
BACHELORARBEIT

Herr
Bastian Schulz

**Die Entwicklung der Musik in
Videospiele – Von den
Anfängen bis in die
Gegenwart**

2022

Fakultät: Medien

BACHELORARBEIT

Die Entwicklung der Musik in Videospiele – Von den Anfängen bis in die Gegenwart

Autor:
Herr Bastian Schulz

Studiengang:
Media and Acoustical Engineering

Seminargruppe:
MG17wA-B

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Michael Hösel

Zweitprüfer:
Dipl.-Musikpädagoge Thomas Wand

Einreichung:
Mittweida, 21.03.2022

**The evolution of video game
music – From the beginning
to the present**

author:

Mr. Bastian Schulz

course of studies:

Media and Acoustical Engineering

seminar group:

MG17wA-B

first examiner:

Prof. Dr.-Ing. Michael Hösel

second examiner:

Dipl.-Musikpädagoge Thomas Wand

submission:

Mittweida, 21.03.2022

Bibliografische Angaben

Schulz, Bastian:

Die Entwicklung der Musik in Videospielen – Von den Anfängen bis in die Gegenwart

The evolution of video game music – From the beginning to the present

60 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2022

Abstract

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die historische Entwicklung der musikalischen Gestaltung von Videospielen aufzuzeigen und daraus abzuleiten, welche Rolle Musik in den nächsten Jahren für Videospiele einnehmen wird. Dabei werden Konzepte der Tongestaltung in Videospielen erläutert und die technische Implementierung sowie unterschiedliche Synthese-Methoden erklärt. Zuletzt wird ein historischer Überblick über die Produktion von Videospieldmusik, aktuelle Trends und ein kurzer Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	IV
Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VIII
1. Einleitung	1
2. Musik in Videospielen	3
2.1 Diegese in Videospielen.....	3
2.2 Lineare Musik	5
2.3 Adaptive Musik	8
2.3.1 Horizontale Adaption.....	9
2.3.2 Vertikale Adaption.....	12
2.3.3 Generative Musik	13
3. Technische Implementierung von Musik	15
3.1 PSG – Programmable Sound Generators.....	15
3.2 MOD – Module Files.....	17
3.3 MIDI – Musical Instrument Digital Interface.....	18
3.4 Arbeit mit Samples	20
4. Geschichte der Produktion von Videospielemusik	23
4.1 1971 – 1983: Die Anfänge der Videospielemusik	23
4.2 1983 – 1987: Die 8-Bit-Ära.....	30
4.3 1988 – 1993: Die 16-Bit-Ära.....	39
4.4 1993 – 1999: Die ersten 3-D-Konsolen.....	46
4.5 2000 – 2017: Neue technische Möglichkeiten.....	49
5. Ausblick in die Zukunft	55
6. Fazit	59
Literaturverzeichnis	X
Eigenständigkeitserklärung	XIV

Abkürzungsverzeichnis

C64 – Commodore 64

DAW – Digital Audio Workstation

DLS – Downloadable Level Sounds

DTS – Digital Theatre System

Famicom – Family Computer

FM – Frequenzmodulation

GM – General MIDI

GS – General MIDI Standard

HEX – Hexadezimalsystem

HRTF – Head-Related Transfer Function

iMuse – Interactive Music Streaming Engine

MIDI – Musical Instrument Digital Interface

MIT – Massachusetts Institute of Technology

MOD – Module Format

MSB – Most Significant Bit

NES – Nintendo Entertainment Studio

PCM – Pulsecodemodulation

PSG – Programmable Sound Generator

SCUMM – Script Creation Utility for Maniac Mansion

SID – Sound Interface Device

SNES – Super Nintendo Entertainment System

SPU – Sound Processing Unit

TIA – Television Interface Adapter

TTL – Transistor to Transistor Logic

USB – Universal Serial Bus

VCS – Video Computer System

VR – Virtual Reality

VST – Virtual Studio Technology

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Musik für Untergrund-Level von Super Mario Bros (1985).....	7
Abb. 2: Auszug aus dem musikalischen Würfelspiel (1787) von Amadeus Mozart.....	9
Abb. 3: Typisches Beispiel für den Einsatz von Crossfading Scores.....	10
Abb. 4: Typisches Beispiel für den Einsatz von Transitional Scores.....	10
Abb. 5: Typisches Beispiel für den Einsatz von Branching Scores.....	11
Abb. 6: Beispiel des Layerings aus dem Spiel „The Maw“ (2009).....	12
Abb. 7: Beispiel Parameter eines Objektes in der Software EApd.....	14
Abb. 8: Schematische Abbildung der subtraktiven Synthese.....	15
Abb. 9: Beispiel für die Frequenzmodulation.....	16
Abb. 10: Der Soundtracker V2.3 von Karsten Obarski.....	18
Abb. 11: Abtastung einer Welle durch die Pulsecodemodulation.....	19
Abb. 12: Benutzeroberfläche der Middleware Wwise.....	22
Abb. 13: Pong (1972) von Atari.....	24
Abb. 14: Noten von Space Invaders (1978).....	25
Abb. 15: Verstimmungen eines Tuning Sets des Atari VCS in Cent.....	28
Abb. 16: Ausschnitt aus der Levelmusik von Super Mario Bros (1985).....	27
Abb. 17: Voreinstellungen der Operatoren des FM-Chips.....	30

Abb. 18: Funktionsweise des Wave Sequencing.....33

Abb. 19: Ausschnitt aus dem „Swamp Theme“ von The Secret of Monkey Island 2.....35

1. Einleitung

„Video Games Live, along with Play! and other symphonic performances of game music, however, have been bringing the orchestra to younger people, and bringing game music to their parents. While some of the older crowd was clearly bemused as we entered the auditorium, many left afterward exclaiming how good the music was. I expect that after that night, some of them began to see (or hear) the sounds emanating from the video games at home in an entirely different light.“¹

Videospiele haben eine konstante Entwicklung bezüglich der technischen Möglichkeiten durchgemacht. In den 1970er Jahren wurden die ersten Videospiele für die Allgemeinheit zugänglich gemacht, obwohl schon 1962 an der Entwicklung des ersten digitalen Videospieles gearbeitet wurde. Anhand der technischen Fortschritte haben sich grafische Elemente sowie die Tongestaltung von Videospielen stetig weiterentwickelt. Anfangs hatte das neue Medium Probleme, sich in der Gesellschaft durchsetzen zu können, doch mittlerweile zählen Videospiele zu dem lukrativsten Massenmedium der modernen Zeit. Laut dem Verband der deutschen Games-Branche konnte die Spieleindustrie im ersten Halbjahr 2021 allein in Deutschland etwa 4,6 Millionen € Umsatz erwirtschaften.² Auch Videospielemusik wurde in der Gesellschaft kaum als eigenes Genre wahrgenommen. Im Vergleich zur Filmmusik, in der häufig auch mit großen Orchestern gearbeitet wurde, hatte Videospielemusik aufgrund technischer Limitationen eine deutlich schlechtere Tonqualität, weswegen sie von vielen Menschen nicht als Musik wahrgenommen wurde. Komponisten von Videospielen setzten sich das Ziel, sich der Qualität der Filmmusik anzunähern. Aufgrund des interaktiven Charakters von Videospielen und der technischen Möglichkeiten entstanden jedoch neue Genres, die synthetischen Klänge des NES, des C64 oder des Mega Drive prägten neue musikalische Genres wie beispielsweise Chiptune. Auch Künstler aus der Hip-Hop-Szene griffen stilistische Mittel der Videospielemusik auf und verarbeiteten sie in ihren Liedern.³

Die wissenschaftliche Erforschung und Analyse von Videospielen, die sogenannten Game Studies, ist hingegen noch recht jung. Trotz der weiten Verbreitung des Mediums sind gestalterische Mittel sowie die Wirkung und Umsetzung von Musik und Sound Design in Videospielen nur wenig erforscht.

1 Collins, Karen (2008): Game sound. An introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design. Cambridge, Mass: MIT Press. S. 1

2 Verband der deutschen Games-Branche: Deutscher Games-Markt erstes Halbjahr 2021, in: game, 2021a, <https://www.game.de/marktdaten/deutscher-games-markt-erstes-halbjahr-2021/> (abgerufen am 02.03.2022).

3 Collins, Karen (2007): In the Loop: Creativity and Constraint in 8-bit Video Game Audio, in: Twentieth-Century Music, Bd. 4, Nr. 2, 209 – 227. <https://doi.org/10.1017/S1478572208000510>. S. 210.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die technische Entwicklung in der Produktion von Videospielemusik aufzuzeigen. Daraus soll analysiert werden, wie Musik anhand der vorhandenen Technik verwendet wurde und wie Komponisten neue Konzepte entwickelt haben, um technische Limitationen umgehen zu können. Neben der Musik werden auch Aspekte des Sounddesign diskutiert, da beide Bestandteile essentiell für die Betrachtung der Tongestaltung von Videospiele sind.

In Kapitel 2 „Musik in Videospiele“ sollen theoretische Aspekte erläutert werden, wie Sound in Videospiele verwendet wird und welche Konzepte der musikalischen Untermalung sich durchgesetzt haben. Danach sollen in Kapitel 3 „Technische Implementierung von Videospielemusik“ technische Aspekte erläutert werden, wie Musik in Videospiele eingebaut werden kann sowie soll erklärt werden, wie unterschiedliche Synthesemethoden funktionieren, um Musik in Echtzeit generieren zu können. Des weiteren wird ein kurzer Einblick in die Arbeit mit Samples gegeben. In Kapitel 4 „Geschichte der Produktion von Videospielemusik“ wird die technische Entwicklung vom Anfang der Videospielegeschichte bis zur Gegenwart aufgezeigt. Dabei werden unterschiedliche technische Mittel historisch eingeordnet und ihr Einfluss auf die Klangästhetik der Musik analysiert. In Kapitel 5 „Ausblick in die Zukunft“ soll der aktuelle technische Stand anhand der aktuellen Konsolengeneration aufgezeigt und daraus Schlüsse gezogen werden, wie die Zukunft der Videospielemusik aussehen kann. Dabei werden aktuelle Trends wie 3D-Audio und Virtual Reality erklärt und analysiert, welche Rolle sie in der Videospieleindustrie einnehmen können.

2. Musik in Videospielen

Das Kapitel Musik in Videospielen erklärt, wie Klänge und Musik in Videospielen eingeteilt werden können. Dabei werden unterschiedliche Konzepte der musikalischen Gestaltung von Videospielen erläutert.

2.1 Diegese in Videospielen

Der Begriff der Diegese stammt aus der Filmtheorie und wurde in den 1950er Jahren von der französischen Philosophiestudentin Anne Souriau für die Filmanalyse vorgeschlagen. Ihr Vater, der Philosoph Étienne Souriau, arbeitete unterschiedliche Kriterien aus und führte den Begriff in die Filmtheorie ein. Görne erklärt den Begriff Diegese als Synonym für die filmische Realität.⁴ Mit ihr können unterschiedliche visuelle Objekte oder Klänge in Bezug auf ihrer Zugehörigkeit zur filmischen Realität eingeteilt werden. Die Einordnung diverser Klänge erfolgt in diegetisch und nichtdiegetisch.

Ist ein Ton diegetisch, so ist er innerhalb der filmischen Realität verordnet. Das bedeutet, dass Charaktere innerhalb der Erzählung den Ton wahrnehmen können. Klassische Beispiele sind Dialoge zwischen Charakteren, Foleys oder Atmos der Umgebungen. Eine diegetische Klanggestaltung sorgt für einen dokumentarisch – naturalistischen beziehungsweise einen quasi – naturalistischen Soundscape eines fiktiven Ortes. Dadurch erhalten Szenen eine realistische Wirkung. Daraus folgt, dass Foleys und Atmos meist keine spezielle Bedeutung haben und der klanglichen Beschreibung der Szene dienen. Durch den Tongestalter können bestimmte Klänge aber eine höhere Bedeutung bekommen, indem sie durch spezielle Eigenschaften wie Lautstärke, Tonhöhe oder Klangfarbe gestaltet werden. Dies kann genutzt werden, um die Aufmerksamkeit des Rezipienten zu lenken.

Nichtdiegetische Klänge hingegen befinden sich außerhalb der filmischen Realität, was bedeutet, dass sie allein vom Konsumenten wahrgenommen werden können. Diese können Musik oder abstrakte Soundeffekte sein. Ihre Besonderheit ist, dass sie durch ihren fiktionalen Charakter einen neuen Kommunikationskanal eröffnen, in dem zusätzliche Informationen übermittelt werden können. Nichtdiegetische Klänge werden häufig genutzt, um die Emotionen der Charaktere und die Grundstimmung der Szene zu untermalen und zu unterstützen.

4 Görne, Thomas (2017): Sounddesign: Klang Wahrnehmung Emotion, 1. Aufl., München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. S. 20.

Eine Sonderform der nichtdiegetischen Klanggestaltung sind metadiegetische Klänge wie Halluzinationen, Träume oder innere Monologe. Sie eröffnen eine weitere Metaebene, mit welcher die Erzählstruktur komplexer gestaltet werden kann. Ihre Besonderheit ist, dass sie zwar innerhalb der filmischen Realität verortet ist, aber nur vom Rezipienten oder einer eingeschränkten Anzahl von Charakteren wahrgenommen werden kann. Mit einer metadiegetischen Klanggestaltung können in der Erzählstruktur mehrere Metaebenen beschrieben werden.⁵

Diegetische und nichtdiegetische Klänge werden auch in Videospielen verwendet, weswegen in der Analyse des Mediums der Begriff der Diegese übernommen wurde. Collins kritisiert die Benutzung der filmtheoretischen Diegese jedoch als zu eindimensional.⁶ Videospiele sind, anders als das Medium Film, nichtlinear. Konsumenten haben einen sehr großen Einfluss auf das Geschehen innerhalb der fiktiven Realität. Durch die Interaktion des Spielers mit dem Spiel kann nicht exakt vorhergesagt werden, was zu welcher Zeit passieren wird. Der Ton reagiert auf die Veränderung innerhalb der Spielwelt und auf die Aktionen des Konsumenten. Der Ton ist nicht linear, sondern dynamisch. Todd M. Fay unterteilt den dynamischen Ton in drei unterschiedliche Eigenschaften: Interaktivität, Variabilität und Adaption.⁷

Interaktivität bedeutet, dass Sound-Events durch eine Aktivität des Spielers ausgelöst werden. Dies können Geräusche einer Waffe, Schrittgeräusche oder die Benutzung unterschiedlicher Items sein. Der Ton reagiert auf die Befehlseingaben des Spielers. Variabilität bedeutet, dass sich häufig wiederholende Klänge unterschiedliche Charakteristiken aufweisen, um Eintönigkeit zu unterbinden. Besitzt der Spieler eine Waffe, welche er häufig verwenden muss, so werden Datenbanken angelegt, in denen eine Vielzahl von unterschiedlichen Samples abgespeichert werden. Das Spiel greift zufällig auf ein Sample zu und spielt dieses ab, damit nicht bei jedem Angriffsbefehl der selbe Klang abgespielt wird. Adaptivität bedeutet, dass der Ton auf Veränderungen innerhalb der Spielwelt reagiert. Dies zeigt sich oft im Sounddesign von Spielen. Lläuft der Spieler zum Beispiel durch eine Höhle, so wird ein Halleffekt auf die Samples gemischt. Adaptivität wird aber auch oft in Musik genutzt, wenn diese auf bestimmte Spielsituationen reagiert. In Tetris zum Beispiel wird die Musik schneller, je näher der Spieler vor dem Game Over steht.⁸

Collins erklärt, dass Diegese durch den dynamischen Ton erweitert werden muss. Neben der Einteilung in diegetisch und nichtdiegetisch führt sie deswegen die Begriffe nichtdynamisch, adaptiv und interaktiv ein.⁹

5 Vgl. Görne, 2017, S. 20

6 Collins, 2008, S. 124 - 125

7 Vgl. Fay, Todd, Scott Selfon & Todor Fay (2003): DirectX 9 Audio Exposed: Interactive Audio Development, Plano: Wordware Pub. S. 3.

