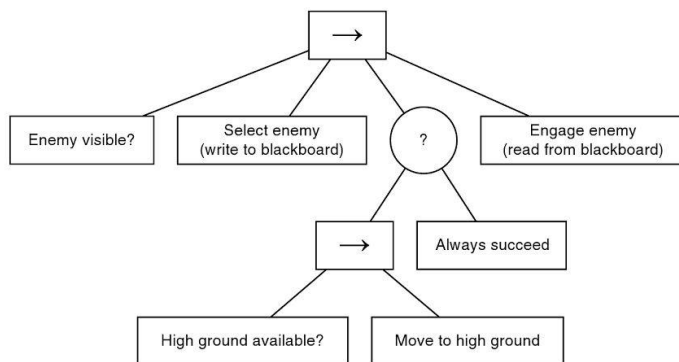


Abbildung 9: Darstellung Behavior Tree

Ein *Fallback* bedeutet, dass die Bearbeitung von links nach rechts erfolgt. Sobald ein einzelnes Kind erfolgreich war, gilt der gesamte Knoten als erfolgreich. Wenn keines der Kinder Erfolg hatte, wird „Misserfolg“ ausgegeben. Fallbacks werden in Abbildung 9 mit einem Fragezeichen dargestellt.

Bei einer *Sequence* wird nur dann die nächste Aufgabe ausgeführt, wenn die vorherige erfolgreich war. Erst wenn alle Aufgaben ausgeführt werden konnten, gilt diese als erfolgreich. In Abbildung 9 sind Sequences mit einem Pfeil gekennzeichnet.

*Parallel* bedeutet, dass mehrere Aufgaben gleichzeitig ausgeführt werden. Wenn eines der Kinder Erfolg hat, besitzt der Knoten den Status „Erfolg“. Sobald alle Kinder „Misserfolg“ ausgeben, liefert dieser „Misserfolg“.<sup>90</sup>

Zwar gibt es bekannte Spiele, die Behavior Trees für die Entscheidungsfindung verwenden, dennoch sind Millington und Funge der Ansicht, dass es schwierig sein kann, diese gut und effizient zu strukturieren, daher stellen diese nicht immer eine optimale Lösung zum Treffen von Entscheidungen dar.<sup>91</sup>

Es ist möglich Behavior Trees mit dem Sounddesign zu verknüpfen, allerdings kommt diese Form der Entscheidungsfindung in der Regel nicht so häufig vor wie andere Algorithmen. Es ist möglich,

<sup>88</sup>Vgl. Colledanchise, Michele und Ögren, Petter: How Behavior Trees Modularize Hybrid Control Systems and Generalize Sequential Behavior Compositions, the Subsumption Architecture, and Decision Trees, S. 372-389

<sup>89</sup>Vgl. ebd., S. 372-389

<sup>90</sup> Vgl. ebd., S. 372-389

<sup>91</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 334

beispielsweise über Sequences nach Erfüllen einer Bedingung das Abspielen eines Sounds zu ermöglichen, allerdings sind Behavior Trees nicht die einfachste und effizienteste Lösung bei der Verbindung mit dem Sounddesign.

## **Fuzzy Logic**

Bei Fuzzy Logic wird zunächst eine Zugehörigkeitsfunktion benötigt, durch die es ermöglicht wird einer Situation den richtigen Zustand zuzuordnen.<sup>92</sup> Zugehörigkeitsfunktionen bestehen aus mindestens zwei sich überschneidenden Funktionen und haben die Besonderheit, dass diese zu jedem Zeitpunkt bei Addition den gleichen Funktionswert besitzen. Häufig werden Funktionswerte zwischen 0-1 aufgrund der Überschaubarkeit gewählt, da sich diese einfach auf eine prozentuale Rechnung umstellen lassen.

Nach Millington und Funge stellt der Input einen Wert dar, der sich aus einer aktuellen Situation im Spiel ergibt und welcher einer Zugehörigkeitsfunktion zugeordnet wird. Dieser Wert entscheidet über den aktuellen Zustand. Um dies an einem Beispiel zu verdeutlichen: Liegt die Munition bei 0, so bedeutet dies der Zustand ist zu 100% leer und zu 0% voll. Addiert man die Werte der Zustände, erhält man den Wert 1.<sup>93</sup>

Der Output der Funktion ist ein Wert, der sich in einen vorherbestimmten Wertebereich einordnen lässt und dem über Regeln, wie im Beispiel des Hardcoded-Systems über if-Bedingungen und Boolesche Operatoren, eine Aktion zugewiesen wird. Diesen Vorgang bezeichnen Millington und Funge als Defuzzification.<sup>94</sup>

Diese Vorgehensweise wird nach Millington und Funge in mehreren Videospiele verwendet.

Zugehörigkeitsfunktionen wären eine sehr interessante Lösung für das Sounddesign. So könnte eine Zugehörigkeitsfunktion Einfluss auf den Pegel in Abhängigkeit von einem bestimmten Zustand nehmen. Dies ist besonders interessant für Spiele, die mehrere Statusanzeigen besitzen. Zum Beispiel könnte die Gesundheit des Charakters in Abhängigkeit zum Pegel eines Alarms stehen. Läge die Gesundheit bei 1 so würde der Pegel des Alarms bei 0 % liegen. Läge die Gesundheit beispielsweise bei 0,2 so wäre der Pegel des Alarms zum Beispiel bei 80 %. Dementsprechend könnte man spezielle Funktionen für das Sounddesign aufstellen.

---

<sup>92</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 381 f.

<sup>93</sup> Vgl. ebd., S. 381 f.

<sup>94</sup> Vgl. ebd., S. 371-384

## Utility-Based Systems

Utility-Based Systems tragen zur Entscheidungsfindung bei, in dem mehrere veränderliche Zustände die Entscheidung beeinflussen. Im ersten Schritt muss für jede mögliche Zustandsveränderung eine Funktion sowie ein Wertebereich festgelegt werden.<sup>95</sup>

In seinem Vortrag *Improving AI Decision Modeling Through Utility Theory* auf der GDC 2010 erläuterte Dave Mark die Wichtigkeit bei der Wahl einer geeigneten Funktion, deren Aufbau je nach Verwendungszweck zum Beispiel binär, linear, quadratisch, exponentiell oder S-förmig sein kann.<sup>96</sup>

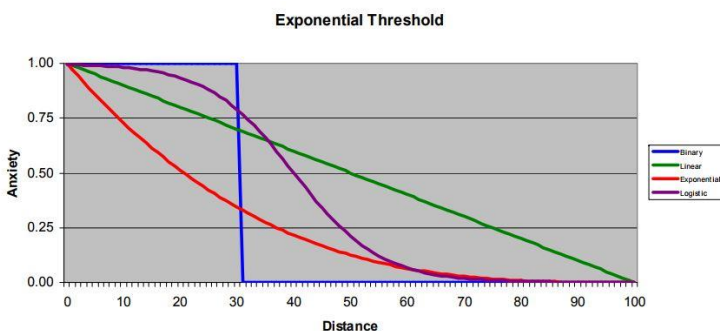


Abbildung 10: Darstellung möglicher Utility-Funktionen

In Marks Beispiel siehe Abbildung 10 steht die Angst des Gegners in Abhängigkeit zur Distanz des Spielers. Die Wahl der binären Form wäre nach Mark in diesem Fall äußerst ungeschickt, da der Spieler ab einem Threshold von ca. 30 Fuß plötzlich Angst verspüren würde, auch wenn er den Gegner schon vorher wahrnahm.