8 Vgl. ebd., S. 3 - 7

9 Collins, 2008, S. 125 - 127

Nichtdynamische Klänge werden für die Untermalung linearer Spielsituationen genutzt. Videospiele besitzen häufig Zwischensequenzen, welche in ihrer Gestaltung ähnlich zur Filmproduktion sind. Nichtdynamische – nichtdiegetische Klänge befinden sich außerhalb der spielerischen Realität, nichtdynamische – diegetische Klänge hingegen sind innerhalb der spielerischen Realität verortet. Adaptive Diegese beschreibt Klänge, welche sich ohne den direkten Einfluss des Spielers an das Spielgeschehen anpassen. Eine Adaption kann zum Beispiel die Anpassung an die fiktive Tageszeit sein. Passt sich die Atmo eines Ortes an die Tageszeit an, ist sie adaptiv – diegetisch, passt sich die Musik an die Tageszeit an, dann ist sie adaptiv – nichtdiegetisch. Bei der interaktiven Diegese passen sich Klänge mit dem direkten Einfluss des Spielers an das Spielgeschehen an. Die bereits beschriebenen Lauf- oder Waffengeräusche sind Beispiele für eine interaktive – diegetische Klanggestaltung, interaktive – nichtdiegetische Klänge hingegen werden eher selten genutzt. Ein Beispiel wäre das Underscoring von Bewegungen des Spielcharakters. Eine Sonderform der Interaktivität ist die kinetische Diegese. Hier hat der Spieler einen direkten Einfluss auf die Klänge des Spiels. Einige Spiele bieten die Möglichkeit, auf virtuellen Instrumenten zu spielen. In *The Legend of Zelda: Ocarina of Time* (1998) kann der Spieler auf einer Okarina spielen und die Tonhöhe bestimmen. Dadurch können unterschiedliche Lieder gespielt werden, die ein zentrales Element des Spiels darstellen.

2.2 Lineare Musik

In Videospielen werden hauptsächlich zwei Konzepte der musikalischen Untermalung umgesetzt: lineare und adaptive Musik. Welche Art der Musik genutzt wird, hängt von den Entscheidungen des Komponisten und des Game Directors, aber auch von der Situation des Spiels ab. Für unterschiedliche Spielsituationen haben sich bestimmte Konventionen durchgesetzt, die in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden sollen.

Videospiele beinhalten lineare Bestandteile. Epting nennt unterschiedliche Beispiele, in denen lineare Musik angewendet wird.¹⁰ In vielen Spielen wird am Anfang eine Eröffnungssequenz abgespielt. Diese sind sehr aufwendig produziert, da sie den Spieler auf das Spiel vorbereiten und den Ersteindruck positiv prägen sollen. Hier spielt die Musik eine große Rolle, da meist das Hauptthema des Spiels vorgestellt wird. Neben den aufwendigen Animationen wird auch die Musik hochwertig produziert, oftmals werden hierfür Orchesteraufnahmen angefertigt. Andere lineare Bestandteile sind beispielsweise Zwischensequenzen, welche man mit kurzen animierten Filmen vergleichen kann.

10 Vgl. Epting, Peter (2017): Musik in Videospielen, in: Günther Rötter (Hrsg.), *Handbuch Funktionale Musik: Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete* (Springer Reference Psychologie), 1. Aufl., Dortmund: Springer. S. 410–411.

In den meisten Fällen hat der Spieler keinen Einfluss auf den Verlauf der Sequenz. Daraus folgt, dass die Produktion dieser Sequenzen ähnlich der konventionellen linearen Produktion von Filmen ist. Konventionelle Techniken zur Vertonung von Filmen können somit angewendet werden.

Um lineare Produktionen musikalisch begleiten zu können, werden laut Kloppenburg drei unterschiedliche Techniken angewendet.¹¹ Eine weit verbreitete Technik ist die Mood-Technik. Die Musik spiegelt die Grundstimmung der gezeigten Szene wider, ohne dabei Bezug auf erkennbare Handlungen der Charaktere zu nehmen. Bild und Ton stehen in einer lockeren Beziehung zueinander, das heißt, dass die Musik das Fundament bietet, damit die Emotionen der gezeigten Szene besser zur Geltung kommen können. Neben der Mood-Technik wird häufig die Motiv-Technik genutzt. Hierbei werden für bestimmte Charaktere, Landschaften, Handlungen oder Symbole eigene musikalische Motive geschrieben. Diese sollen das Objekt musikalisch beschreiben und einen Wiedererkennungswert für den Rezipienten liefern. Anders als in der Mood-Technik haben Bild und Ton eine engere Beziehung zueinander. Durch das Motiv kann der Komponist bestimmten Objekten eine höhere Bedeutung geben, da durch das Benutzen des Leitmotivs die Aufmerksamkeit des Konsumenten gelenkt werden kann. Ebenso kann diese Technik genutzt werden, um durch Variationen des Motivs die Handlung besser beschreiben zu können. Als dritte Technik wird das Underscoring genutzt. Hier stehen Bild und Ton im direkten Kontext. Das bedeutet, die Musik unterstreicht explizit die gezeigten Handlungen und Emotionen der Charaktere. Häufig findet Underscoring Verwendung in Cartoons, weswegen sie auch als „Mickey-Mousing“ bezeichnet wird.

Die drei beschriebenen Kompositionstechniken werden auch in Videospielen angewendet. Phillips erklärt, dass lineare Musik auch für nichtlineare Spielsituationen genutzt werden kann und nennt dabei unterschiedliche Anwendungsfelder.

Komponisten werden vor die Aufgabe gestellt, Musik für Spielszenen zu schreiben, bei denen nicht eingeschätzt werden kann, wie lang diese durch die Aktivitäten des Spielers andauern werden. Aufgrund technischer Limitationen wurden in der Vergangenheit häufig lineare Loops genutzt, um eine kontinuierliche musikalische Untermalung sicher stellen zu können. Loops können theoretisch unendlich lang abgespielt werden und verbrauchen wenig Speicherplatz, weswegen sie sich als zentrales Gestaltungsmittel durchgesetzt haben. Der Komponist schreibt ein Musikstück und setzt dabei Marker, die dem System beschreiben, an welchen Stellen die Musik geloopt werden soll. Ein Vorteil dieser Technik ist, dass der Komponist sich weniger um technische Aspekte bei der Integrierung der Musik Gedanken machen

11 Vgl. Kloppenburg, Josef (2017): Musik im Film, in: Günther Rötter (Hrsg.), Handbuch Funktionale Musik: Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete (Springer Reference Psychologie), 1. Aufl., Dortmund: Springer. S. 430 - 432.

muss und sich dadurch mehr auf die musikalischen Aspekte konzentrieren kann. Durch die ständige Wiederholung eines Musikstückes besteht jedoch die Gefahr der Hörermüdung, weswegen die Musik nach einer gewissen Spielzeit ihre Wirkung verliert. Um dem entgegenzuwirken, achten viele Komponisten darauf, den Loop durch komplexere Kompositionen interessanter und die Loop Points weniger offensichtlich zu gestalten, damit der Spieler nicht bemerkt, wann der Loop neu startet. Loops eignen sich ebenfalls gut, die generelle Stimmung der Spielszene zu beschreiben, ohne dabei auf konkrete Handlungen des Spielers Bezug zu nehmen.¹²



Abb. 1: Die Musik für Untergrund-Level von Super Mario Bros (1985) - Der Loop spielt kontinuierlich während dem Level¹³

Des Weiteren haben sich kurze Kompositionen durchgesetzt, die dem Spieler eine Änderung der Spielsituation verdeutlichen soll. Diese werden Stinger genannt. Stinger sind kurze Tonfolgen mit einer Länge von etwa 2 bis 20 Sekunden, sie können aber auch kurze Signale oder einzelne Töne sein. Phillips beschreibt 5 Stinger-Typen, die sich mit der Zeit durchgesetzt haben.

Victory Stinger sind kurze musikalische Sequenzen, die dem Spieler einen Erfolg signalisieren sollen. Häufige Beispiele sind der Gewinn eines Kampfes oder das Lösen eines Puzzles. Um eine musikalische Kontinuität aufrecht erhalten zu können, nutzen Komponisten oftmals die selbe oder eine ähnliche Instrumentation. Aufgrund ihres Einsatzgebietes haben Victory Stinger meist einen heroischen oder triumphalen Charakter. Im Gegenzug haben Defeat beziehungsweise Death Stinger einen düsteren und melancholischen Charakter, da sie verdeutlichen sollen, dass der Spieler an einer Aufgabe gescheitert oder gestorben ist. Transition Stinger werden genutzt, um eine

¹² Vgl. Phillips, Winifred (2014): A Composer's Guide to Game Music. Cambridge, The MIT Press. S. 158–177.

¹³ Abbildung vom Verfasser

Überleitung zweier Spielsituationen zu verdeutlichen. Typische Einsatzgebiete sind Übergänge zwischen Erkundungs- und Kampfsequenzen oder das Betreten eines Levels durch eine Weltkarte. Hint Stinger sind kurze Sequenzen, die die Aufmerksamkeit des Spielers auf ein bestimmtes Objekt lenken sollen. Beispielsweise können Hint Stinger genutzt werden, um dem Spieler in einer Schleichsequenz zu verdeutlichen, dass er vom Gegner erkannt wurde. Häufig werden statt musikalischen Sequenzen aber auch Soundeffekte genutzt, die Aufmerksamkeit erregen sollen. Als letztes werden Price Stinger genutzt, welche beim Erhalten bestimmter Items abgespielt werden. Die Glücksgefühle des Spielers sollen durch eine oftmals kurze und triumphale Melodie gestärkt werden, weswegen Price Stinger charakteristische Ähnlichkeiten zu Victory Stingern vorzeigen können.¹⁴

2.3 Adaptive Musik

Videospiele haben einen nichtlinearen Charakter, was dazu führte, dass Tongestalter neue Ansätze finden mussten, um Spiele vertonen zu können. Lineare Loops konnten sich aufgrund technischer Limitationen wie fehlender Speicherplatz und Rechenleistung als Stilmittel durchsetzen, jedoch wurde diese Art der Musikgestaltung oft als zu eintönig empfunden. Um die Immersion stärken zu können, müssen Bild und Ton in einer engeren Beziehung zueinander stehen.¹⁵ Für die Produktion von adaptiver Musik benötigt man einen nichtlinearen Ansatz. Ähnlich wie bei Filmen können in Videospielen Situationen auftreten, in denen die übermittelten Emotionen in kürzester Zeit wechseln. Die Musik muss daraufhin ebenfalls diesen Emotionswechsel charakterisieren. Filme sind jedoch predeterminiert, das heißt, dass jeder Rezipient die gleiche Erfahrung teilt, da zu jedem Zeitpunkt das gleiche passiert. Videospiele sind jedoch nichtlinear, was bedeutet, dass durch die Einflussnahme des Spielers nicht vorhergesagt werden kann, wann ein Emotionswechsel stattfindet.

Bereits vor der Erfindung der Videospiele experimentierten Komponisten mit interaktiven Ansätzen in der Musik. So wurden Musikstücke komponiert, welche aus unterschiedlichen Segmenten bestehen, die beliebig aneinandergereiht werden konnten. Ein Beispiel ist das musikalische Würfelspiel (1787) von Amadeus Mozart. Die Komposition besteht aus mehreren Segmenten. Der Musiker konnte die Reihenfolge dieser Segmente auswürfeln, somit war der Ablauf der Musik bei jedem Spiel zufällig.¹⁶

14 Vgl. Phillips, 2014, S. 177 - 181

15 Vgl. Van Geelen, Tim (2008): Realizing groundbreaking adaptive music, in: Karen Collins (Hrsg.), From Pac-Man to Pop Music: Interactive Audio in Games and New Media (Ashgate Popular and Folk Music Series), Burlington: Ashgate Publishing Limited.

16 Vgl. Sweet, Michael (2015): Writing Interactive Music for Video Games: A Composer's Guide, Addison-Wesley. S. 111.



Abb. 2: Auszug aus dem musikalischen Würfelspiel (1787) von Amadeus Mozart¹⁷

Ähnliche Konzepte lassen sich in heutigen Videospiel-Soundtracks wiederfinden. In *Uncharted 2: Among Thieves* (2009) werden für einige Musikstücke unterschiedliche Startpunkte definiert. Verliert der Spieler in einem Level und muss von einem Checkpunkt neustarten, beginnt die Hintergrundmusik von einem zufällig ausgewählten Startpunkt aus zu spielen.

Für adaptive Musik haben sich zwei Konzepte durchgesetzt, welche in den nächsten Kapiteln näher erläutert werden sollen.

2.3.1 Horizontale Adaption

Horizontale Adaption wird auch als horizontale Resequenzierung bezeichnet, die Horizontale steht für die Adaption entlang einer Zeitachse.¹⁸ Ein Musikstück wird hierbei in unterschiedliche Segmente eingeteilt oder mehrere Musikstücke werden aneinandergereiht. Der Komponist legt dann fest, in welcher Spielsituation die Segmente abgespielt werden. Damit der Wechsel zwischen den Segmenten oder der Musikstücke nicht zu offensichtlich erscheint, muss darauf geachtet werden, dass die Segmente thematisch zueinander passen. Für die horizontale Resequenzierung haben sich mehrere verschiedene Techniken durchgesetzt.¹⁹

Crossfading Scores

Am häufigsten wird der Crossfading Score genutzt. Hier werden zwei Musikstücke mit Fades miteinander verbunden. Diese Technik ist sehr einfach umsetzbar und ermöglicht es dem Spiel, einen schnellen Musikwechsel durchzuführen, da die Musik sofort auf einen Wechsel in der Spielsituation reagieren kann. Jedoch erscheint der Wechsel der Musik sehr auffällig, was die Immersion schwächt.

17 <https://musopen.org/de/music/2914-musikalisches-wurfelspiel-k-516f/> (abgerufen am 28.02.2022)

18 Vgl. Phillips, 2014, S. 188

19 Vgl. Sweet, 2014, S. 145 - 150

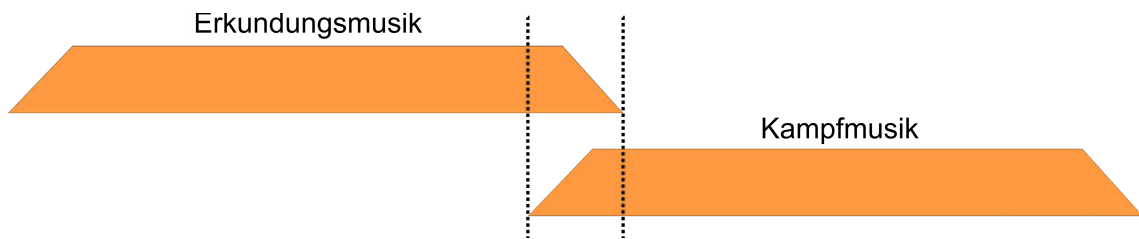


Abb. 3: Typisches Beispiel für den Einsatz von Crossfading Scores²⁰

Crossfading kann man in Synchronized Crossfading Score und Nonsynchronized Crossfading Score einteilen. Beim Synchronized Crossfading Score ist das Tempo beider Musikstücke oder Segmente gleich, was es ermöglicht, beide Spuren parallel verlaufen zu lassen. Findet ein Musikwechsel statt, muss das zweite Musikstück nicht vom Anfang starten, sondern kann direkt im selben Takt weiterspielen. Dies sorgt für einen flüssigeren und subtileren Übergang, da der Rhythmus nicht direkt unterbrochen wird. Diese Technik ist jedoch umständlich, da der Komponist darauf achten muss, dass der Wechsel an jeder Stelle der Musik möglich ist. Dies erhöht den Aufwand in der Produktion. Bei einem Nonsynchronized Crossfading Score verlaufen beide Musikstücke nicht parallel.

Transitional Scores

Da bei Crossfading Scores die Wechsel durch Fades offensichtlich sind, versuchten Komponisten eigene Übergänge für den Musikwechsel zu schreiben. Diese Transitional Scores können kurze musikalische Sequenzen, aber auch einzelne Töne oder Soundeffekte sein.

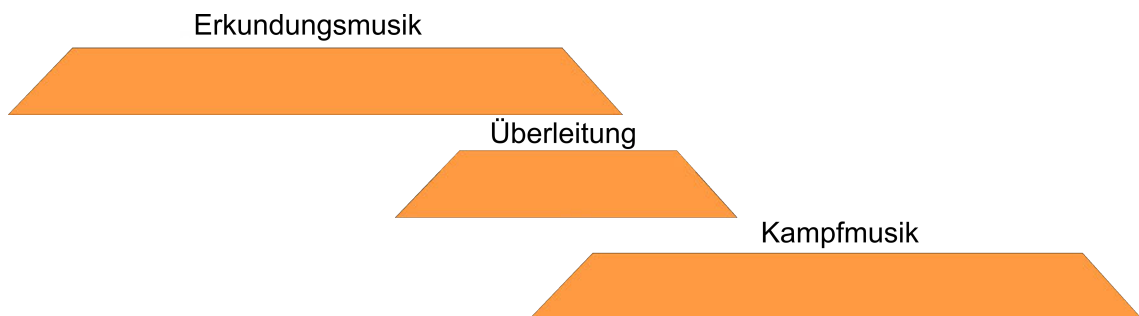


Abb. 4: Typisches Beispiel für den Einsatz von Transitional Scores²¹

In Final Fantasy XIII (2009) wird beispielsweise ein Soundeffekt genutzt, um den Wechsel von der Erkundung zum Kampf zu verdeutlichen. Übergänge können sehr flexibel genutzt werden, da der Komponist weniger darauf achten muss, dass beide Musikstücke thematisch zueinander passen. Dies ermöglicht es, die Musikstücke in unterschiedlichen Tempos und Tonarten zu schreiben.

²⁰ Sweet, 2015, S. 145 (Abbildung vom Verfasser bearbeitet)

²¹ Ebd., S. 147 (Abbildung vom Verfasser bearbeitet)

Branching Scores

Als letzte Technik wird der Branching Score genutzt. Hier werden vom Komponisten bestimmte Punkte innerhalb der Komposition definiert, bei denen ein Musikwechsel stattfinden kann. Dies ist die musikalischste Lösung, da der Komponist darauf achten kann, dass musikalische Motive und Akkordstrukturen nicht unterbrochen werden und die Übergänge thematisch Bezug zueinander haben.



Abb. 5: Typisches Beispiel für den Einsatz von Branching Scores²²

Der Nachteil ist jedoch, dass die Musik nicht sofort auf das Geschehen im Spiel reagieren kann. Im schlimmsten Fall kann dies zu Missverständnissen bei den Spielern führen, wenn beispielsweise der Musikwechsel den Beginn eines Kampfes verdeutlichen soll. Dies kann dazu führen, dass der Spieler zu spät auf den Kampfbeginn reagiert, weswegen diese Technik häufig genutzt wird, wenn musikalische Motive und Phrasen kürzer sind.

Das bedeutet ebenfalls, dass die Verwendung dieser Technik vom Musikgenre abhängig ist. In klassischer Musik werden beispielsweise längere musikalische Motive ausgearbeitet, weswegen dieses Genre für Branching Scores ungeeignet ist.

Horizontale Resequenzierung ermöglicht es, eine ähnliche Wirkung wie bei Filmmusik zu erzielen, da sich die Musik dynamisch an das Spielgeschehen anpassen kann. Im Gegenzug ist der Aufwand und das benötigte Budget in der Produktion deutlich höher. Komponisten sind in der Auswahl von musikalischen Mitteln eingeschränkt, da Tempoänderungen innerhalb der Musikstücke schwer umzusetzen sind, Akkordstrukturen nicht zu komplex sein dürfen und Sequenzen oft zu kurz sind, um musikalische Motive auszubauen. Dies bedeutet, dass der Aufbau der Musikstücke oft simpel gehalten ist, um dynamische Ansätze zu ermöglichen.

22 Sweet, 2015, S. 148 (Abbildung vom Verfasser bearbeitet)

2.3.2 Vertikale Adaption

Bei der vertikalen Adaption werden mehrere Audiospuren unabhängig voneinander innerhalb der Audio-Engine des Spiels abgespielt. Diese Layer können je nach Spielsituation dem Gesamtmix hinzugefügt oder entfernt werden. Die Interaktion der Musik mit dem Spielgeschehen entsteht somit durch die Manipulation der unterschiedlichen Layer.²³ Beim Branching wird ein lineares Musikstück in mehrere Layer unterteilt. Diese können beispielsweise in Percussion, Bass, Harmonie und Melodie eingeteilt werden. Je nach Spielsituation können dann die unterschiedlichen Layer hinzugefügt oder entfernt werden.²⁴

Beim Branching unterscheidet man in additive und austauschbare Layer. Additive Layer werden so komponiert, dass theoretisch alle gleichzeitig abgespielt werden können. Austauschbare Layer hingegen werden so komponiert, dass sie untereinander ausgewechselt werden können. Dadurch können die einzelnen Layer auch unterschiedliche Emotionen ausdrücken oder Motive innerhalb eines Musikstückes können ausgetauscht werden.

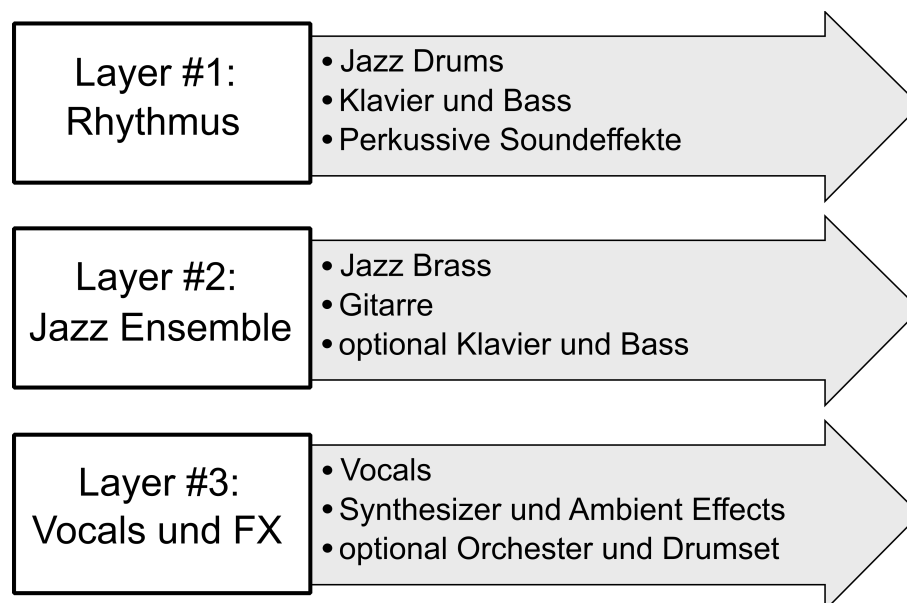


Abb. 6: Beispiel des Layerings aus dem Spiel „The Maw“ (2009)²⁵

23 Vgl. Phillips, 2014, S. 193 - 194

24 Vgl. Van Geelen, 2008

25 Phillips, 2014, S. 197 (Abbildung vom Verfasser bearbeitet)

Vertikale Adaption eignet sich sehr gut für eine flüssige und unauffällige Anpassung der Musik an das Spielgeschehen. Ähnlich zur horizontalen Resequenzierung entsteht ein größerer Aufwand, da Layer entweder zueinander passen müssen oder der Aufbau eines Musikstücks aufgrund austauschbarer Layer sehr komplex werden kann. Da mehrere Audiodateien gleichzeitig abgespielt werden, verbraucht diese Technik mehr Speicherplatz und Rechenleistung.

2.3.3 Generative Musik

Generative Musik ist eine Sonderform der vom Computer generierten Musik. Statt Musik durch festgelegte Notenwerte und Eigenschaften zu definieren, wird sie durch mathematische Algorithmen beschrieben und in Echtzeit generiert. Das Prinzip ist vergleichbar mit einem Windspiel.²⁶ Die einzelnen Noten sind durch die Bestandteile des Windspiels definiert, der Wind erzeugt eine zufällige Klangfolge. Je nach Art des Windes ertönt ein unterschiedlicher Klang, das bedeutet, jedes mal, wenn das Instrument spielt, ist die Musik anders, ohne dass sie komponiert werden muss.

Ihren Ursprung hat generative Musik bei dem Musiker Brian Eno. Er war ein Mitglied der Glam Rock Band Roxy Music und experimentierte mit Tonbandgeräten, um Musik zufällig generieren zu lassen. In den 1990er Jahren nutzte er Computer, um Kompositionen mithilfe von mathematischen Algorithmen zu erstellen. Das System basierte auf mathematischen Wahrscheinlichkeitsrechnungen.

Eno prägte den Begriff „generative music“, durch die selbstständige Generierung der Musik war das Ergebnis unvorhersehbar.²⁷

Generative Musik in Videospielen besteht aus einer Kollektion von vorgefertigten musikalischen Komponenten. Diese können melodische Phrasen, Rhythmen oder Sequenzen sein, die durch bestimmte Faktoren beeinflusst werden können. Der Komponist bestimmt die Regeln, wie die Musik generiert werden soll. Diese Regeln sind vergleichbar mit if-Befehlen aus der Programmierung.

„If a piece of music is in the key of G major, and the last note sounded was an F sharp, then the probability of a G natural following this note will be 80 percent, a D natural 15 percent, and an E natural 5 percent.“²⁸

26 Vgl. Phillips, 2014, S. 210

27 Vgl. ebd., S. 211 - 212

28 Ebd., S. 210

Die Software entscheidet dann aus diesen Regeln, wie die Musik generiert werden soll. Generative Musik basiert häufig auf MIDI, da das Dateiformat viel Spielraum für dynamische Ansätze bietet. Häufig verwendete Software sind PureData, SuperCollider und Noatikl.

Der Vorteil von generativer Musik ist, dass theoretisch unendlich Variationen vorhanden sind, wie die Musik innerhalb des Spiels wiedergegeben wird. Durch mathematische Formeln kann sich die Musik auch sehr dynamisch dem Spielgeschehen anpassen. Jedoch ist diese Methode sehr speicherintensiv, da für jede Note individuelle Samples benutzt werden müssen. Des Weiteren geht die musikalische Handschrift des Komponisten verloren.

Ein bekanntes Spiel, in dem generative Musik genutzt wird, ist Spore (2008). Das Spielprinzip basiert auf zufallsbasierten Content, Spielwelten, Charaktere und Situationen werden per Zufall durch mathematische Algorithmen selbst generiert. Das Audio-Team nutzte eine spezialisierte Version von PureData, welches sie EApd nannten, um generative Musik umsetzen zu können.²⁹ Im Spiel ist eine große Auswahl an vorproduzierten Sounds und musikalischen Sequenzen in einer Datenbank gespeichert. Diese Sounds werden durch unterschiedliche Codes beschrieben, die es ermöglichen, die Sequenzen an die unterschiedlichen Spielsituationen anzupassen.

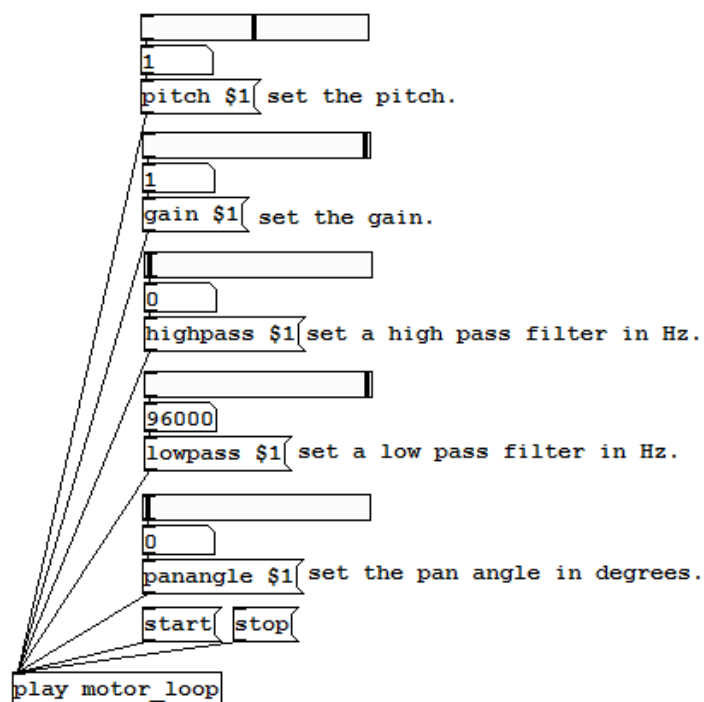


Abb. 7: Beispiel Parameter eines Objektes in der Software EApd³⁰

29 Vgl. Kent, Jelly (2011): Usage of PD in Spore and Darkspore, Weimar. S. 36-37

30 Ebd., S. 37

3. Technische Implementierung von Musik

Bevor geschichtliche Aspekte der Produktion von Videospieldmusik vorgestellt werden, müssen unterschiedliche technische Aspekte erläutert werden. In diesem Kapitel sollen unterschiedliche technische Möglichkeiten der Umsetzung von Videospieldmusik, der Klangsynthese und der digitalen Arbeit mit Samples beschrieben werden.

3.1 PSG – Programmable Sound Generators

Programmable Sound Generators sind spezielle Soundchips, welche einen Ton durch die Eingabe des Benutzers generieren. Die Eingabe erfolgt über einen Code in Assemblersprache. Dies ist eine Programmiersprache, welche Bestandteile eines digitalen Systems direkt ansteuert und somit den einzelnen Oszillatoren des Tongenerators Befehle gibt, welche Töne generiert werden sollen.³¹

Subtraktive Synthese

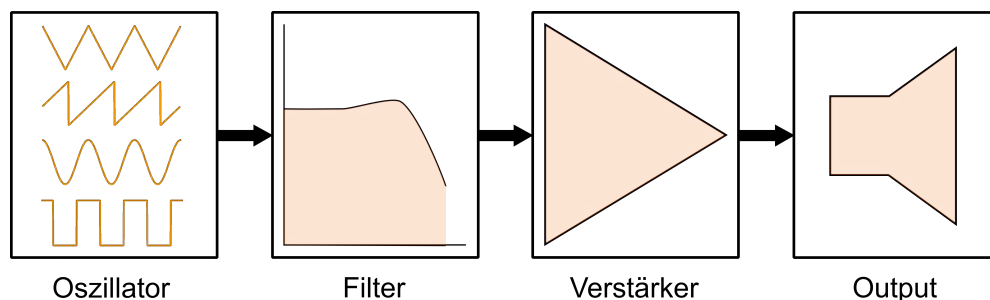


Abb. 8: Schematische Abbildung der subtraktiven Synthese³²

Programmable Sound Generators erzeugen Töne über die subtraktive Synthese. Dies ist ein einfaches Verfahren der Klangsynthese von nicht natürlichen Klängen.³³ Hierbei erzeugt ein Oszillator eine komplexe Schwingung wie eine Dreieck-, Rechteck- oder Sägezahnswingung. Diese wird in einen Filter gegeben, um bestimmte Frequenzbereiche zu entfernen beziehungsweise anzuheben oder abzusenken. Das resultierende Signal wird danach in einen Verstärker und anschließend in einen Hüllkurvengenerator gegeben, um den zeitlichen Verlauf der Schwingung zu verändern. Die Hüllkurve wird über die Werte Attack, Decay, Sustain und Release beschrieben. Attack beschreibt den Einschwingvorgang des Signals bis zum stärksten Punkt. Mit dem Decay wird die überschießende Charakteristik vor dem

31 Collins, 2008, S. 10

32 Abbildung vom Verfasser

33 Vgl. Friedrich, Hans Jörg (2008): Tontechnik für Mediengestalter: Töne hören - Technik verstehen - Medien gestalten, Berlin: Springer. S. 72.

quasistationären Bereich, dem Sustain, beschrieben. Der Release beeinflusst das Ausklingen des Signals nach dem Beenden der Schwingung.