Binäre Funktionen können jedoch unter anderen Verhältnissen, in denen nur zwei Zustände benötigt werden, sehr geeignet sein.

Utility-Based Systems bestehen in der Regel aus mehreren Funktionen, die unterschiedliche Zustände beschreiben und verschiedene Formen annehmen können. Dies ist besonders hilfreich, wenn mehrere variierende Faktoren die Entscheidungsfindung beeinflussen. Aus diesem Grund fließen alle Funktionen mit teilweise unterschiedlichen Gewichtungen in die Berechnung mit ein. Das aus allen Umständen resultierende Ergebnis sollte die derzeit bestmögliche Abwägung beim Treffen von Entscheidungen darstellen. Das Ergebnis ist ein Wert, dem eine Aktion zugeordnet wird.

Um Utility-Functions für das Sounddesign zu verwenden, sollten die Ergebnisse einer Situation in Wertebereiche eingeteilt werden, wobei jeder Wertebereich seinen eigenen Soundtrack besitzt. Dies ist besonders hilfreich, um Phasen zu definieren, wenn das Sounddesign dem Filmsounddesign ähnlicher werden soll.

<sup>95</sup> Vgl. Mark, Dave: *Improving AI Decision Modeling Through Utility Theory*, GDC 2010

<sup>96</sup> Vgl. ebd.

Utility-Functions könnten zum Beispiel dafür genutzt werden, um die prozentuale Gefahr einer Situation darzustellen. Dabei könnte es zum Beispiel mehrere Funktionen für die Anzahl, Stärke und Distanz der Gegner geben, die miteinander verrechnet werden. Der daraus resultierende Wert wird in einen Wertebereich eingeordnet und bestimmt die Gefahr der Situation, der eine bestimmte Musik zugewiesen wird. Utility-Based Systems eröffnen dem Game Sound Design somit komplett neue Wege und Möglichkeiten.

### **Schlussfolgerung**

Die hier beschriebenen Algorithmen erheben keinen Anspruch auf Ganzheit im Bereich Game Reasoning, da es noch weitere Systeme für die Entscheidungsfindung gibt, die nicht in diesem Kapitel beschrieben wurden. Dennoch weisen die hier behandelten Algorithmen die beste Eignung für die Verbindung mit dem Game Sound Design und der Umsetzung im Action Space auf.

Für das in dieser Arbeit gewünschte Ergebnis und ein besonders interaktives Konzept eignet sich vor allem die Verwendung eines Utility-Based Systems, das speziell für das jeweils gewünschte Sounddesign konzipiert werden muss.

In anderen Fällen, in denen ein adaptives Sounddesign gewünscht wird, jedoch die Zeit für die Programmierung einer eigenen KI für das Sounddesign fehlt, empfiehlt es sich das Sounddesign in eine bestehende KI einzufügen. Besonders gut lässt sich dies bei einer bestehenden FSM lösen, bei der den möglichen oder übergeordneten Zuständen des Spiels, wie zum Beispiel Angriff oder Anschleichen, mehrere Soundtracks zugewiesen werden können.

Aufgrund der hohen Zuverlässigkeit, ist es sehr sinnvoll das Sounddesign mit dem Bereich Reasoning zu verknüpfen.

#### **4.3.2.2 Planning**

In der Videospiele-Brache lässt sich der Bereich Planning in die Kategorien *Welthypothese* und *Opponent Modelling* unterteilen.

#### **Welthypothese**

Die Welthypothese befasst sich mit der Physiksimulation, wie einfache Objekte in der Zukunft aussehen könnten. Bezogen auf Videospiele wird diese Voraussage besonders in den Genres Sports und Action benötigt, um zu berechnen zu welcher Zeit und an welchem Ort ein Ball oder ein Projektil

auftritt.<sup>97</sup> Eine andere mögliche physikalische Voraussage wäre zu welcher Zeit sich ein taktischer Feind an einem bestimmten Ort aufhalten muss, um den Spieler abzugeben. Mit Hilfe dieses Wissens können gegnerische Charaktere angemessen und intelligent, beispielsweise durch die Veränderung der Position oder des Verhaltens, reagieren.

Für das Sounddesign wäre es interessant den Vorsprung, der durch die Voraussage gegeben ist, auszunutzen. Je nachdem wie lange die berechnete Zeit für das Eintreffen eines Ereignisses ist, könnte im Action Space ein entsprechendes Sounddesign eingeleitet werden.

Bei der Wahl einer parallelen Musikform, bei der die KI die Lautstärkeautomation übernimmt, könnte der Action-Space vor dem Beginn eines Kampfes den Pegel der einzelnen Spuren stark reduzieren, so dass der Kontrast von leise zu laut vor einer Kampfsituation gegeben ist, um den Kontrast beim Aufprall des ersten Projektils zu erhöhen. Nach Beginn des ersten Schusses, zum Beispiel, der in voller Wirkung zur Geltung kommen kann, da in der Mischung keine Musik zu hören ist, könnte die Musik mit einem schnellen Fade In wieder eingeleitet werden, sodass ein zweiter Kontrast in der Komplexität von leer zu voll plötzlich gegeben wäre.

Dieser Effekt sollte jedoch zu bedachten Zeitpunkten und nicht zu oft gewählt werden, da er bei mehreren Gegnern und zahlreichen Schüssen seine Wirkung verlieren und abgenutzt klingen würde. Auch ist eine hundertprozentige Genauigkeit nicht unbedingt gegeben, wenn weitere zufällige und ungeplante Parameter Einfluss auf die Situation nehmen, wie zum Beispiel das nicht voraussehbare Verhalten des Spielers. Die Genauigkeit der Voraussage hängt zudem von der Programmierung und teilweise auch von zufälligen Ereignissen ab.

## **Opponent Modelling**

Opponent Modelling beschäftigt sich mit der Strategieentwicklung von taktischen und strategischen Feinden. Die Aufgaben erstrecken sich hierbei über mehrere Bereiche, die in Kombination auftreten können. Angefangen von einer taktischen Wegplanung über die gesamte Koordination von Einheiten. Millington und Funge beschreiben die Aufgabenbereiche daher wie folgt:

**Pathfinding:** Das taktische Pathfinding ist notwendig, um schnell und effizient an das gewünschte Ziel zu gelangen. Um zusätzlichen Schutz oder Deckung von der Umgebung zu erhalten, sucht die KI nach geeigneten und vorteilhaften Waypoints. Waypoints sind Örtlichkeiten, die sich in unterschiedlichen Situationen durch verschiedene Vorteile und Funktionen auszeichnen können.

---

<sup>97</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 120 f.