Viele Programmable Sound Generators wurden von den Firmen General Instruments und Texas Instruments hergestellt und in vielen Arcades und Konsolen der 80er Jahre verbaut. Ein oft benutztes Modell war der AY-8910 von General Instrument. Dieser Soundchip bestand aus vier Kanälen, drei Kanäle konnten eine Rechteckschwingung erzeugen, der vierte Kanal war ein Rauschgenerator. Das resultierende Audiosignal wurde durch einen D/A-Wandler gegeben, um es als analoges Signal hörbar zu machen.³⁴

FM-Synthese

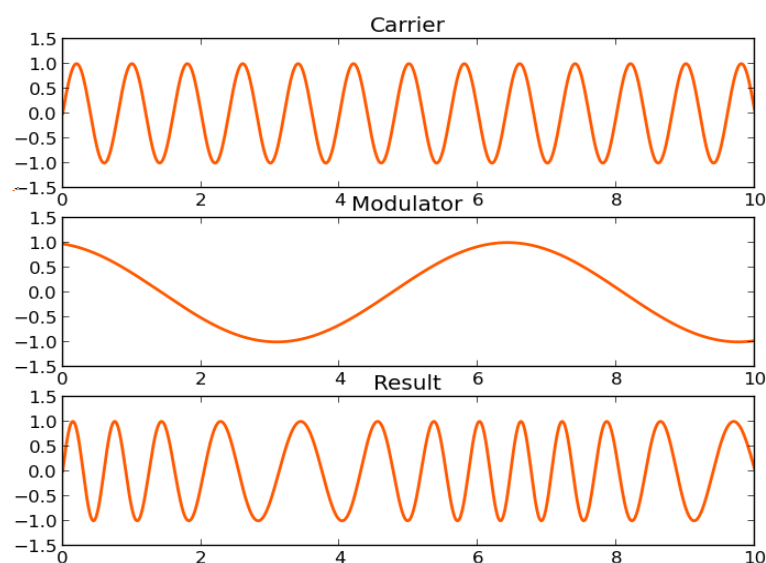


Abb. 9: Beispiel für die Frequenzmodulation³⁵

Aufgrund der einfachen Synthese-Methode hatten Komponisten nur eine kleine Auswahl an Klängen zur Verfügung gehabt. Spätere Soundchips nutzten FM-Synthese zur Klangerzeugung, da sie mehr Variationen in den Klängen und eine höhere Tonqualität lieferte. Die FM-Synthese wurde 1967 von John Chowing an der Stanford University entwickelt. Das Verfahren der Frequenzmodulation stammt aus der Funktechnik, Chowing hingegen experimentierte damit, unterschiedliche Signale auf eine Sinusschwingung zu modulieren, um somit komplexere Klänge zu erzeugen.

34 General Instruments (1978): Datenblatt AY-3-8910. http://map.grauw.nl/resources/sound/generalinstrument_ay-3-8910.pdf (abgerufen am 13.01.2021)

35 Cymatics (o.J.): Sound Design Basics – FM Synthesis. <https://cymatics-assets.sfo2.cdn.digitaloceanspaces.com/2018/02/ColorChange-min.png> (abgerufen am 28.02.2022)

Bei der Frequenzmodulation wird ein modulierendes Signal, der Modulator, auf eine periodische Schwingung, dem Trägersignal, aufmoduliert. Das resultierende Signal ist das Trägersignal mit einer periodisch auftretenden Frequenzschwankung.

Bei der FM-Synthese sind die Tonhöhenverhältnisse des Trägers und des Modulators aufeinander abgestimmt, der Modulator hat meist eine ähnliche Frequenz wie das Trägersignal. Verändert man bestimmte Eigenschaften des Modulators, kann man die Klangfarbe des resultierenden Signals beeinflussen.

Die Amplitude des Modulators bestimmt die Stärke des Effekts der Frequenzmodulation, die Frequenz des Modulators bestimmt die Klangfarbe. Je höher die Frequenz ist, desto heller klingt das resultierende Signal. Oftmals werden mehrere Modulatoren in Reihe geschaltet, um ein noch komplexeres Sounddesign zu ermöglichen.³⁶ FM-Synthese diente als Basis für die DX7-Keyboards von Yamaha. Das Instrument wurde 1983 veröffentlicht und war besonders attraktiv für Musiker, da es einen kompakten Aufbau hatte und leicht zu bedienen war. Die Keyboards kamen mit einer bereits vorinstallierten Bibliothek von Sounds, welche per Knopfdruck abgerufen werden konnten. Später wurden FM-Chips in Arcades und Konsolen verbaut.

3.2 MOD – Module Files

Die Abkürzung MOD steht für Module Format und ist eine Sammlung von unterschiedlichen Trackerformaten, die zur Speicherung von Musik durch Steuerungsdaten dienen. Die Soundkarte des Computers rechnet diese Steuerungsdaten um und generiert dabei die Musik. Neben den Steuerungsdaten speichert MOD auch Informationen über die digitalen Samples der einzelnen Instrumente ab.³⁷ Dies sorgt dafür, dass der Klang des Musikstücks unabhängig von der Soundkarte ist.

MOD-Dateien werden in sogenannten Trackern erstellt. Diese stellen Musikdaten in Form einer Tabelle dar. Musikalische Sequenzen beinhalten Nummern für Noten, Instrumente und unterschiedliche Metadaten wie diverse Lautstärkeinstellungen und Effekte, die die Tonhöhe und -länge der einzelnen Noten und ihre Eigenschaften beschreiben sollen. Die Bedienung eines Trackers geschieht meist durch die Tastatur. Anders als bei herkömmlichen Sequencern wird die Musik aufgrund des tabellarischen Aufbaus von oben nach unten gelesen. Die Anzahl der Noten, die gleichzeitig abgespielt werden können, hängt von dem jeweiligen MOD-Format ab.³⁸

36 Vgl. Friedrich, 2008, S. 72 - 73

37 Vgl. Phillips, 2014, S. 208 - 209

38 Vgl. Collins, 2008, S. 58



Abb. 10: Der Soundtracker V2.3 von Karsten ObarSKI³⁹

3.3 MIDI – Musical Instrument Digital Interface

Anfang der 80er Jahre gründeten Hersteller elektronischer Musikinstrumente wie Yamaha oder Roland die MIDI Manufacturers Association, welche einen Standard entwickeln wollten, die es Keyboards ermöglichte, Tastaturbefehle an Synthesizer zu senden. 1983 wurde MIDI veröffentlicht und diente als Schnittstelle zwischen Musikinstrument und Computer sowie anderen elektronischen Geräten. Später wurde der Standard weiterentwickelt, um auch die Übermittlung von Steuersignalen zwischen Mischpulten und Effektgeräten zu ermöglichen. Vor der Entstehung von MIDI bestand die Möglichkeit, Synthesizer mit einer Control Voltage zwischen +10V und -10V zu steuern. Dies konnte eine Gleich- oder Wechselspannung sein. Aufgrund fehlender Standardisierung war diese Technik nicht weit verbreitet.⁴⁰

MIDI-Nachrichten sind systematisch in Channel Voice, Channel Mode, System Common, System Realtime und System Exclusive Message unterteilt. Die Noten- und Kontrollbefehle sind jeweils einem der 16 verfügbaren MIDI-Kanäle zugeordnet. Diese Kanäle sind virtuell und werden auf einer Leitung übertragen. Eine Channel Voice Message beinhaltet am Anfang ein Statusbyte, bei dem das erste Bit, auch Most

39 Janeway Amiga Scene Demo Search Engine, Soundtracker V2.3.
<http://kestra.exotica.org.uk/files/screenies/59000/Soundtracker23a.png> (abgerufen am 28.02.2022)

40 Vgl. Smyrek, Volker (2016): Tontechnik: für Veranstaltungstechniker in Ausbildung und Praxis, 3., korrigierte Auflage 2016, Stuttgart: Hirzel, S., Verlag. S. 267

Significant Bit (MSB) genannt, immer eine 1 ist. Danach folgen ein oder zwei Datenbytes mit einem MSB = 0. Da das erste Bit eines Datenbytes festgelegt ist, stehen nur 7 Bits, also 128 dezimale Werte für die Information zur Verfügung.⁴¹ Das Wiedergabegerät muss in der Lage sein, diese Steuerinformationen lesen und interpretieren zu können und eine Möglichkeit der Klangsynthese besitzen, da bei MIDI keine Audio-Samples übertragen werden.⁴²

Wavetable-Synthese

Häufig wurde für die Erstellung von Klängen für MIDI-Musikstücke die Wavetable-Synthese genutzt. Hierbei werden Samples akustischer Instrumente verwendet. Die Samples bestehen aus einer komplexen Schwingung, welche durch Filter und Hüllkurvengeneratoren bearbeitet werden. Dadurch entsteht ein neuer synthetischer Klang. Das eingespielte Sample wird dabei in seine zeitlichen Bestandteile zerlegt: in das Einschwingen, den Übergangsteil zum dauerhaften Ton, dem quasistationärer Ton und dem Ausschwingen. Der quasistationäre Ton wird so lange gespielt, wie der Ton gehalten werden soll. Im Audio-Sample werden dabei Marker gesetzt, die die Stellen für das Looping definieren.

Änderungen in der Tonhöhe entstehen durch das Transponieren der Frequenz des originalen Samples. Hier zeigt sich ein Nachteil der Synthese-Methode, da unterschiedliche Instrumente tonunabhängige Resonanzfrequenzbereiche aufgrund ihres physikalischen Aufbaus besitzen. Wird ein Sample gepitcht, so wird auch der Resonanzfrequenzbereich verschoben, was dafür sorgt, dass das Sample seinen natürlichen Klang verliert. Um dem entgegenzuwirken, werden mehrere Samples für unterschiedliche Oktavbereiche genutzt. Ein weiterer Nachteil ist, dass natürliche Spielweisen kaum bis gar nicht nachgebildet werden können. Leise Töne haben in der Natur einen geringeren Obertonanteil als laute Töne, bei der Wavetable-Synthese hingegen wird nur die Lautstärke der Samples beeinflusst. Auch dies sorgt dafür, dass der natürliche Klang traditioneller Instrumente verloren geht.⁴³

41 Vgl. Smyrek, 2016, S. 269

42 Vgl. Friedrich, 2008, S. 199

43 Vgl. ebd., S. 73

3.4 Arbeit mit Samples

In den frühen Zeiten der Videospiegelgeschichte wurden Soundeffekte und Musik durch spezielle Soundchips beziehungsweise -karten in Echtzeit generiert. Klänge können aber auch als Samples abgespeichert und bei Bedarf wiedergegeben werden. Dies geschieht in der modernen Videospiegelproduktion.

Sampling

Ein Audio-Sample entsteht durch die Digitalisierung eines analogen Audiosignals. Dabei wird die Amplitude des analogen Audiosignals in kurzen Zeitabständen gemessen und als absoluter Zahlenwert festgehalten. Bei der A/D-Wandlung wird die ermittelte Amplitude der Eingangsspannung gespeichert und in eine binäre Zahlenfolge bestehend aus 0 und 1 umgewandelt. Bei der Digitalisierung eines Audiosignals finden zwei Prozesse statt: das Sampling und die Quantisierung.⁴⁴

Sampling bedeutet, dass die Amplitude des Eingangssignals bei der Digitalisierung in regelmäßigen Abständen abgetastet wird. Dabei werden Proben aus dem Eingangssignal entnommen, welche man Samples nennt. Diese Samples werden in eine Folge von binären Zahlen umgesetzt. Die Anzahl der Samples, die pro Sekunde erfasst werden, nennt sich Sampling-Frequenz. Nach dem Nyquist-Theorem muss die Sampling-Frequenz mindestens doppelt so hoch wie die höchste zu erfassende Frequenz sein.⁴⁵ In der digitalen Audioproduktion haben sich 44,1kHz beziehungsweise 48kHz durchgesetzt.

Quantisierung ist die Übersetzung der ermittelten analogen Spannungswerte in eine binäre Information. Die Genauigkeit des Prozesses hängt von der Anzahl der einzelnen 0- oder 1-Informationen (Binary Digits oder kurz Bits) ab, die das digitale Wort zusammensetzen. Eine Bittiefe von 16 Bit lässt beispielsweise 2^{16} , also 65.536 Einzelwerte zu.⁴⁶

PCM steht für Pulsecodemodulation. Bei der Wandlung werden dabei für jedes Sample ein vollständiges Datenwort erzeugt. Zur Ermittlung des Datenworts stehen unterschiedliche technische Lösungen zur Verfügung. Bei dem Flash-Verfahren wird die Amplitude dadurch erfasst, dass man sie in einem Arbeitsschritt mit allen vorhandenen Referenzspannungen vergleicht und den höchsten Wert als

44 Vgl. Henle, Hubert (2001): Das Tonstudio Handbuch: Praktische Einführung in die professionelle Aufnahmetechnik. Grundlagen der Akustik. Analoge und digitale Audiotechnik. ... und Regieraum-Design (Factfinder-Serie), 5. Auflage: GC Carstensen Verlag. S. 72.

45 Vgl. ebd., S. 73

46 Vgl. ebd., S. 76

Digitalinformation weitergibt. Bei einer Bittiefe von 16 Bit wären beispielsweise 65.536 Einzelvergleiche in der Zeit zwischen zwei Samples nötig. Dies führt dazu, dass das Flash-Verfahren für 16 Bit oder höher sehr ungeeignet ist. Bei dem Wägeverfahren wird das höchste Bit als Referenzspannung ermittelt, welche vom Signal noch überschritten werden kann. Dabei bleibt eine Differenz zwischen der tatsächlichen Spannung und der Referenz übrig, für welche das zweithöchste Bit des Datenworts ermittelt wird. Daraus wird erneut die Differenz zwischen der tatsächlichen Spannung und der Referenz ermittelt. Das Verfahren wird solange fortgesetzt, bis alle Bits des Datenworts gesetzt sind.⁴⁷

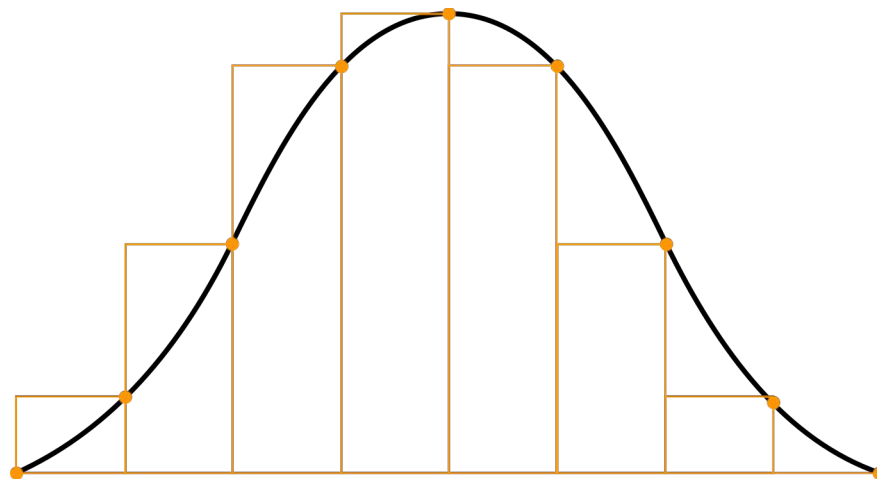


Abb. 11: Abtastung einer Welle durch die Pulscode-Modulation⁴⁸

DAW – Digital Audio Workstation

Um Samples produzieren zu können, werden sogenannte Digital Audio Workstations (DAW) genutzt. Diese dienen der Aufnahme und Nachbearbeitung digitaler Audiosignale und werden für Tonaufnahmen, Musikproduktionen, Sounddesign und Mastering genutzt. Die Darstellung erfolgt wie bei Sequencern in einer horizontalen Ansicht. In einer DAW sind viele unterschiedliche Komponenten, meist in Form von VST-Plugins, integriert, die die Nachbearbeitung ermöglichen sollen. Typische Komponenten sind beispielsweise Equalizer, Kompressoren, Limiter, Reverb oder Delay. Ebenfalls können durch Klangsynthese und Sampling Klänge erzeugt werden. DAW's unterstützen MIDI, was beispielsweise ermöglicht, MIDI-Keyboards zu verbinden, die die Komposition vereinfachen sollen. Dabei können MIDI-Daten genutzt werden, um Klänge von Synthesizern oder Samplern abzuspielen. Abgeschlossene Produktionen können in PCM-Formaten wie mp3 oder WAV abgespeichert und weiterverwendet werden.