Beispielsweise können sie als Verstecke, Ruheorte, schnelle Rückzugsorte oder Aussichtspunkte für Scharfschützen dienen.<sup>98</sup> Dabei befasst sich die KI nicht nur mit dem Finden eigener Wegpunkte, sondern kann auch taktische Waypoints des Spielers feststellen, wenn sich dieser über längere Zeit an den gleichen Orten aufhält, so können Algorithmen auswerten, ob eine Strategie hinter dem Verhalten des Spielers steht.<sup>99</sup>

**Analyse:** Die taktische Analyse findet sich nach Millington und Funge vorwiegend in RTS-Games und militärischen Simulationen. Mithilfe von Influence Maps können Karten erstellt werden, mit denen die KI Einsicht über die derzeitige militärische Lage bezogen auf die Örtlichkeiten bekommt. Je nach Taktik und Angriff können verschiedene Faktoren für die Analyse berücksichtigt und kombiniert werden. Millington und Funge erwähnen beispielsweise die Lage und Sicherheit einer militärischen Basis, die Aufstellung der Einheiten, die finanzielle Lage, das Wetter, und viele weitere Faktoren.<sup>100</sup> Dabei wird das Gebiet und die Karte in mehrere Rechtecke unterteilt und jedem Rechteck wird eine Wertigkeit zugewiesen. Die Karte dient der KI zum Überschauen der Situation, Umgehen mit der eigenen militärischen Lage sowie der Planung gegen den Spieler, indem gezielt durch die Karte aufgezeigte Schwachstellen des Spielers von der KI angegriffen werden.<sup>101</sup>

**Koordination:** Für die Koordination bedarf es einer Zusammensetzung aus verschiedenen Bereichen. Dementsprechend wird im Vorfeld eine Strategie benötigt, die beispielsweise aus Ergebnissen der taktischen Analyse eine Entscheidung liefert. Darauf folgt die Umsetzung der Planung.<sup>102</sup> Diese Strategieentwicklung ist notwendig zum Koordinieren einer gesamten Gruppe bestehend aus Einheiten. Dabei besitzt zwar nach Millington und Funge jede Einheit ihre eigene KI bezüglich der Entscheidungsfindung und Wegplanung. Jedoch sind ihre Entscheidungen der strategischen KI untergeordnet und dienen dazu, das vorgeschriebene Ziel zu erreichen.<sup>103</sup>

Interessant wäre es Angriffe, die von der KI ausgehen zu verzögern, damit das Sounddesign eingeleitet werden kann. In den meisten Fällen ist es jedoch so, dass sich das Sounddesign nach dem Spiel richtet und nicht das Spiel auf das Sounddesign abgestimmt wird.

---

<sup>98</sup> Vgl. Millington, Ian und Funge, John: Artificial Intelligence for Games, S. 494 f.

<sup>99</sup> Vgl. ebd., S. 512 f.

<sup>100</sup> Vgl. ebd., S. 519 f.

<sup>101</sup> Vgl. ebd., S. 524

<sup>102</sup> Vgl. ebd., S. 560

<sup>103</sup> Vgl. ebd., S. 10

### 4.3.2.3 Learning

Nach Millington und Funge wird das Lernen in Spielen hauptsächlich dafür verwendet, um die KI an den Spieler anzupassen. Das heißt, es werden Muster aus dem Spielverhalten erkannt und die KI kreiert gezielt Gegner, um die Herausforderung des Spiels aufrecht zu erhalten.<sup>104</sup> Der Bereich Learning mit Hilfe von KI erstreckt sich über unzählige Bereiche. Daher wird in diesem Kapitel eine lernende KI für Videospiele auf die Bereiche *Case Based Reasoning* und *Learning from Demonstration* beschränkt.

#### Case Based Reasoning

Case Based Reasoning hat zum Ziel aus vergangenen Erinnerungen zu lernen, was in zukünftigen Spielen geschieht. Es ist demnach Lernen aus Erfahrung. Hierbei erkennt die KI beispielsweise ein Spielmuster des Spielers und kann aus vergangenen Erfahrungen voraussagen, was er als nächstes tun wird.

Für das Sounddesign bedeutet dies, dass die Voraussage des Spielverhaltens zum Einleiten eines Soundtracks verwendet werden könnte, da zum Beispiel aus der KI hervorgeht, dass der Spieler gleich angreifen wird, so dass die KI aus Gewohnheiten des Spielers eine Voraussage ableitet, was dieser als nächstes tun wird.

Oder die KI lernt selbst durch Bewertungen des Spielers, wann das Sounddesign passend war und wann nicht und reagiert mit einer Anpassung auf die Bewertung. Dieser Gedanke ist jedoch schon weit in der Zukunft und der Programmieraufwand sehr hoch.

#### Learning from Demonstration

Das Ziel bei Learning from Demonstration ist es eine KI zu erhalten, die Verhalten analysiert und versteht, so dass diese aus dem betrachteten Sachverhalt Rückschlüsse ziehen kann und das Gelernte eigenständig anwenden kann. Ein Beispiel hierfür wäre eine KI, die das Komponieren durch Beobachtung des Komponisten erlernt, oder das Einfügen von Sounds an der geeigneten Stelle durch die Beobachtung des Sounddesigners.

Vom aktuellen technischen Stand aus betrachtet, ist diese Vorgehensweise mit einem sehr hohen zeitlichen Aufwand und Risiko verbunden, wenn eine KI kreative Prozesse durchführen muss.

---

<sup>104</sup>Vgl. Millington, Ian und Funge, J.: *Artificial Intelligence for Games*, S. 579

### 4.3.3 Teil 3: Action Space

Der Action Space enthält alle wichtigen Bedingungen und Informationen für das Sounddesign. Er ist demnach das virtuelle Mischpult der Engine und bestimmt wie sich das von der KI ausgelöste Audiomaterial zu verhalten hat. Zuvor muss jedoch definiert werden, welche Funktionen das virtuelle Mischpult der Engine besitzen soll.

Im Fall der Übergangsform müssen im Action Space die Übergangzeitpunkte sowie die Länge der Fades bestimmt werden. Wenn die KI bestimmt, dass der nächste Soundtrack abgespielt wird, bestimmt der Action Space, wann genau dies geschieht, beispielsweise erst nach Beenden des Takts.

Bei der parallelen Form übernimmt der Action Space beispielsweise die Lautstärkeautomation sowie das Ein- und Ausblenden von Spuren. Sollte der Kontrast Stille vor einer Actionszene umgesetzt werden, bei dem alle Spuren langsam ausgeblendet werden, muss vorher deutlich sein, ob genug Zeit vorhanden ist, das entsprechende Stilmittel einzuleiten.

So ist jeder ausgelöste Effekt mit Bedingungen verbunden, die im Action Space erfüllt sein müssen.

## 5 Praktisches Anwendungskonzept

In diesem Kapitel werden zwei verschiedene Umsetzungskonzepte bei der Verbindung von KI und Videospelmusik beschrieben. Da diese Kombination zahlreiche Möglichkeiten bietet, beschränkt sich das praktische Beispiel auf den Bereich Musik in Anlehnung an das Filmsounddesign. Es folgen zwei Beispiele mit unterschiedliche Videospiel- und Musikgenres.