⁴⁷ Vgl. Henle, 2001, S. 78 - 79

⁴⁸ Abbildung vom Verfasser

Middleware

Um Musik und Soundeffekte in Videospiele einbauen zu können, wird Middleware genutzt. Dies ist eine Software, die die Umsetzung von komplexen Soundscapes in Videospiele ermöglicht. Hierbei werden Audiodateien zu übergeordneten Objekten zusammengefasst, welche später weiterverarbeitet werden können.⁴⁹ Ein häufiges Anwendungsgebiet ist die Erstellung von Schrittsounds. Eine Anzahl von Audiodateien werden hierbei in einem Container zusammengefasst und mit bestimmten Eigenschaften beschrieben. Beim Laufen des Charakters werden die Samples in zufälliger Art und Weise aus dem Container abgerufen und wiedergegeben. Eigenschaften dieser Schrittsounds können beschreiben, dass für den linken und rechten Fuß jeweils individuelle Sounds und durch den Bodenbelag andere Samples abgespielt werden. Auch kann festgeschrieben werden, nach welcher Zeit ein bestimmtes Sample wieder abgespielt werden darf.

Middleware sorgt für eine Verkleinerung des Arbeitsaufwands bei der Produktion von Ton für Videospiele, da der Workflow in zukünftige Spiele übernommen werden kann. Durch die Standardisierung ist es auch einfacher, Selbstständige in Projekte zu integrieren. Neben dem Sounddesign kann Middleware auch für die Musikgestaltung genutzt werden, da sich adaptive Konzepte einfach mit der Software umsetzen lassen. Häufig verwendete Middleware sind beispielsweise Wwise oder FMOD.⁵⁰

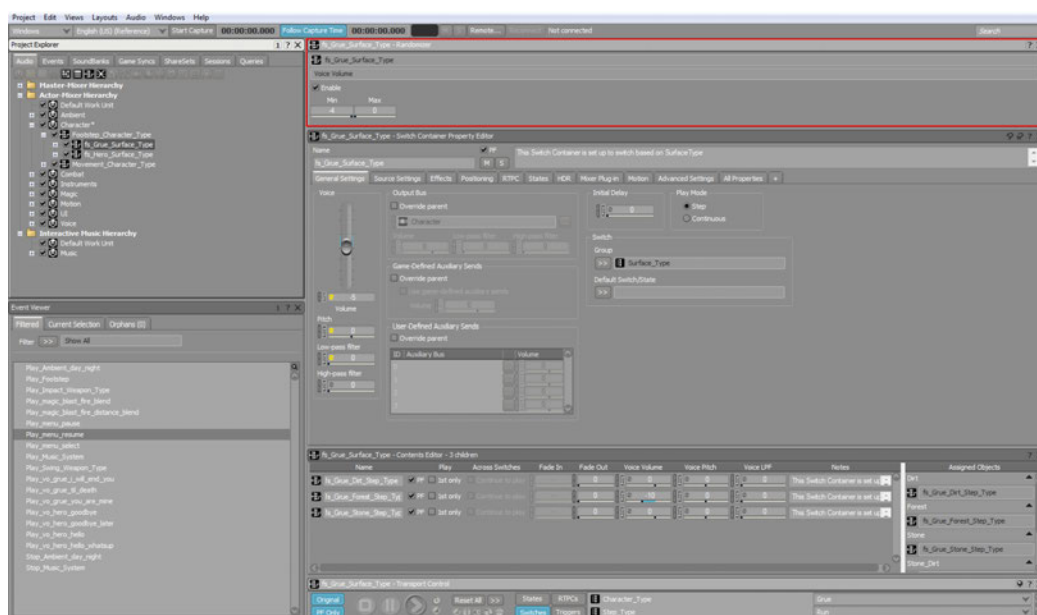


Abb. 12: Benutzeroberfläche der Middleware Wwise⁵¹

49 Leenders, Matts Johan (2015): Sound für Videospiele: Besondere Kriterien und Techniken bei der Ton- und Musikproduktion für Computer- und Videospiele (Marburger Schriften zur Medienforschung 38), 1. Aufl., Marburg: Schüren Verlag. S. 117

50 Vgl. ebd., S. 117 - 120

51 audiokinetic, View Docking. https://www.audiokinetic.com/images/2017.2.10_6745/?source=WwiseProjectAdventure&id=image11.png (abgerufen am 09.03.2022)

4. Geschichte der Produktion von Videospelmusik

Die Geschichte von Videospielen ist geprägt von technischen Limitationen. Wenig Speicherplatz und Rechenleistung erschwerten die Produktion von Spielen und sorgten dafür, dass Spieleentwickler kreativ werden mussten, um diese Limitationen umgehen zu können. Dies zeigt sich auch in der musikalischen Untermalung von Videospielen, da Komponisten in der Vergangenheit auf viele Probleme gestoßen sind. Typische technische Limitationen, mit denen Tongestalter zu kämpfen hatten, waren eine begrenzte Anzahl an Audiokanälen; begrenzte Tonregister; schlechtere Klangqualität im Vergleich zu Filmen durch Limitationen bestimmter Synthese-Methoden; fehlende technische Möglichkeiten, adaptive Musik umzusetzen; begrenzter Speicherplatz; fehlende Rechenleistung und die zeitaufwendige und komplizierte Programmierung von Musik.⁵²

4.1 1971 – 1983: Die Anfänge der Videospiegelindustrie

Bereits 1958 wurde mit Tennis for Two das erste Videospiel vom amerikanischen Physiker William Higinbotham entwickelt. Das Spiel wurde auf einem Analogcomputer und einem Oszilloskop wiedergegeben. Dargestellt wurde ein zweidimensionales Tennisfeld mit einem Netz, der Spieler musste den Ball mit einem Schläger über das Netz schlagen. Tennis for Two wurde jedoch nicht für den Konsumenten veröffentlicht und diente der Vorführung der neuen Technik von Analogcomputern. Aufgrund fehlender technischer Lösungen besaß das Spiel keinen Sound.⁵³

1962 entwickelte der Tech Model Railroad Club am MIT in Cambridge mit Space War das erste digitale Videospiel. Auch dieses Spiel besaß keinen Sound und wurde nicht veröffentlicht, da die benötigte Computertechnik sehr viel Platz eingenommen hat und in der Gesellschaft nicht weit verbreitet war.⁵⁴ Der amerikanische Ingenieur Nolan Bushnell war begeistert von Space War und wollte das Spiel für die Öffentlichkeit zugänglich machen.

52 Vgl. Sweet, 2014, S. 21

53 Vgl. Collins, 2008, S. 8

54 Vgl. Kent, Steven (2010): The Ultimate History of Video Games: from Pong to Pokemon and beyond...the story behind the craze that touched our lives and changed the world, 1. Aufl., New York: Three Rivers Press. S. 44 - 45

Da viele Menschen keinen Computer besaßen, kam Bushnell auf die Idee, eine Maschine zu entwickeln, die darauf ausgelegt ist, Space War abzuspielen. 1971 veröffentlichte er das Spiel unter dem Namen Computer Space. Das Spiel besaß nur rudimentär eine klangliche Untermalung, da kein Soundchip verbaut wurde. Die Technik bestand aus drei Leiterplatten, wovon jede jeweils ein Raumschiff gesteuert hat. Die Raketen- und Asteroiden-Sounds entstanden durch spezielle elektrische TTL-Schaltungen (transistor to transistor logic) der 74er-Reihe von Texas Instruments.

Die Anfänge von Sound in Arcades

1972 gründete Nolan Bushnell gemeinsam mit Ted Dabney die Firma Atari, welche sich auf die Entwicklung von Videospiele spezialisiert hat. Noch im selben Jahr entwickelte der Ingenieur Al Alcorn, der direkt nach seinem Studium von Atari eingestellt wurde, das Videospiel Pong. Bushnell wurde durch das elektronische Ping-Pong-Spiel auf der Heimkonsole Magnavox Odysee inspiriert und beauftragte Alcorn, ein ähnliches Spiel zu entwickeln. Nach der Fertigstellung des ersten Prototypen kam Bushnell auf die Idee, dass Sound das Spielerlebnis verbessern würde. Er wollte, dass man das Publikum jubeln hört, wenn der Spieler einen Punkt macht oder dass das Publikum den Spieler ausbuht, wenn er einen Punkt verliert.

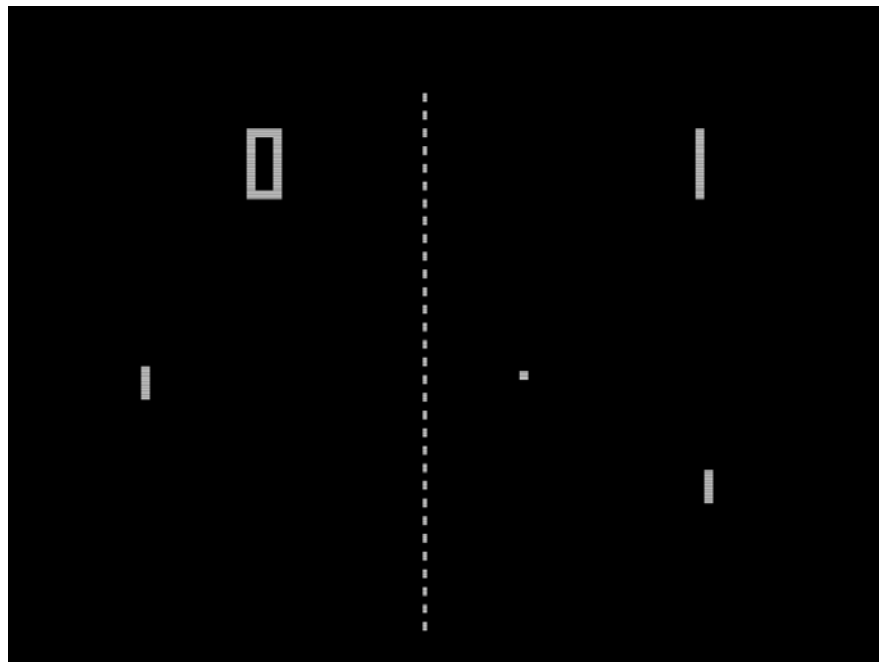


Abb. 13: Pong (1972) von Atari⁵⁵

55 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/Pong.svg/1280px-Pong.svg.png> (abgerufen am 09.03.2022)

Die Umsetzung hingegen war unmöglich, da es keine elektrischen Bauteile gab, die solche Klänge ermöglicht hätten, weswegen Alcorn nach Alternativen suchen musste. Er nutzte den in der Schaltung verbauten Signalgenerator, welcher kurze Impulse ausgegeben hat, wenn der Ball den Schläger berührt hat. Dieser Impuls wurde durch einen Lautsprecher hörbar gemacht. Nach seiner Veröffentlichung war Pong ein so großer Erfolg, dass viele Firmen wie Chicago Coin, Sega oder Midway in das Arcade-Geschäft einstiegen und selbst Videospiele produzierten.⁵⁶

Sound spielte in den ersten Arcades keine große Rolle, da die Rechenleistung der Maschinen nicht gereicht hat, komplexere Sounds während des Spielens zu berechnen und der Speicherplatz sehr stark limitiert war. Wenn Musik genutzt wurde, dann spielte sie meist im Hauptmenü oder bei einem Game Over, da hier genug Rechenleistung für den Sound zur Verfügung stand. Während des Spiels wurden meist nur Soundeffekte genutzt. Da es anfangs keine Soundchips gab, mussten die Töne durch eigene Schaltkreise synthetisiert oder vom Mikroprozessor selbst generiert werden. In *Sea Wolf* (1976) bauten die Entwickler eigene Schaltkreise, die die Töne von Torpedos und U-Booten erzeugt haben.⁵⁷

Ein weiteres Problem war die schwierige Programmierung der Musik. Das bedeutet, dass der Komponist umfassende Programmierkenntnisse benötigte, um Musik für Videospiele schreiben zu können. In den meisten Fällen war der Komponist gleichzeitig der Spielentwickler. Dies führte dazu, dass nur wenige Spiele selbstkomponierte Musik genutzt haben, stattdessen wurde lizenzierte Musik verwendet. In *Boot Hill* (1977) von Midway Games wurden lizenzierte monophone Melodien genutzt. Vor dem Start des Spiels wird „Pop goes the Weasel“, wenn der Spieler den Gegner besiegt wird Chopins „Funeral March“ und am Ende des Spiels wird „Bugler's Assembly“ abgespielt.⁵⁸ Auch hier wurden während des eigentlichen Spiels nur Soundeffekte abgespielt, da Rechenleistung zur Generierung von Musik gefehlt hat.

Space Invaders (1978) von Taito nutzte erstmals eine kontinuierliche musikalische Untermalung des Spielgeschehens. Ziel des Spiels war es, eine Armee von Aliens zu bekämpfen, die immer näher an die Erde kamen. Das Spielgeschehen wurde von einem simplen Loop mit einer Länge von vier Tönen begleitet.



Abb. 14: Noten von *Space Invaders* (1978)⁵⁹

56 Vgl. Kent, S. 2001, S. 73

57 Vgl. Sweet, 2014, S. 89

58 Vgl. ebd., S. 89

59 Abbildung vom Verfasser

Hier zeigten sich auch erste Ansätze einer dynamischen Musikgestaltung. Die Musik startet bei 60 bpm, was die Herzschlagfrequenz eines Menschen in Ruhe darstellt. Je näher die Aliens an die Erde kamen, desto schneller wurde die Musik. Technisch war dies möglich, da durch das Bekämpfen der Aliens weniger Objekte auf dem Bildschirm dargestellt wurden, was es dem Prozessor ermöglichte, mehr Rechenleistung für die Musik bereitzustellen.⁶⁰

Spieleentwickler stießen trotz besserer Prozessoren schnell an ihre Grenzen, wenn es um die Implementierung von Videospelmusik ging. Die bessere Rechenleistung wurde meist für das Spielgeschehen und bessere Grafiken genutzt, weswegen viele Musikstücke monophon geschrieben wurden. Ende der 70er Jahre wurden die ersten PSG's entwickelt, welche sich allein um die Synthese von Tönen gekümmert haben. Diese ermöglichten eine einfachere Implementierung von Sound und sorgten für mehr Möglichkeiten bei der musikalischen Untermalung von Videospiele, da nun der Prozessor nicht mehr allein für die Klanggestaltung genutzt werden musste. PSG's ermöglichten die Komposition von mehrstimmigen und somit komplexeren Musikstücken. General Instruments entwickelte mit der AY-8910-Modellreihe eine Kollektion von unterschiedlichen Soundchips, welche in vielen Arcades verbaut wurden.