### 5.1 Beispiel 1

#### Ausgangssituation

Das erste Konzept (siehe Anhang) beruht auf einem bekannten RPG. Im gewählten Ausschnitt befindet sich der Spieler unter freiem Himmel, in einer mittelalterlichen Umgebung und durchläuft dabei mehrere Kämpfe mit taktischen Feinden. Der Soundtrack ist klassisch, ruhig und sehr zurückhaltend in der Mischung. Im Gegensatz hierzu stehen die Soundeffekte durch ihren hohen Pegel deutlich im Vordergrund und überdecken die Musik stark.

#### Ziel

Bei Betrachtung der Vertonung von Filmen, findet sich in den meisten Fällen während eines Kampfes eine ausgewogene Mischung zwischen Musik und Soundeffekten. Dabei kommen beide Elemente gut zur Geltung. Auch wäre es wünschenswert der Musik eine antreibende Funktion für Spieler und Zuschauer zu geben und diese mit der Situation zu ändern. Aus diesem Grund sollte das Spiel zunächst in mehrere Phasen unterteilt werden, die unterschiedliche Musikstücke mit verschiedenen Spannungswirkungen einleiten und somit den emotionalen Wert steigern.

#### 5.1.1 Vorgehensweise

##### 5.1.1.1 Schritt 1: Wahl der Sensoren und Einteilung in Phasen

Für jeden Feind muss die Distanz zum Spieler und die Sichtbarkeit des Spielers ermittelt werden. Während sich die Entfernung des Gegners zum Spieler innerhalb eines Zahlenbereiches befindet, kann die Sichtbarkeit nur zwei Zustände annehmen: 0 für *nicht sichtbar* und 1 für *sichtbar*. Der Spieler gilt für den Feind als sichtbar, sobald sich dieser in dessen Wahrnehmungsbereich befindet.

Die Sensoren müssen folgende Werte an die KI liefern: Die Distanz jedes Gegners zum Spieler und die Sichtbarkeit des Spielers für jeden Feind.

**Phase 1:** Erkundungs- und Ruhephasen. Dies bedeutet für die Sensoren, dass der Spieler für den Feind nicht sichtbar oder in ausreichender Entfernung ist, so dass keine Gefahr besteht.

**Phase 2:** Der Feind ist nahe. Das Sounddesign wird eingeleitet, sobald der Feind den Spieler wahrnimmt und ein Entfernungsgrenzwert unterschritten wurde.

**Phase 3:** Nahkampf. Der Spieler ist für den Feind sichtbar. Die Distanz zwischen Spieler und Gegner wurde noch weiter reduziert, so dass ein Kampf unvermeidbar ist.

**Phase 4:** Erfolg. Der Spieler hat alle Gegner in der Umgebung besiegt.

#### 5.1.1.2 Schritt 2: KI

Um die Phasen mit Hilfe der gewählten Sensoren zu definieren und ihnen den passenden Soundtrack zuzuweisen, sollte die KI den Bereich Reasoning übernehmen. Denkbar wäre ein Ansatz mit einer Utility-Function und Hardcoded Rules.

In seinem Vortrag auf der GDC erwähnte Dave Mark 2010 ein Beispiel für eine Utility-Function, welche die Angst des Gegenspielers in Abhängigkeit von der Distanz zum Spieler darstellt.<sup>105</sup> In dem hier gewählten Beispiel ist die Spannung der Situation von der Distanz zwischen Spieler und Gegner abhängig. Die gewählte Exponentialfunktion lautet:

$$f(x) = a * e^{-0,03x}$$

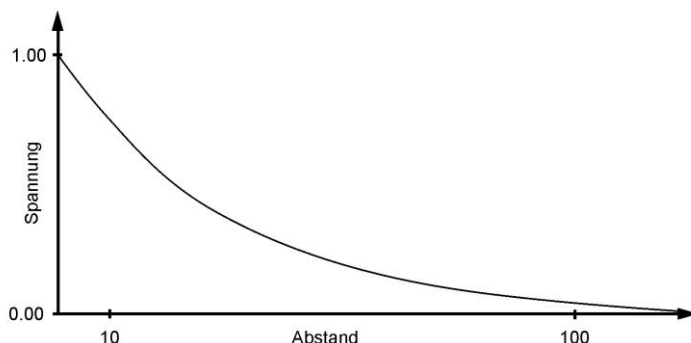


Abbildung 11: Utility-Function für das Sounddesign

<sup>105</sup> Vgl. Mark, Dave: Improving AI Decision Modeling Through Utility Theory

Dabei stellt  $f(x)$  die Spannung für den Spieler in Abhängigkeit zur Distanz  $x$  (in Meter) dar.

So dass gilt  $f(0) = 1$  Ist der Abstand 0 so beträgt die Spannung 100 %.

Und  $f(100) = 0,05$  Bei ausreichendem Abstand beträgt die Spannung etwa 0%.

Diese Funktion muss für jeden Feind aufgestellt werden. Zu dem Ergebnis sollte die Variable  $a$ , die die Sichtbarkeit des Spielers für den Gegner beschreibt, multipliziert werden. Diese Variable kann dabei nur zwei Zahlenwerte (0 für nicht sichtbar oder 1 für sichtbar) annehmen.

Um die Phasen für die Gegner zu definieren, sollten diese in Wertebereiche unterteilt werden.

Phase 1 gilt, wenn  $f(x)$  zwischen 0 und 0,30 liegt. Dann ist der Spieler entweder nicht sichtbar oder noch mindestens 40 Meter entfernt. Phase 2 gilt, sobald  $0,30 \leq f(x) \leq 0,95$ . Der Spieler ist sichtbar und unter 40 Meter entfernt. Phase 3 wird eingeleitet, wenn  $f(x) > 0,95$  und ein Abstand von 1,7 Metern zum Gegner unterschritten wird. Ab hier wird die Phase als Nahkampf tituliert. Diese Phase wird erst aufgehoben, wenn der Feind besiegt oder der Spieler sich mehr als 3,5 Meter vom Gegner entfernt hat, so dass  $f(x) < 0,90$  und Phase 2 darauf eingeleitet wird. Sind alle Feinde besiegt, wird Phase 4 eingeleitet und kurz darauf wieder Phase 1. Da die Funktion für jeden Feind aufgestellt werden muss, gilt immer der Funktionswert des Feindes, der aktuell die geringste Distanz zum Spieler besitzt.

### 5.1.1.3 Schritt 3: Action Space

Für den Soundtrack wurde die Übergangsform gewählt, so dass jeder Phase mindestens ein Musikstück zugewiesen wird. Je größer die Auswahl der pro Phase zur Verfügung stehenden Musikstücke, desto abwechslungsreicher ist das Sounddesign.

In Anlehnung an Phillips Analyse bezüglich des Musikgenres von RPGs wird das Genre Elite und klassische Musik gewählt. Alle Musikstücke sollten, da unklar ist wie lange eine Phase andauert, in Schleife abgespielt werden können.