Namco nutzte PSG's in Spielen wie Rally X (1980) oder Pac-Man (1980). In Rally X spielt ein Loop mit einer Länge von sechs Takten während des Spielgeschehens. Aufgrund des fehlenden Speicherplatzes mussten Loops genutzt werden, um kontinuierliche Musik gewährleisten zu können.⁶¹ Namco nutzte einen speziellen Trick in der Programmierung der Musik, um Speicherplatz sparen zu können. Statt die Musik als Code auszuschreiben, wurde nur die Melodie, welche ein Takt lang ist, beschrieben und vier mal hintereinander wiederholt. Für den fünften und sechsten Takt wurde die Melodie tiefer gepitcht.⁶² Pac-Man hingegen nutzte den PSG größtenteils für die Synthese von Soundeffekten, während des Spiels wurde keine Musik abgespielt. Vor dem Start des Spiels hingegen wird eine kurze Zwischensequenz wiedergegeben, die musikalisch begleitet wird.⁶³

60 Vgl. Liebe, Michael (2013): Interactivity and Music in Computer Games, in: Peter Moormann (Hrsg.), *Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance (Musik und Medien)*, 2013. Aufl., Wiesbaden: Springer VS. S. 41

61 Vgl. Collins, 2008, S. 12

62 Vgl. ebd., S. 148

63 Vgl. Fritsch, Melanie (2013): History of Video Game Music, in: Peter Moormann (Hrsg.), *Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance (Musik und Medien)*, 2013. Aufl., Wiesbaden: Springer VS. S. 13

Spieleentwickler sahen großes Potential in den neuen Soundchips und verbauten mehrere PSG's in ihren Arcade-Maschinen. Jedoch wurden diese nicht genutzt, um komplexere Musikstücke abzuspielen, sondern um mehr Soundeffekte einbauen zu können. Da in Spielhallen viele Arcades nebeneinander standen und somit der Geräuschpegel sehr hoch war, spielte Musik nach wie vor eine untergeordnete Rolle. Firmen wie Konami oder Nintendo hingegen experimentierten mit unterschiedlichen Techniken, kontinuierliche Musik für ihre Spiele zu komponieren.

Ein erster Erfolg für Nintendo war das Arcade-Spiel Donkey Kong (1981). Obwohl die Konkurrenz PSG's nutzte, entwarf der Ingenieur Hirokazu Tanaka Schaltkreise, welche die Soundeffekte erzeugten. Die Musik wurde direkt von einem Koprozessor generiert, indem ein binärer Code geschrieben wurde, welcher vom Prozessor als Wellenform ausgegeben wurde.⁶⁴ Konami hingegen versuchte, Musik zu schreiben, welche nicht geloopt werden muss. Dieser Ansatz dynamischer Musik fand zuerst im Spiel Frogger (1981) Anwendung. Der Soundtrack bestand aus elf Musikstücken, welche auf japanischen Kinderliedern basierten. Am Spielbeginn wird das erste Musikstück abgespielt. Kann der Spieler den Frosch innerhalb eines Zeitlimits sicher an das Ende des Levels manövrieren, gibt es einen harten Cut zum nächsten Musikstück. Verliert der Spieler, startet das Spiel neu und die Musikstücke werden von Anfang an abgespielt.⁶⁵

Die Anfänge von Videospielekonsolen

Neben Arcades versuchten Ingenieure Konsolen für den Heimbedarf zu entwickeln. Ralph Baer entwickelte 1972 die Magnavox Odyssey. Das Bild der Konsole wurde in schwarz/weiß wiedergegeben, ebenfalls wurde kein Soundchip verbaut. Das Basisspiel der Odyssey war ein elektronisches Tischtennispiel, welches als Vorlage von Pong diente. Die Darstellung war sehr simpel, zwei weiße Quadrate stellten die Spieler, eine weiße Linie das Netz und ein kleines, weißes Quadrat den Ball dar. Um andere Sportarten wie Fußball oder Volleyball darstellen zu können, wurden die vier Objekte unterschiedlich angeordnet. Da die Magnavox Odyssey nur eine kleine Spielebibliothek besaß, war sie nicht sehr erfolgreich. Nachfolgende Konsolen wie der Coleco Telestar oder die Nintendo Color TV-Games waren so konzipiert, dass sie nur ein Spiel beziehungsweise eine kleine Auswahl an vorinstallierten Spielen wiedergeben konnten. Dies führte dazu, dass viele Konsolen, aber wenige Spiele auf dem Markt erwerbbar waren, weswegen die Verkaufszahlen zwischen 1977 und 1978 massiv einbrachen.

64 Vgl. Brandon, Alexander (2002): Shooting from the Hip: An Interview with Hip Tanaka. Game Developer. <https://www.gamedeveloper.com/audio/shooting-from-the-hip-an-interview-with-hip-tanaka> (abgerufen am 17.01.2022)

65 Vgl. Collins, 2008, S. 19-20

1977 veröffentlichte Atari das Atari Video Computer System (VCS). Diese Konsole unterschied sich von seinen Konkurrenten, da Videospiele nicht direkt auf der Konsole, sondern auf Cartridges abgespeichert wurde. Somit konnte nach Veröffentlichung der Konsole die Auswahl an Spielen stetig erweitert werden. Atari entwickelte den Television Interface Adapter (TIA), welcher allein für die Berechnung von der Grafik und dem Sound zuständig war. Der TIA besaß zwei Kanäle für den Ton, welche dann zu einem Monosignal gemischt wurden. Im Chip war ein 4-Bit-Wellenform-Schalter verbaut, welcher eine Auswahl an 16 unterschiedlichen Wellenformen und Einstellungen ermöglichte. Es gab zwei Einstellungen für Rechteckwellen in unterschiedlichen Frequenzbereichen, eine Sinuswellenoption, eine Sägezahnwellenoption und einige Einstellungen für unterschiedliche Rausch-Geräusche. Die Sägezahn- und Rechteckwellen wurden häufig für die Musik genutzt, die Sinuswelle und das Rauschen hingegen für Soundeffekte. Die Produktion von Musik auf dem VCS war jedoch sehr umständlich, da beide Audiokanäle je nach Einstellung unterschiedlich verstimmt waren.

Note	NTSC	PAL
E8	-11	-25
E7	-11	-25
A6	-14	-27
E6	-11	-25
C6	+2	-11
A5	-14	-27
E5	-12	-25
D5	-16	-29
C5	+2	-11
A4	-13	-27
F4	+0	-13
E4	-11	-25
D4	-16	-29
C4	+3	-11
A3	-14	-27
G3	-17	-31
F3	+1	-13
E3	-11	-25

Abb. 15: Verstimmungen eines Tuning Sets des Atari VCS in Cent⁶⁶

Die Verstimmungen entstanden durch den eingebauten Frequenzteiler, welcher im Vergleich zu anderen PSG's technisch schlecht umgesetzt war. Der Komponist hatte eine begrenzte Auswahl an unterschiedlichen „Tuning Sets“, in denen ein begrenztes Tonregister wiedergegeben werden konnte.

66 Collins, 2008, S. 22 (Abbildung vom Verfasser bearbeitet)

In den Tuning Sets wurde die Frequenz des Grundtons durch 32 Werte zwischen 1 und 32 geteilt, um die jeweiligen Frequenzen der Töne zu erhalten. Dies führte zur Verstimmung vieler Töne, einige waren teilweise bis zu einem Halbton höher beziehungsweise tiefer.⁶⁷ Dieser Umstand erschwerte mehrstimmige Kompositionen, weswegen viele Musikstücke einstimmig geschrieben wurden. Durch die verstimmten Audiokanäle konnten konventionelle Dur- und Molltonleitern nur schwer umgesetzt werden, weswegen viele Musikstücke einen ungewöhnlichen Klang hatten. Besonders bemerkbar ist dieser Umstand bei Portierungen von Arcade-Spielen. Ein deutliches Beispiel ist die Portierung von Up N Down von Sega. In der Arcade-Version spielt ein Blues in F#-Moll, durch die verstimmten Audiokanäle erhält das Musikstück bei der VCS-Version einen C-Moll-Charakter mit verstimmter Sekunde.

Die Konkurrenten von Atari hingegen nutzten PSG's in ihren Konsolen, welche eine bessere Klangqualität liefern konnten. Mattel veröffentlichte 1979 den Intellivision mit einer besseren Audio- und Grafikleistung als der Atari VCS, da beides durch unterschiedliche Chips berechnet wurde. Verbaut war der Soundchip AY-3-8914 von General Instruments. Dieser war ähnlich aufgebaut wie der AY-3-8910 und hatte eine bessere Klangqualität durch eine verbesserte Klangsynthese.⁶⁸ Da dieser Soundchip auch in vielen Arcades verbaut wurde, konnten Arcade-Spiele einfacher für den Intellivision portiert werden. Ebenso war es möglich, mehrstimmige Kompositionen zu schreiben. Ähnlich wie bei Arcades wurden meist lizenzierte Musikstücke bearbeitet. In Buzz Bombers (1983) wurde beispielsweise „Flight of the Bumblebee“ von Rimsky Korsakov adaptiert.⁶⁹

1982 veröffentlichte Coleco die ColecoVision, die in direkter Konkurrenz zu Mattel und Atari stand. Genutzt wurde der SN76489 von Texas Instruments, der ähnlich wie bei der Intellivision Portierungen von Arcade-Spielen vereinfachte. Der SN76489 hatte eine bessere Klangkapazität, da alle drei Tongeneratoren frei programmierbar waren und dadurch mehr Wellenformen zur Verfügung standen. Der vierte Kanal ist ein Rauschgenerator, welcher ebenfalls mehrere Klangoptionen zur Verfügung hatte.⁷⁰ Die ColecoVision hatte einen sehr guten Verkaufsstart durch die Portierung von Donkey Kong.

67 Vgl. Collins, 2008, S. 20 - 22

68 Vgl. General Instruments (o.J.): Datenblatt AY-3-8914.
https://console5.com/techwiki/images/8/88/AY-3-8914_Technical_Information.pdf (abgerufen am 17.01.2022)

69 Vgl. Collins, 2008, S. 23

70 Vgl. Texas Instruments (o.J.): Datenblatt SN76489.
http://map.grauw.nl/resources/sound/texas_instruments_sn76489an.pdf (abgerufen am 17.01.2022)

Atari, Mattel und Coleco standen in direkter Konkurrenz zueinander. Die Zeit der frühen 80er Jahre war geprägt von qualitativ schlechten Spielen, da viele Entwickler in das Videospiegelgeschäft eingetreten sind, welche kaum Erfahrungen und Kompetenzen in der Entwicklung von Videospiele hatten. Die Konsolenhersteller selbst gerieten unter Druck, da in kurzer Zeit viele Spiele auf ihren Konsolen veröffentlicht wurden. Atari hatte kein großes Interesse, anderen Spieleentwicklern eine Plattform mit ihrer Konsole zu bieten, da sie selbst Spiele für den VCS entwickelt haben. Atari selbst veröffentlichte immer mehr Spiele, die ebenfalls qualitativ minderwertig waren. Zwischen 1982 und 1983 waren so viele Spiele auf dem Markt, dass die große Masse das Interesse an Videospiele verloren hat. Die Verkaufszahlen von Konsolen und Spielen sind massiv eingebrochen. Dieser Videospiele-Crash sorgte dafür, dass viele Firmen Insolvenz anmelden mussten oder sich aus dem Videospielemarkt zurückgezogen haben.⁷¹

4.2 1983 – 1987: Die 8-Bit-Ära

Innovationen der Arcade-Industrie

Aufgrund des Videospiele-Crashes konzentrierten sich Spieleentwickler darauf, die Technik der Arcades zu verbessern. Innovationen wie neue Soundchips, neue Synthese-Methoden oder bessere 8-Bit-Prozessoren sorgten dafür, dass mehr Rechenleistung und Speicherplatz zur Verfügung standen, weswegen neue Konzepte zur musikalischen Untermalung von Videospiele entwickelt werden konnten. Entwickler experimentierten mit neuen Ansätzen, dynamischere Musik zu integrieren. In Dig Dug (1982) wird die Technik des Underscoring genutzt, um die Bewegungen des Charakters zu vertonen.⁷² In Cavelon (1983) muss der Spieler Items und Fragmente einer Tür sammeln, dies wird von einem Loop begleitet. Sammelt der Spieler ein Türfragment ein, wird ein kurzer Stinger abgespielt, danach startet der Loop mit einer neuen musikalischen Sequenz.⁷³

Aufgrund der immer weiter steigenden Popularität von Arcades wurden Musiker auf das neue Medium aufmerksam. Die Rockband Journey startete 1983 eine Kollaboration mit dem Spieleentwickler Bally Midway. Im gleichnamigen Spiel Journey (1983) wurden die Mitglieder der Band als Charaktere eingebaut und dreistimmige Arrangements ihrer Lieder auf einem PSG abgespielt. Erreicht der Spieler das Ende des Spiels, wird zum Beispiel das Lied „Don't stop believing“ abgespielt.⁷⁴

71 Vgl. Kent, S. 2001, S. 306 - 313

72 Vgl. Sweet, 2015, S. 90-91

73 Vgl. Collins, 2008, S. 20

74 Vgl. Sweet, 2015, S. 91

Aber auch neue technische Innovationen wie Laserdiscs fanden ihren Weg in den Videospelmarkt. Dragon's Lair (1983) von Cinematronics war eins der ersten Arcades, welches Gebrauch von dieser Technik machte. Laserdiscs ermöglichten es, bereits vorgerenderte Audio- und Videodateien abzuspielen. Komponisten waren deshalb nicht darauf angewiesen, ihre Musik für bestimmte Soundchips zu programmieren, sondern konnten die Musik konventionell produzieren. Dadurch war eine bessere Klangqualität möglich und bei Bedarf konnten sogar Instrumente eingespielt oder Sprache integriert werden. Chris Stone nutzte für seine Kompositionen für Dragon's Lair den Memory Moog Synthesizer und den Sampler Emu Emulator.⁷⁵ Stereo Sound spielte ebenfalls eine immer größere Rolle. Da PSG's nur einen Mono-Output zur Verfügung hatten, mussten mehrere Chips genutzt werden, um Stereo wiedergeben zu können. In Gyruss (1983) von Konami werden vier Soundchips genutzt, um einen breiteren Klang wiedergeben zu können. Im Spiel wird eine Variation von Bachs „Tocatta und Fuge in D-Moll“ abgespielt, ein Chip ist zuständig für die Melodie, ein weiterer Chip für die Drums und die restlichen zwei Chips spielen Soundeffekte ab.⁷⁶ Im folgenden Jahr wurden immer häufiger FM-Chips verwendet. Ein häufiger Vertreter war der YM2151 von Yamaha. Dieser Soundchip konnte acht Stimmen gleichzeitig abspielen und durch die Frequenzmodulation standen dem Komponisten eine größere Auswahl an Sounds zur Verfügung. Eins der ersten Arcades mit einem FM-Chip war Marble Madness (1984), der Soundtrack wurde von Brad Fuller und Hal Canon komponiert.

Charakteristisch für diese Ära war das Tempo der Innovationen, innerhalb weniger Jahre hat sich die Audioqualität deutlich verbessert. Loops haben sich als Stilmittel durchgesetzt, da sie in ihrer Produktion einfach waren und eine stetige musikalische Untermalung garantiert werden konnte. Aufgrund der besseren Technik wurden Loops immer länger und komplexer.

Die Anfänge der Videospelproduktion für Computer

Neben Arcades und Konsolen entwickelte sich die Computertechnik allgemein weiter. Computer waren ursprünglich nur für Universitäten und andere Forschungseinrichtungen erhältlich, da die Technik oft ganze Räume eingenommen hat und man Programmierkenntnisse benötigte, um mit ihnen umgehen zu können. Ingenieure entwickelten in den 70er Jahren neue Computer, die für den privaten Heimgebrauch gedacht waren. 1977 veröffentlichte Apple mit dem Apple II den ersten Heimcomputer.