**Phase 1:** Erkundungs- und Ruhephasen. Verwendung von Streichern und Chören mit einer ausgewogenen Frequenzverteilung.

Startzeitpunkt: Zu Anfang des Musikstücks.

Übergangszeitpunkt: Sofortig, so dass unmittelbar mit der neuen Phase auch die dazugehörige Musik eingeleitet werden kann. Dies ist notwendig, da es in RPGs sobald Sichtkontakt zwischen Gegner und Spieler gegeben ist, auch in der Regel schnell zu einem Kampf kommt.

**Phase 2:** Der Feind ist nahe. Hierfür wurden zwei mögliche Musikstücke konzipiert, die sich von der Instrumentierung sehr ähnlich sind. Beide Musikstücke enthalten hohen Streicher, tiefe Männerchöre, Bass und Percussions. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem Aufbau. Während Musikstück 1 Kontraste in der Dynamik und in der Komplexität aufweist, zeichnet sich Musikstück 2 durch eine starke Regelmäßigkeit aus.

Beide Musikstücke können im Action-Space gleichbehandelt werden.

Startzeitpunkt: Zu Anfang.

Übergangszeitpunkt: Zu jedem Taktschlag, so dass die Rhythmik erhalten bleibt und dennoch ein schneller Wechsel zur nächsten Phase geschehen kann.

**Phase 3:** Nahkampf. Verwendung von stark perkussiven Elementen und tiefen Männerchören. Die Mischung ist auf den Bass der Drums fokussiert, um Spannung zu erzeugen.<sup>106</sup>

Startzeitpunkt: Zu Anfang.

Übergangszeitpunkt: Zum Ende des Takts, da aufgrund der starken Rhythmik Schläge als zusammengehörig wahrgenommen werden. Um die Wirkung zu erhalten, sollte daher erst nach Beenden des angefangenen Taktes überblendet werden.

**Phase 4:** Erfolg. Es folgt ein kurzes Pausieren der Musik. In diesem Beispiel setzt die Musik sieben Sekunden lang aus, bis Phase 1 wieder eingeleitet wird.

### **Gewählte Kontraste**

**Dynamik:** Das Musikstück aus Phase 3 besitzt verglichen mit den anderen Musikstücken den lautesten Pegel. Nach Beenden des Nahkampfes folgt eine kurze Phase der Stille in der Musik. Auch der erste Soundtrack der zweiten Phase verwendet Kontraste in der Dynamik.

**Frequenz:** Dieser Kontrast ist durch die Verwendung von hohen Streichern und tiefen Bässen gegeben.

**Klangeinsatz:** Es ist sowohl ein weicher Klangeinsatz durch die Verwendung von Chören gegeben als auch ein harter durch starke Percussions. Zudem gibt es sowohl perkussive als auch nicht perkussive Passagen.

---

<sup>106</sup> Vgl. Brauch, Mario: Das Sounddesign im deutschen Spielfilm, S. 240 f.

**Komplexität:** Ein Kontrast in der Komplexität ist besonders beim Übergang von Phase 3 auf Phase 4 gegeben sowie von Phase 4 auf Phase 1.

**Melodie:** Die Verwendung einer steigenden Melodie findet sich im ersten Musikstück der zweiten Phase.

### 5.1.2 Ergebnisse und Wirkungen in den Fokusgruppen

Für die Fokusgruppen wurden acht Teilnehmer herangezogen, die einen Großteil ihrer Freizeit mit Gaming verbringen. Die Teilnehmer wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Ihnen wurde der oben beschriebene Spielausschnitt mit Hilfe von zwei Videos mit identischem Bildinhalt, jedoch unterschiedlichem Sounddesign präsentiert. Zuerst folgte das Original, anschließend die überarbeitete Version, die eine Simulation einer funktionstüchtigen KI darstellte. Dabei kam es zu folgenden Ergebnissen der emotionalen Wirkung:

- Die Teilnehmer empfanden die Gefahr und bedrohliche Lage beim überarbeiteten Sounddesign deutlich stärker als beim Original.
- Ebenfalls nahmen alle Teilnehmer eine Steigerung des Unterhaltungswerts beim Zuschauen wahr und beschrieben die starken Percussions während des Nahkampfes als belohnend und antreibend, so dass der Spieler bevorzugt den Nahkampf sucht.
- Als nachteilig wurde empfunden, dass die starken Drums die Soundeffekte im Nahkampf abschwächen würden.
- Besonders in RPGs könnte es die Spielzeiten verlängern, wenn sich mehrere Variationen im Sounddesign finden.
- Durch den Aufbau dient das Sounddesign dem Spieler als zusätzliche Informationsquelle, in dem er die aktuelle Bedrohungslage besser einordnen kann. Die Testpersonen bewerteten diesen Effekt als gut, wenn sich der Feind unversteckt in der Nähe aufhält. Sollte sich ein Gegner jedoch absichtlich verstecken, würde dies der Situation den Überraschungseffekt nehmen.
- Alle Teilnehmer stellten bei der Überarbeitung des Sounddesigns eine Aufwertung der Spielqualität fest.



### **5.1.3 Schlussfolgerung**

Der Aufbau der adaptiven Musik in Kombination mit KI in dieser Form besitzt zwei Funktionen: Sie dient zur auditiven Ausschmückung des visuellen Inhalts und dient als Gefahrensignal, um den Spieler zu warnen, dass ein Gegner in der Nähe ist.

Dies kann von Vorteil sein und dem Spieler mehr Zeit zur Vorbereitung verschaffen, kann jedoch nach den Ergebnissen der Fokusgruppe auch den Überraschungseffekt zerstören, sollte sich ein Gegner absichtlich verstecken.

Durch die Aufteilung der Distanz in Phasen kann das Game Sound Design dem Filmsounddesign deutlich näherkommen. In dem hier gewählten Beispiel wurde die Musik in nur vier Phasen unterteilt, jedoch lassen sich filmische Actionszenen häufig in noch weitere Phasen unterteilen, wie in Kapitel 3.3 beschrieben. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass das Game Sound Design je nach Wunsch und Umfang auch mit einem geringen Aufwand um weitere Phasen ergänzt werden kann.

Die Verbindung des Sounddesigns mit einer KI bietet auch noch unzählige weitere Möglichkeiten. In der Fokusgruppe trat zum Beispiel auch der Wunsch auf, durch die Musik die Stärke des kommenden Gegners mitzuteilen. Hierfür könnte das Utility-Based System erweitert werden. Das hier abgebildete Beispiel besteht aus nur einer Funktion und stellt damit eine starke Vereinfachung dieses Systems dar. So könnten bei einer noch ausgereifteren Variante mehrere Funktionen aufgestellt werden, die unter anderem die Stärke oder Anzahl der Feinde beschreiben und von der KI verrechnet werden.