75 Vgl. Sweet, 2015, S. 91

76 Vgl. Collins, 2008, S. 15

Dieser hatte keinen integrierten Soundchip, was bedeutet, dass der Prozessor sich um die Audioverarbeitung kümmern musste. Ähnlich wie bei den ersten Arcades hatte der Apple II dadurch eine schlechte Audioqualität, während der Prozessor mit der Berechnung von verschiedenen Anwendungen beschäftigt war, konnte der Audioverarbeitung nicht genügend Rechenleistung zur Verfügung gestellt werden.⁷⁷ Um dies zu umgehen, gab es die Möglichkeit, externe Soundkarten einzubauen. 1983 veröffentlichte die Firma Sweet Micro Systems die Audiokarte „Mockingbird“, welche auf der Technik des AY-3-8910-Chips von General Instruments basierte. In den Folgejahren wurden weitere Soundkarten entwickelt, die eine bessere Klangsynthese, mehr Stimmen und sogar Sprachsynthese ermöglichten. Der Apple II wurde ursprünglich für Büroanwendungen entwickelt, jedoch besaß er einen Gameport, an dem ein Controller angeschlossen werden konnte. Sierra On-Line entwickelte textbasierte Adventure-Spiele wie Mystery House (1980) oder Ulysses and the Golden Fleece (1982) für den Computer. Text-Adventures waren sehr beliebt, da Tastaturen eine neue Art der Befehlseingabe ermöglichten. Diese Spiele waren jedoch meist ohne Sound, da es keine Standards für die unterschiedlichen Soundkarten gab, weswegen nicht jedes Spiel mit jeder Soundkarte kompatibel war.

Konkurrent des Apple II war der IBM PC, welcher 1981 veröffentlicht wurde. Dieser nutzte preisgünstige Komponenten, weswegen er für mehr Konsumenten erschwinglich war. Ähnlich wie der Apple II musste die Soundkarte nachgerüstet werden, weswegen viele Spiele auf Sound verzichtet haben.

1982 veröffentlichte Commodore den C64, einen Heimcomputer, welcher direkt als Game Computer beworben wurde. Für den Sound war der SID-Chip (Sound Interface Device) verantwortlich, welcher für seine Zeit eine gute Audioqualität hatte. Dem SID-Chip standen drei Audiokanäle zur Verfügung. Anders als bei herkömmlichen PSG's konnten jedem Kanal und jedem einzelnen Ton dynamisch eigene Wellenformen wie Sägezahn-, Dreieck und Rechteckwellen sowie Rauschen zugewiesen werden.⁷⁸ Jeder Kanal besaß einen eigenen Hüllkurvengenerator, welcher dafür genutzt werden konnte, bestimmte Charakteristiken von traditionellen Instrumenten zu imitieren. Für jeden Ton konnten eigene Filter wie Hochpass-, Tiefpass-, Bandpass- oder Notch-Filter sowie diverse Filter für Resonanzen und Effekte wie Ringmodulation geladen werden. Ein weiterer Vorteil war das umfangreiche Tonregister, welches vergleichbar mit dem Tonumfang eines Klaviers ist. Dies machte den Soundchip für viele Komponisten attraktiv, da komplexere Kompositionen möglich waren.

77 Vgl. Fritsch, 2013, S. 15

78 Commodore (1982): Datenblatt des SID-Chips.
http://archive.6502.org/datasheets/mos_6581_sid.pdf (abgerufen am 18.01.2022)

Ein Problem des C64 war, dass mehrere Varianten des Computers mit unterschiedlicher Architektur veröffentlicht wurden. Dies führte dazu, dass die Filter je nach Version des C64 einen unterschiedlichen Klangcharakter hatten, was teilweise zu starken Verzerrungen führen konnte. Dieses Problem wurde umgangen, indem man in Spielen eine Option einbaute, welche dem Spieler eine Auswahl an unterschiedlichen Filtereinstellungen zur Verfügung stellte.⁷⁹ Bei der Produktion von Musik auf dem C64 zeigten sich ähnliche Probleme wie bei Arcades und Konsolen. Die Musik musste in Assemblersprache geschrieben werden, was die Produktion anspruchsvoll gestaltet hat. Ein weiteres Problem war der Speichermangel. Spiele konnten auf drei unterschiedlichen Speichermedien wiedergegeben werden: Disketten, Datenkassetten und Cartridges. Maximal 170 kB Speicherplatz standen den Entwicklern zur Verfügung, für den Ton waren meist nur 5 – 10 kB vorgesehen, da viele Game Directors mehr Wert auf die Grafik gelegt haben. Tongestalter mussten deswegen nach Methoden suchen, um Speicherplatz sparen zu können. So wurden häufig kurze Loops mit einer Länge zwischen 10 – 60 Sekunden genutzt.⁸⁰

Charakteristisch für den C64 war die Entstehung neuer Genres und einem neuen Verständnis für das Medium Videospiele. Viele Spiele, insbesondere Arcade-Spiele, konzentrierten sich auf das Konzept des Highscores. Spiele sollten innerhalb einer Sitzung durchgespielt werden, dabei soll der Spieler mit einer begrenzten Anzahl von Versuchen so viele Punkte wie möglich sammeln. Entwickler auf dem C64 erkannten in Videospiele jedoch eine neue Kunstform und versuchten, neue Konzepte und Genres umzusetzen. *Moondust* (1983) von Origin Systems sieht sich selbst als Kunstspiel. Aufgabe ist es, einen Astronauten durch das Weltall zu steuern. Dieser hinterlässt eine farbige Spur, durch welche die sich auf dem Bildschirm befindenden Raumschiffe fliegen müssen. Gelingt dies, erzeugen die Raumschiffe Töne, welche einen Bestandteil der Musik darstellten.

Der C64 hatte für die Verhältnisse seiner Zeit eine gute Audioqualität gehabt, jedoch war der Umgang mit der Technik weiterhin sehr anspruchsvoll, was dazu führte, dass Musik in vielen Spielen trotz neuer Ansätze nach wie vor eine untergeordnete Rolle gespielt hat. Viele Videospiele hatten keinen bis wenig Sound gehabt, unter den hundert bestverkauften Spielen des C64 besaßen zehn Spiele keinen Sound.⁸¹ Trotzdem führte die Klangästhetik des C64 zur Entstehung neuer Musikszene wie die Hacking-, Cracking-, Demo-, Chiptune- oder Remixszene. Der C64 war für einige Musiker trotz des hohen Anspruchs ein attraktives Gerät zur Produktion von Musik.

79 Vgl. Collins, 2008, S. 30

80 Vgl. ebd., S. 31

81 Vgl. Collins, 2007, S. 217

Während der C64 hohe Verkaufszahlen aufweisen konnte, entwickelte IBM weiter an neuer Technik für ihre Heimcomputer. 1984 wurde der IBM PCjr veröffentlicht, in welchem deutlich hochwertigere Technik als bei seinem Vorgänger verbaut wurde. Der PCjr wies eine bessere Audio- und Grafikkapazität auf, da beides durch verschiedene Chips unabhängig voneinander berechnet wurde. Verbaut war der Soundchip SN76496 von Texas Instruments. Mit ihm standen vier Audiokanäle zur Verfügung, drei Kanäle konnten Rechteckschwingungen, der vierte Kanal Rauschen generieren. Somit hatte der IBM PCjr einen ähnlichen Sound wie viele Arcades seiner Zeit. Da in jedem Rechner die selbe Soundkarte verbaut wurde, spielte Sound eine größere Rolle, da jeder Besitzer die selben Spezifikationen besaß. Der PCjr spezialisierte sich auf Büroanwendungen, doch neben Disketten konnten auch Cartridges abgespielt werden, weswegen auch Videospiele auf dem Heimcomputer vertrieben wurden. Sierra On-Line wurde von IBM angeheuert, ihre Spiele für ihren Heimcomputer zu entwickeln. Spiele wie King's Quest (1984) nutzten die komplette Audiokapazität des SN76496 aus, ein Rechteckkanal wurde für die Melodie, die restlichen zwei Kanäle für Begleitstimmen genutzt. Der Rauschgenerator hingegen wurde für Soundeffekte genutzt.⁸²

Commodore übernahm 1984 die Firma Amiga, welche 1981 von einem ehemaligen Entwickler von Atari gegründet wurde. Amiga entwickelte Heimcomputer, die in ihrer Bedienung einsteigerfreundlich sein sollten, um die neue Computertechnik zugänglicher zu gestalten. Ähnlich wie bei Commodore wurden die Amiga-Computer als Game Computer beworben. 1985 wurde der Amiga 1000 veröffentlicht. Verbaut war der eigens entwickelte Soundchip „Paula“ mit vier Kanälen und einem 8-Bit-Stereo-Output.⁸³ Für seine Zeit konnte der Soundchip relativ komplexe Klänge über ein Tonregister von neun Oktaven erzeugen. Die Sounds wurden entweder synthetisch generiert oder konnten als digitale Samples abgespeichert werden. Jedem Kanal standen eigene Lautstärkeregler und Effekte wie Vibrato oder Tremolo zur Verfügung, jedoch gab es keinen Hüllkurvengenerator.⁸⁴

Aufgrund der guten Audioqualität war der Amiga 1000 sehr beliebt bei Musikern, einige Spieleentwickler programmierten eigene Sequencer, um die Produktion von Musik einfacher zu gestalten. Der Komponist Karsten Obarski entwickelte den „Ultimate Soundtracker“, welcher Musikdaten direkt in Assemblersprache umgewandelt hat. Die Software setzte sich für die Produktion von Musik auf dem Amiga durch, jedoch gab es einige technische Limitationen. Ähnlich wie bei anderen Soundchips standen dem Komponisten nur vier Kanäle zur Verfügung. Instrumente, die einem Kanal zugewiesen wurden, konnten während der Komposition nicht gewechselt werden, was bedeutete, dass jedem Kanal eine bestimmte Funktion zugewiesen wurde.

82 Vgl. Collins, 2008, S. 29

83 Vgl. Fritsch, 2013, S. 21

84 Vgl. Collins, 2008, S. 57

Meist wurde ein Kanal für die Melodie, ein Kanal für die Begleitung, ein Kanal für den Bass und ein Kanal für das Drumset genutzt. Ebenfalls stand dem Komponisten nur eine Auswahl von 16 Instrumenten zur Verfügung. 1987 nutzte Karsten Obarski seinen Soundtracker, um die Musik für das Spiel Amegas zu schreiben. Aufgrund der synthetischen Klänge des Soundchips orientierte sich Obarski an synthetischer Pop- und Discomusik der 80er Jahre.

Die Programmierer Pex Tufvesson und Anders Berkemann entwickelten 1989 den Noisetacker. Der Sequencer stellte eine Auswahl von 32 Instrumenten zur Verfügung, außerdem konnte die Kanalbelegung dynamisch in einer Komposition gewechselt werden. Der Noisetacker nutzte das neue MOD-Format, dieses ermöglichte es neben den Notendaten, Lautstärkeinstellungen und Effekten auch das Abspeichern von Instrumenten und digitalen Samples. Dies hatte den Vorteil, dass die Musik auf jedem Gerät, welches das MOD-Format unterstützt hat, gleich klang. Somit konnten realistischere Klänge wiedergegeben werden. Sequencer waren in ihrem Umgang auch deutlich benutzerfreundlicher, da keine Programmierkenntnisse benötigt wurden. Der Noisetacker eignete sich gut für die Produktion von Videospelmusik, da Loops einfacher geschrieben werden und in einzelne Sequenzen eingeteilt werden konnten.

Einzelne Sequenzen eines Musikstücks konnten untereinander ausgetauscht werden, die Lautstärke einzelner Kanäle konnte automatisiert werden und Instrumente konnten während eines Musikstücks dynamisch ausgetauscht werden. Das MOD-Format eignete sich somit sehr gut für die Umsetzung von adaptiver Musik. Ein Problem war jedoch die fehlende Standardisierung des MOD-Formats, da 20 unterschiedliche MOD-Dateitypen mit unterschiedlicher Samplefrequenz und unterschiedlicher Anzahl an Kanälen entwickelt wurden. Beispiele für unterschiedliche MOD-Formate sind MOD format (.mod), MultiTracker format (.mtm) oder FastTracker 2 format (.xm). MOD konnte sich bei konkurrierenden Geräten nicht durchsetzen.

Der Neuanfang der Videospielekonsolen

Während der C64 und die Amiga-Computer in Europa sehr erfolgreich waren, stand die Videospieleindustrie durch den Videospiele-Crash 1983 in Amerika still. Noch im selben Jahr veröffentlichte Nintendo den Family Computer (Famicom) in Japan. 1985 expandierte Nintendo in den Westen und verkaufte die Konsole in Amerika unter dem neuen Namen Nintendo Entertainment System (NES), 1986 wurde die Konsole in Europa veröffentlicht. Der Soundchip ist ein direkt im Prozessor integrierter PSG, welcher vom Ingenieur Yukio Kaneoka entwickelt wurde. Der Soundchip besaß fünf Kanäle: zwei Kanäle für Rechteckwellen, ein Kanal für Dreieckwellen, einen Rauschgenerator und einen Sampler-Kanal. Die Rechteckwellen hatten ein Tonregister von acht Oktaven und vier Einstellungen für den Tastgrad, um den Klang variieren zu können.

In beiden Kanälen konnten Effekte wie Vibrato, Tremolo, Slides, Portamento oder Echos genutzt werden. Der Dreieckwellenkanal war eine Oktave tiefer gestimmt und hatte nur ein limitiertes Tonregister und keine Lautstärkeinstellungen. Der Sampler war ein Deltamodulationskanal und nutzte zwei unterschiedliche Methoden für das Sampling.⁸⁵ Eine Methode war die Pulsecodemodulation, welche häufig für Sprachsamples genutzt wurde. Diese Methode wurde beispielsweise für die Ansagen des Schiedsrichters in dem Boxspiel *Punch-Out* (1987) genutzt. Der Sampler-Kanal konnte aber auch direkt auf den Speicher der Konsole zugreifen, aufgrund des geringen Speicherplatzes wurden meist nur kurze Samples mit einer Auflösung von einem Bit genutzt. Diese Methode eignete sich gut, um Samples verschiedener Drum- und Percussioninstrumenten abzuspielen. Im Actionspiel *Contra* (1988) wurde diese Methode genutzt, um Samples einer Kick und einer Snare abzuspielen. Um ein vollständiges Drumset zu erhalten, wurde der Rauschgenerator genutzt, welcher ein Hihat imitiert hat.

Ähnlich wie bei anderen Konsolen und Computern war die Belegung der Kanäle direkt vorgegeben, woraus sich bestimmte Konventionen zur Benutzung der einzelnen Kanäle entwickelt haben. Der erste Kanal wurde meist für die Melodie genutzt, der zweite Rechteckkanal spielte eine Gegenmelodie, harmonisierte die Melodie oder wurde als Arpeggio genutzt, um Akkorde zu verdeutlichen. Die Dreieckswelle wurde aufgrund des begrenzten Tonregisters als Bass genutzt, der Rauschgenerator imitierte unterschiedliche Percussionsounds oder wurde für Soundeffekte genutzt. Der Sampler-Kanal war für seine Zeit fortschrittlich, jedoch wurde dieser kaum für Kompositionen genutzt. Anders als der damalige Konkurrent C64 nutzte das NES die Programmiersprache BASIC, welche verglichen mit Assemblersprache einfacher zu bedienen war. Programmierer entwarfen Software, welche MIDI-Daten in BASIC-Code umwandeln konnte.⁸⁶ Somit musste der Code nicht mehr direkt vom Komponisten geschrieben werden, weswegen Programmierkenntnisse nicht mehr zwingend nötig waren. Videospelmusik erhielt dadurch eine größere Bedeutung, da Komponisten mit konventionellen Ausbildungen ihren Weg in die Videospelindustrie fanden.

Der Komponist Koji Kondo studierte an der Kunsthochschule Osaka in Kanan, an der Nintendo nach neuen Mitarbeitern suchte. Direkt nach seinem Studium fing er an, für Nintendo zu arbeiten und spezialisierte sich auf die Komposition von Musik für den NES.⁸⁷ 1985 veröffentlichte Nintendo das *Jump' n' Run Super Mario Bros.* Koji Kondo komponierte die Musik, welche kontinuierlich das Spielgeschehen begleitet und somit als erster Soundtrack eines professionellen Musikers in der Videospelindustrie gilt.