Da RPGs oft ähnlich funktionieren, ließe sich dieses Konzept in vergleichbarer Weise auch auf andere RPGs übertragen. Jedoch variiert hier häufig die benötigte Kampfzeit oder das Verhalten des Charakters oder der Gegner.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Form des Aufbaus eines dynamischen Sounddesigns zu einer deutlichen Steigerung der immersiven Wirkung führt und durchaus eine denkbare Option für zukünftige Projekte darstellt.

## **5.2 Beispiel 2**

### **Ausgangssituation**

Das zweite Videospiel (siehe Anhang) ist eine studentische Produktion der HdM von Andreas Burkard aus 2017 und fällt in das Genre Platformer. Dabei befindet sich der Spieler in einem postapoka-

lyptischen Schauplatz und muss sich durch Katakomben- oder Wüstenlandschaften bewegen und verschiedene Gegner besiegen. Die Besonderheit des Spiels ist die zufällige Generierung des Aufbaus der Level und der Figuren. Beim Soundtrack handelt es sich um einen linearen, selbst komponierten und produzierten Heavy Metal Song, der passend zu einem postapokalyptischen Setting gewählt wurde.

## **Ziel**

Im folgenden Beispiel wird versucht aus einem linearen Song ein adaptives Konzept mit Hilfe von KI zu gestalten, so dass der Song zwar auf Interaktion reagiert, dabei jedoch das eigentliche Gefühl der Musik erhalten bleibt.

### **5.2.1 Vorgehensweise**

#### **5.2.1.1 Schritt 1: Wahl der Sensoren und Einteilung in Phasen**

Da das Spiel und die Kämpfe eine deutlich schnellere Spielgeschwindigkeit besitzen als im vorherigen Beispiel, was jedoch typisch für das Genre Platformer ist, wird das Spiel in nur zwei Phasen unterteilt.

**Phase 1:** Kein Feind sichtbar

**Phase 2:** Mindestens ein Feind ist sichtbar

Da in Plattformern für gewöhnlich sowohl die Spielfigur als auch die gegnerischen Charaktere in einer zweidimensionalen Perspektive betrachtet werden und die Spielfigur das Zentrum des Bildausschnitts darstellt, sollten sich hierbei die Sensoren auf den aktuellen Bildausschnitt beziehen und die Information liefern, ob sich ein gegnerischer Charakter innerhalb des Bildausschnitts befindet oder nicht.

#### **5.2.1.2 Schritt 2: KI**

Da es sich hierbei um ein sehr einfaches Prinzip handelt, lässt sich die Entscheidungsfindung mit einem Hardcoded-System erreichen. Dabei wird zum Beispiel pro Frame die Bedingung aktualisiert, ob sich ein Feind in dem gewählten Bildausschnitt befindet oder nicht.

Eine andere Möglichkeit könnte sein, dass Phase 2 einsetzt, sobald eine Entfernung zwischen Spielfigur und taktischem Feind von fünf Metern unterschritten wurde, wenn davon ausgegangen wird, dass ein Bildausschnitt einen Bereich von ca. elf Metern aufdeckt und sich die Spielfigur immer

im Zentrum befindet. So wäre bei einem Abstand von fünf Metern der gegnerische Charakter in den meisten Fällen am Rand des Bildausschnitts. Dies wäre ein Anhaltspunkt, wenn sich der Abstand der Kamera noch weiter vergrößern würde und könnte wie im oberen Beispiel über ein Utility-Based System gelöst werden.

### **5.2.1.3 Schritt 3: Sounddesign im Action Space**

Da es nach Phillips keine eindeutige Zuweisung der Musik zu Plattformern gibt, ist es wichtig das Setting zu betrachten. Das Setting ist postapokalyptisch und düster. Aus diesem Grund wurde das Genre Rock und das Subgenre Heavy Metal gewählt.

Da es sich bei dem Soundtrack um einen Song handelt, der in seinem Aufbau von Versen, Refrain und Interlude konstant bleiben soll, wird die parallele Form gewählt.

Um dem Filmsounddesign näher zu kommen, das in actionreichen Szenen und Kämpfen häufig von starken Drums oder Rhythmen gezeichnet ist, wird der Soundtrack, der aus Drums, Bass, Gitarren und Gesang besteht in zwei Stems aufgeteilt.

Der erste Stem, der konstant zu hören ist, besteht aus Bass, Gitarren und Gesang. Der zweite Stem, der nur in Phase 2 zu hören ist, besteht aus durchgängigen Drums. Beide Spuren laufen parallel, während der Drums-Stem in Phase 1 so lange gemuted mitläuft bis es zu einem Zustandswechsel kommt. Wird Phase 2 begonnen wird der zweite Stem kurz eingefadet und so lange gehalten, bis die Phase vorbei ist. Darauf folgt ein kurzer Fade-out, danach ist wieder nur der erste Stem zu hören. Hierbei ist es wichtig Zeitpunkte sowie die Länge der Fades zu definieren. Empfehlenswert ist es bei diesem Song die Zeitpunkte der Fades an jedem Vierteltakt zu setzen, da hierdurch die Rhythmik erhalten bleibt und ein schneller Wechsel stattfinden kann.

### **Gewählter Kontrast**

Hierbei spielt der Einsatz der Drums eine entscheidende Rolle, sodass es hauptsächlich zu einem Kontrast im Klangeinsatz zwischen perkussiv und nicht perkussiv kommt. Der ursprüngliche, lineare Soundtrack verwendete diesen Kontrast ebenfalls in einigen Teilen, jedoch nicht so ausgeprägt, wie im adaptiven Konzept.

## 5.2.2 Ergebnisse und Wirkungen in den Fokusgruppen

Das zweite praktische Beispiel wurde ebenfalls von den acht Teilnehmern der in Kapitel 5.1 beschriebenen Fokusgruppen betrachtet und analysiert. Ihnen wurde zuerst das Video mit dem Originalton und anschließend dasselbe Video mit überarbeitetem Sounddesign präsentiert.

- Die Mehrheit der Teilnehmer der Fokusgruppen beschrieb beim Aufbau des Soundtracks einen noch deutlicheren Antrieb als im vorherigen Beispiel. Sie beschrieb das adaptive Sounddesign als sehr motivierend und leistungssteigernd, da der Spieler den Song direkt durch seinen Spielstil beeinflussen kann. Das damit empfundene Gefühl während des Kampfes deutete die Hälfte der Teilnehmer als eine Zunahme der gefühlten persönlichen Stärke und Überlegenheit. Erklärbar wäre dies gerade durch eine Vorprägung durch Actionszenen in Filmen, welche durch Percussions geprägt sind, jedoch im Regelfall gut für die Hauptrolle ausgehen. Da die meisten Platformer in der Regel ein lineares Sounddesign besitzen, war dies eine neue Erfahrung für die Probanden.
- Die Mehrheit beschrieb ein adaptives Sounddesign als spannender und als eine Erhöhung des Unterhaltungswertes.
- Als nachteilig wurde von einem Probanden empfunden, dass das Aufhören der Drums dem Spiel die Geschwindigkeit nimmt.

## 5.2.3 Schlussfolgerung

Beide Fokusgruppen empfanden das adaptive Sounddesign als sehr positiv und innovativ. Da dieser Aufbau in Platformern eine ganz neue Herangehensweise an das Sounddesign darstellt, würde dies auch innerhalb des Genres für mehr Abwechslung sorgen.

## 6 Vor- und Nachteile der Verbindung von Game Sounddesign und KI

### 6.1 Vorteile

Die Kombination des Game Sound Designs mit KI bietet in den beschriebenen Anwendungskonzepten folgende Vorteile:

**Emotion:** Durch die Verbindung des Games Sound Designs mit einer KI kommt es zu erheblich stärkeren Emotionen während des interaktiven Spiels, wie zum Beispiel zu einer deutlich stärker empfundenen Spannung während des Nahkampfes. Dies ist möglich, da durch die Einteilung in Phasen auch verschiedene Stilmittel zur Spannungserzeugung verwendet werden können.

**Motivation:** Da der Spieler das Sounddesign aktiv und schnell durch sein Verhalten beeinflussen kann und der Kampf geprägt ist durch den Einsatz von starken Percussions, durch die das Spiel an gefühlter Geschwindigkeit gewinnt, kann dies den Spieler motivieren, so dass dieser gezielt den Kampf sucht.

**Unterhaltung:** Da das Empfinden von Spannung und Entspannung sowohl auf den Spieler als auch auf den Zuschauer wirkt, kommt es zu einer Steigerung des Unterhaltungswerts. Durch noch mehr musikalische Variationen können dem Spieler Kämpfe über eine längere Zeit Spaß machen.

**Information:** Die Musik erfüllt einen weiteren Zweck, den Spieler über die aktuelle Gefahrenlage der Situation zu informieren. So kann das Sounddesign ankündigen, ob die Gefahr noch fern oder sehr nahe ist und dass die Gefahr erst vorüber ist, wenn ein bestimmtes Sounddesign wieder eingeleitet wurde.

**Kreative Freiheit:** Die Umsetzung des Sounddesigns mit Hilfe einer KI ermöglicht mehr Freiheit in der Tongestaltung, da diese beliebig erweitert werden kann, um noch mehr Faktoren in das Sounddesign mit einfließen zu lassen.

### 6.2 Nachteile

Die Verbindung des Game Sound Designs mit einer KI kann auf Grundlage der beschriebenen Anwendungskonzepte jedoch auch folgende Nachteile mit sich bringen:

**Mehraufwand:** Je nach Umsetzungsform findet sich ein größerer oder geringerer Mehraufwand bei der Programmierung, Implementierung, Komposition und Musikproduktion.

**Stabilität:** Die Verwendung der KI birgt auch immer ein gewisses Risiko, sollte eine falsche Entscheidung getroffen werden. Im schlimmsten Fall wird zu einer Situation ein unangemessenes

Sounddesign eingeleitet oder eine unpassende Musik abgespielt. Ebenfalls kann es uneindeutige Situationen geben, bei denen es zu einem schnellen Wechsel der ausgegebenen Funktionswerte kommen kann, zum Beispiel durch eine ständige Über- und Unterschreitung eines Grenzwerts. In diesem Fall kann es zu einem schnellen Wechsel zwischen den verschiedenen Phasen und somit der Musik kommen, was auf den Spieler sehr unangenehm wirken kann. Obwohl der Bereich Reasoning die meiste Sicherheit mit sich bringt, besteht dennoch ein gewisses Restrisiko bei nicht eindeutigen Situationen.

**Gefallen:** Da es durch diese Vorgehensweise zu einem neuen Aufbau des Game Sound Designs kommt, kann es sein, dass dies nicht bei allen Spielern auf Gefallen stößt. Mancher Spieler bevorzugt zum Beispiel einen sehr zurückhaltenden Soundtrack und legt einen größeren Wert auf besonders laute Soundeffekte, die besonders während des Nahkampfes zu hören sind. Durch starke Percussions wird dieser Effekt abgeschwächt.

**Speicherbedarf:** Je nachdem wie viele Variationen geboten sind, benötigt diese Umsetzungsweise einen höheren Speicherbedarf.

## 7 Fazit

Die Verbindung von Game Sound Design mit einer KI bietet entscheidende Vorteile wie die Zunahme der emotionalen Wirkung, der Motivation der Spieler sowie die Steigerung des Unterhaltungswerts und stellt eine sehr fortschrittliche und im Bereich des Utility-Based Systems eine innovative Methode bei der Umsetzung des Sounddesigns dar, bei der sich der Mehraufwand, der in der Produktion entsteht, dennoch auszahlen würde.

Da diese Arbeit eine theoretische Schnittstelle darstellt, sollte im nächsten Schritt versucht werden, eine tatsächliche KI für das Sounddesign zu programmieren, um die daraus resultierenden Vor- und Nachteile sowie die Wirkung auf den Spieler in der Praxis zu testen.

Den Teilnehmern der Fokusgruppen war ein derartiger Aufbau des Sounddesigns, der speziell auf die Gegenspieler abgestimmt wurde sowie sehr schnell reagiert, neu und wurde von der Mehrheit als sehr positiv und antreibend wahrgenommen. Bezüglich des Ausblicks in die Zukunft waren sich alle Beteiligten der Fokusgruppen einig, dass sie Zukunft und Potential in diesem Verfahren sehen würden.

Da es mit Hilfe eines Utility-Based Systems möglich wird, ein sehr feines Profil aus den gegebenen Daten der Sensoren zu erhalten, kann dementsprechend auch ein sehr komplexes Sounddesign daraus hervorgehen, bei dem schon kleine Veränderungen der Situation dieses beeinflussen können. Somit wurde das Ziel der Arbeit erreicht eine neue Vorgehensweise zu entwerfen, durch die es möglich wird, dem linearen und emotionalen Sounddesigns des Films während des interaktiven Teils von Videospielen näher zu kommen. Durch die Verwendung einer KI wird es ausführbar interaktiv Spannung aufzubauen. Das Ergebnis steht jedoch in Abhängigkeit zur Ausführung der entwickelten KI, der Anzahl und Art der definierten Phasen, die aus den Funktionswerten hervorgehen und den Variationen, die durch das Audiomaterial zur Verfügung stehen. Sind diese Faktoren gut durchkonstruiert, so kann das Game Sound Design in Zusammenarbeit mit der Interaktion des Spielers zu einer deutlich intensiveren Spielerfahrung bezüglich der gefühlten Emotionen führen.

## **Danksagung**

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei meinen beiden Betreuern Prof. Oliver Curdt und Dr. Andreas Stiegler bedanken, die mir die Bearbeitung dieses Themas ermöglicht haben und mich nicht nur während der Bachelorarbeit, sondern auch während des gesamten Studiums sehr gut unterstützt haben.

Ein besonderes Dankschön geht an Dr. Andreas Stiegler von dem der Kerngedanke dieser Arbeit ausging und der mir im Bereich künstliche Intelligenz mit Rat und Tat zur Seite stand sowie wertvolle Ratschläge und Tipps für die Ideenentwicklung und Umsetzungskonzepte gab.

Ebenfalls bedanke ich mich bei Andreas Burkard für die Verwendung seines Computerspiels im praktischen Teil meiner Bachelorarbeit.



## Quellenverzeichnis

**Adrian, Andre** (2011): *Computer-Schach*. In: [www.andreadrian.de](http://www.andreadrian.de). Stand: 22. Dezember 2011.

URL: <http://www.andreadrian.de/schach/> (letzter Abruf 17.02.2018)

**Brauch, Mario** (2012): *Das Sounddesign im deutschen Spielfilm: Psychoakustische Verfahren der Geräuschkonzeption von der Nachkriegs- bis zur Neuzeit*. Marburg: Tectum Verlag

**Chion, Michel** [Lensing, J. U. (Hg.)] (2012): *Audio-Vision: Ton und Bild im Kino*. Berlin: Schiele & Schön

**Colledanchise, Michele und Ögren, Petter** (2017): *How Behavior Trees Modularize Hybrid Control Systems and Generalize Sequential Behavior Compositions, the Subsumption Architecture, and Decision Trees*. In: *IEEE Transactions on Robotics* 33/2017: S. 372-389

**Delsing, Marc J. M. H. et al.** (2008): *Adolescents' Music Preferences and Personality Characteristics*. In: *European Journal of Personality* 22/2008: S. 109-130

**Görne, Thomas** [Schmidt, Ulrich (Hg.)] (2017): *Sounddesign: Klang, Wahrnehmung, Emotion*. München: Carl Hanser Verlag

**Laird, John E.** (2001): *It Knows What You're Going To Do: Adding Anticipation to a Quakebot*. School of Electrical Engineering and Computer Science, University of Michigan, Ann Arbor.

URL: <http://www.eecs.wsu.edu/~holder/courses/cse5361/spr06/hws/hw4/papers/LairdAgents01.pdf> (letzter Abruf 17.02.2018)

**Laird, John E. und van Lent, Michael** (2001): *Human-Level AI's Killer Application. Interactive Computer Games*. In: *AI Magazine* 22/2001: S. 15-26

**Mark, Dave** (2010): *Improving AI Decision Modeling Through Utility Theory*. In: [www.gdcvault.com](http://www.gdcvault.com). URL:

<https://www.gdcvault.com/play/1012410/Improving-AI-Decision-Modeling-Through> (letzter Abruf 17.02.2018)

- Mark, Dave** *Improving AI Decision Modeling Through Utility Theory*. Foliensatz GDC 2010. URL: [http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc10/slides/MarkDill\\_ImprovingAIUtilityTheory.pdf](http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc10/slides/MarkDill_ImprovingAIUtilityTheory.pdf) (letzter Abruf 17.02.2018)
- Millington, Ian und Funge, John** (2009): *Artificial Intelligence for Games*. 2. Aufl., Burlington: Morgan Kaufmann Publishers
- Phillips, Winifred** (2014): *A Composer's Guide to Game Music*. Massachusetts: The MIT Press
- Rentfrow, Peter J. Rentfrow and Gosling, Samuel D.** (2003): *The Do Re Mi's of Everyday Life: The Structure and Personality Correlates of Music Preferences*. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 84/2003: S. 1236-1254
- Rollings, Andrew und Adams, Ernest** [Dwyer, David (Hg.)] (2003): *Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design*. Indianapolis: New Riders
- Russell, Stuart J. und Norvig, Peter** [Apt, Alan (Hg.)] (1995): *Artificial Intelligence. A Modern Approach*. Upper Saddle River: Prentice Hall
- Steppat, Michael** [Schmidt, Ulrich (Hg.)]: (2014): *Audioprogrammierung: Klangsynthese, Bearbeitung, Sounddesign*. München: Carl Hanser Verlag
- Stevens, Richard und Raybould, Dave** (2016): *Game Audio Implementation: A Practical Guide Using the Unreal Engine*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group
- Van Geelen, Tim** (2008): *Realizing groundbreaking adaptive music*. In: Collins, Karen (Hrsg.): *From Pac-Man to Pop Music. Interactive Audio in Games and New Media*. S. 94-102, Hampshire: Ashgate
- Wikipedia** <https://de.wikipedia.org/wiki/Orientierungsreaktion>, zugegriffen am 17.02.2018

## Videospiel-Verzeichnis

Genannte Videospiele mit Namen, Studio und Jahr der Erstveröffentlichung

Age of Empires	Ensemble Studios (1997)
Animal Crossing	Nintendo EAD (2001)
Assassin's Creed	Ubisoft-Studios (2007)
Awesomenauts	Ronimo Games (2012)
Ballblazer	Lucasfilm Games (1985)
Batman: Arkham City	Rocksteady Studios (2011)
Battlefield ( <i>Videospielreihe</i> )	Digital Illusions CE (2002)
Bejeweled	Popcap Games (2000)
Bubble Shooter	Absolutist LTD (2002)
Call of Duty	Infinity Ward (2003)
Candy Crush Saga	King (2012)
Command & Conquer ( <i>Videospielreihe</i> )	Westwood Studios (1995)
	EA Los Angeles (2003)
Command & Conquer: Red Alert 3	EA Los Angeles (2008)
Company of Heroes	Relic Entertainment (2006)
Creatures	Cyberlife Technology (1996)
Dead or Alive 5	Team Ninja und Sega AM2 (2012)
Die Sims ( <i>Videospielreihe</i> )	Maxis (2000)
Doom	id Software (1993)
Final Fantasy ( <i>Videospielreihe</i> )	Square (1987)
Golden Axe	Sega (1989)
GoldenEye 007	Rare (1997)

Grand Theft Auto V	Rockstar North (2013)
Metal Gear Solid	Konami Computer Entertainment Japan (West) (1998)
Monkey Island 2: LeChuck's Revenge	LucasArts (1991)
Mortal Kombat X	Netherrealm Studios (2015)
MySims	EA Redwood Shores (2007)
Pac-Man	Namco (1980)
Quake	id Software (1996)
Rayman Legends	Ubisoft Montpellier (2013)
StarCraft	Blizzard Entertainment (1998)
StarCraft II	Blizzard Entertainment (2010)
Spore	Maxis (2008)
Sonic the Hedgehog	Sonic Team (1991)
Street Fighter V	Capcom (2016)
Super Mario Bros.	Nintendo (1985)
Tetris	Alexei Paschitnow (1984)
The Elder Scrolls ( <i>Videospielreihe</i> )	Bethesda Game Studios (1994)
The Elder Scrolls Online	ZeniMax Online Studios (2014)
The Witcher ( <i>Videospielreihe</i> )	CD Projekt RED (2007)
Thief: The Dark Project	Looking Glass Studios (1998)
Tomb Raider	Core Design (1996)
Viva Piñata	Microsoft Studios und Rare (2006)
WWE 2K17	Yuke's und Visual Concepts (2016)

## **Anhang**

Im Anhang findet sich ein Datenträger mit der PDF-Datei dieser Arbeit sowie Video- und Audiodateien zur Veranschaulichung der praktischen Anwendungskonzepte aus Kapitel 5.