85 Vgl. Collins, 2008, S. 25

86 Vgl. Brandon, 2002

87 Vgl. Otero, Jose (2014): A Music Trivia Tour with Nintendo's Koji Kondo. IGN. <https://www.ign.com/articles/2014/12/10/a-music-trivia-tour-with-nintendos-koji-kondo> (abgerufen am 11.02.2022)

Kondo nutzte hauptsächlich die Mood-Technik, um die Grundstimmung der einzelnen Level zu untermalen. Während den Leveln spielt eine fröhliche und bewegte Musik, im Untergrund spielt hingegen eine einstimmige Melodie im Bass, um das Gefühl zu stärken, dass man sich unter der Erde befindet. Kondo griff bei seinen Kompositionen Klischees der Filmmusik auf, dies ist zum Beispiel in den Wasserleveln erkennbar, in denen ein Walzer abgespielt wird. Durch den 3/4-Takt soll ähnlich wie bei Filmen wie „2001 - Odyssee im Weltraum“ (1968) die Schwerelosigkeit und die begrenzte Bewegungsfreiheit symbolisiert werden.

Im Spiel finden sich ebenfalls frühe Ansätze dynamischer Musikgestaltung. Der Spieler muss das Level innerhalb eines gewissen Zeitlimits beenden, hat er nur noch 100 Sekunden Zeit, ertönt ein kurzer Stinger zur Erregung der Aufmerksamkeit und das Musikstück des Levels wird in einem erhöhten Tempo wiedergegeben.

♩ = 105

6

Abb. 16: Ausschnitt aus der Levelmusik von Super Mario Bros (1985)⁸⁸

Ein Jahr später veröffentlichte Nintendo The Legend of Zelda (1986), dessen Soundtrack ebenfalls von Koji Kondo komponiert wurde. Hier nutzte er ein ähnliches Prinzip, indem die Musik die Grundstimmung des Spiels untermalen soll. Auf der Oberwelt spielt eine heroische Melodie, in den Dungeons hingegen wird eine düstere Grundstimmung wiedergegeben, die die Gefahr durch die Monster widerspiegeln soll.

Neben Kondo fanden weitere japanische Komponisten mit einer konventionellen musikalischen Ausbildung ihren Weg in die Videospelindustrie. Koichi Sugiyama war ein Musiker, welcher sich auf klassische Musik fokussiert hat und Erfahrung in der Komposition von orchestraler Musik hatte. In Dragon Quest (1986) nutzte er deswegen klassische Stilmittel. Nach dem Release des Spiels setzte er den Soundtrack als Orchester-Konzert um und sorgte mit dem „Dragon Quest I in Concert“ dafür, dass Videospelmusik innerhalb der japanischen Gesellschaft immer stärker wahrgenommen wurde. Das Konzert erhielt sehr viel positives Feedback, weswegen Sugiyama die Orchesterstücke weiter ausbaute und 1987 das „Dragon Quest in Concert Family Classics Concert“ aufführte.⁸⁹

Trotz immer weiter steigender Popularität in Japan fand Videospelmusik in Europa und Amerika in der breiten Masse kaum Interesse. Erst mit der Veröffentlichung von Final Fantasy (1987) wurde Videospelmusik in Amerika immer beliebter. Der Komponist Nobuo Uematsu, welcher sich Komposition autodidaktisch beigebracht hat, kombinierte asiatische und westliche Stilstiken der instrumentalen Musik und machte dadurch das Genre Rollenspiel im Westen populär.

Aufgrund der begrenzten Audiokapazitäten des NES nutzten viele Spiele ähnliche Konzepte bei der Umsetzung von der musikalischen Untermalung. Trotzdem experimentierten Komponisten und Spieleentwickler mit neuen Ideen und fanden unkonventionelle Möglichkeiten zur musikalischen Untermalung. Human Entertainment veröffentlichte 1987 das Tanzspiel Dance Aerobics. Zu dem Spiel wurde eine spezielle Tanzmatte mitgeliefert, die als Controller dienen soll. Aufgabe des Spielers war es, die angezeigten Übungen und Tanzschritte auf der Tanzmatte nachzuahmen, die Musik spielte dabei eine essentielle Rolle für das Spielgeschehen. Spätere Spiele griffen das Konzept auf und entwickelten es weiter.⁹⁰

Charakteristisch für die Klangästhetik des NES war die Benutzung von Loops zur Untermalung des Spielgeschehens. Diese stellten wie bei Arcades die technisch einfachste Lösung dar, die damaligen technischen Limitationen durch fehlenden Speicherplatz zu umgehen. Loops waren zur Entstehung des NES sehr kurz und Spiele besaßen meist nur eine kleine Anzahl an Musikstücken.

Aufgrund technischer Innovationen bei der Entwicklung der Cartridges standen den Entwicklern nach und nach immer mehr Speicherplatz zur Verfügung. Dies führte dazu, dass Spiele größer wurden, Spielsituationen länger andauerten und somit die Anzahl der benötigten Musikstücke und die Länge einzelner Loops stiegen. In dieser Zeit entwickelten sich ebenfalls erste Konventionen, wie bestimmte Genres musikalisch untermalt werden.

89 Vgl. Fritsch, 2013, S. 19

90 Vgl. ebd., S. 20

Adventure- oder Rollenspiele nutzten längere Loops, da Spielsituationen häufig länger gedauert haben. Oft wurden für diese Genres eher klassische Stilmittel in der Musik genutzt. Actionspiele hingegen nutzten meist kürzere Loops, da Level schneller abgeschlossen wurden. Komponisten nutzten meist Stilmittel moderner Musik wie Rock oder Pop, um das actionreiche Spielgeschehen untermalen zu können. Da der NES nur einen Soundchip besaß, musste dieser die Musik und die Soundeffekte gleichzeitig berechnen. Der musikalische Inhalt eines Kanals musste weichen, wenn dieser für das Abspielen eines Soundeffekts benötigt wurde. Der Mix spielte somit eine untergeordnete Rolle, was die Umsetzung eines komplexen Soundscapes bestehend aus Musik und Sounddesign deutlich erschwert hat. Ebenfalls war die Umsetzung dynamischer Aspekte in der Musik sehr umständlich, die Wechsel zwischen Musikstücken waren sehr abrupt, da nicht genügend Rechenleistung zur Verfügung stand.

4.3 1988 – 1993: Die 16-Bit-Ära

In den späten achtziger Jahren konnte sich die Videospelindustrie vom Videospel-Crash 1983 erholen. Das NES konnte sich in Japan und Amerika sehr gut verkaufen, der C64 setzte sich in Europa immer weiter durch. Dadurch konnte die Industrie hohe Gewinne erwirtschaften, weswegen viele neue Firmen in das Videospelgeschäft einstiegen. Durch die hohen Verkaufszahlen der Heimkonsolen und Computer verloren Arcades trotz stetiger Innovation immer weiter an Relevanz, da mittlerweile gute Technik für den Heimgebrauch verfügbar war. Firmen wie Nintendo, Sega oder Namco verließen die Arcade-Industrie und konzentrierten sich auf Konsolenspiele.

Neue klangliche Möglichkeiten durch neue Konsolen

Trotz großem Erfolg in der Arcade-Industrie konzentrierte Sega sich auf den Konsolenmarkt und veröffentlichte 1988 den Mega Drive. Die Technik der Konsole basierte auf Arcades, weswegen Sega bereits zum Release viele Ports bekannter Arcade-Spiele anbieten konnte. Dies sicherte der Konsole einen erfolgreichen Verkaufsstart. Für den Sound nutzte Sega zwei Soundchips: den SN76489 von Texas Instruments und den FM-Chip YM2612 von Yamaha, welcher ebenfalls in den Keyboards DX27 und DX100 verbaut war. Dem FM-Chip standen sechs Kanäle für die FM-Synthese und ein 8-Bit-Sampler zur Verfügung. Jedem Kanal wurden je vier Operatoren mit einem eigenen Hüllkurvengenerator zugewiesen.⁹¹ Yamaha stellte acht Voreinstellungen für die Anordnung der Operatoren zur Verfügung, welche unterschiedliche Instrumente imitieren sollen.

91 Vgl. Collins, 2008, S. 39-40

Aufgrund der besseren Synthese hatte der Mega Drive eine bessere Klangqualität als das NES gehabt, jedoch war die Programmierung für den FM-Chip sehr umständlich, da Yamaha nur eine kleine Auswahl an vorinstallierten Instrumenten bereitstellte und somit viele Klänge von den Spieleentwicklern selbst programmiert werden mussten. Studios übernahmen deswegen bereits erstellte Sounds in zukünftige Projekte, um den Arbeitsaufwand zu minimieren. FM-Synthese eignete sich sehr gut für die Erstellung von unterschiedlichen Keyboard-Sounds, welche die Klangästhetik des Mega Drive prägten. Viele Komponisten orientierten sich deshalb sehr stark an der damals populären synthetischen Popmusik, welche ebenfalls häufig mit FM-Synthese gearbeitet hat, aber unter anderem auch an Progressive Rock, da sich dessen Instrumentation auf dem Soundchip der Konsole gut umsetzen ließ.


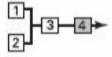
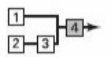
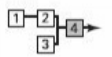
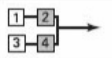
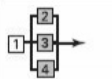


Algorithm #	Layout	Suggested uses
0		Distorted guitar, "high hat chopper," bass
1		Harp, "PSG"-like sound
2		Bass guitar, electric guitar, brass, piano, woodwinds
3		Strings, folk guitar, chimes
4		Flute, bells, chorus, bass drum, snare drum, tom-tom
5		Brass, organ
6		Xylophone, tom-tom, organ, vibraphone, snare drum, bass drum
7		Pipe organ

Abb. 17: Voreinstellungen der Operatoren des FM-Chips⁹²

Progressive Rock wurde häufig in Rollenspielen wie Phantasy Star (1988) oder Shoot 'em Ups wie Vapour Trail (1991) genutzt. Keyboards übernahmen die Melodie oder spielten eine akkordische Begleitung, E-Bass beziehungsweise synthetische Bässe und Drums übernahmen die Rhythmusgruppe, flöten- und violinenähnliche Klänge wurden meist als Begleitstimme oder als alternative Lead-Instrumente genutzt.

Die durch die NES entwickelten Konventionen zur Tongestaltung eines Videospieles wurden größtenteils übernommen und weiter ausgebaut. Loops waren nach wie vor das am häufigsten verwendete Stilmittel aufgrund technischer Limitationen. Diese wurden jedoch aufgrund des größeren Speicherplatzes immer länger, was es den Komponisten ermöglichte, komplexere Musikstücke zu schreiben und musikalische Themen und Motive weiter auszubauen. Aufgrund der besseren grafischen Leistung konnten exotischere Spielwelten immer besser dargestellt werden, was bedeutete, dass Komponisten auch immer häufiger exotischere Modi verwendeten, um das Setting des Spiels besser charakterisieren zu können.

Sega versuchte durch kreatives Marketing mit Prominenten die Verkaufszahlen des Mega Drives zu steigern. Dabei unterschrieben sie unter anderem mit Michael Jackson Verträge, welcher später für das Spiel Michael Jackson's Moonwalker (1991) die Musik komponierte. Dabei wurden viele erfolgreiche Lieder von Michael Jackson überarbeitet.⁹³

1990 veröffentlichte Nintendo das Super Nintendo Entertainment System (SNES). Dieser hatte eine deutlich bessere Grafik- und Audioleistung als das Mega Drive. Die Soundkarte bestand aus mehreren Komponenten: dem Sony SPC-700, einen 8-Bit-Coprozessor mit digitalem 16-Bit-Signalprozessor sowie einem 16-Bit-D/A-Wandler, welcher Stereo ausgeben konnte. Der Signalprozessor verfügte über acht Kanäle, welchen jeweils Effekte wie Reverb, unterschiedliche Filter, Panning und Hüllkurvengeneratoren zugewiesen werden konnten. Da die Konsole die Wavetable-Synthese nutzte, konnte der SNES realistischere Klänge als durch die FM-Synthese erzeugen. Nintendo bot den Spieleentwicklern eine Auswahl an vorgefertigten Instrumenten an, jedoch konnten auch eigene Instrumente erstellt und hinzugefügt werden. Ebenfalls wurden Programme entwickelt, welche MIDI-Daten in SNES-Daten umwandeln konnten, was die Musikproduktion für den SNES benutzerfreundlicher gestaltete. Für die Musik und Instrumente standen den Entwicklern 64kB zur Verfügung.⁹⁴

Die Technik des SNES und die große Anzahl von DSP-Effekten ermöglichte es Komponisten, neue Konzepte zur adaptiven Tongestaltung zu entwickeln. Dies lässt sich beispielsweise in Super Mario World (1990) gut erkennen. Koji Kondo folgte den musikalischen Konventionen, die er auf dem NES entwickelt hat und baut diese mit neuen adaptiven Konzepten weiter aus. In einigen Leveln des Spiels kann man den Dinosaurier Yoshi finden. Reitet der Spieler auf Yoshi, wird der Musik eine Percussion-Spur hinzugefügt. In Höhlen- und Unterwasserleveln wird auf den Soundeffekten und der Musik Hall gegeben.

93 Vgl. Collins, 2008, S. 47

94 Vgl. ebd., S. 45

Aufgrund der Benutzung von Samples konnten Komponisten viele unterschiedliche Musikgenres einfacher umsetzen. Viele Spiele nutzten nach wie vor synthetische Klänge, aber Rollen- und Adventurespiele versuchten, orchestrale Musik auf dem SNES umzusetzen. Kondo schrieb für *The Legend of Zelda: A Link to the Past* (1991) einen orchestralen Soundtrack und entwarf dabei viele Leitmotive wie „Priest of the Dark Order“, die in zukünftigen Ablegern des Franchises eine große Rolle spielen. Leitmotive wurden immer häufiger genutzt, da viele Videospielkomponisten versucht haben, sich musikalisch der Filmmusik anzunähern. Dies zeigt sich an der neuen Marketing-Strategie von Nintendo, da durch die Produktion von Lizenztiteln wie *Cliff Hanger* (1993) versucht wurde, neue Käufer anzulocken. Dabei spielte die Musik eine große Rolle, da lizenzierte Musikstücke aus dem Film für den SNES überarbeitet wurden.

Neben orchestraler Musik fanden auch viele andere Musikgenres ihren Weg in die Videospelindustrie, einige Komponisten setzten beispielsweise einen großen Fokus auf populärer Musik der 90er Jahre. Einige namhafte Beispiele sind: *Adventures of Dr. Franken* (1993) mit Dance-Musik; *Barkley Shut up and Jam* (1993) mit Hip Hop, *Biometal* (1993) mit synthetischer Musik der Eurodance-Band 2 Unlimited oder *Biker Mice from Mars* (1994) mit Hard Rock.

Ein großer technischer Durchbruch auf dem SNES war das Spiel *Donkey Kong Country* (1994). Der Soundtrack wurde vom britischen Komponisten David Wise geschrieben und nutzte eine unkonventionelle Technik, um Musik auf dem SNES wiederzugeben. Inspiriert wurde Wise durch die Wave Sequencing Technik der Korg Wavestation. Dabei werden kurze PCM-Samples nacheinander abgespielt und über Crossfades verbunden, um einen dynamischen Sound zu erzeugen. Jedem Sample kann dabei eine eigene Länge, Tonhöhe, Lautstärke und die Länge des Crossfades zugewiesen werden. Dabei entsteht eine Sequenz, welche geloopt und mit einem internen Zeitgenerator mit anderen Spuren synchronisiert werden kann. Das Resultat ist eine sich ständig weiterentwickelnde Wellenform, welche häufig als Pad-Sound oder als rhythmische Begleitung genutzt werden kann.⁹⁵ David Wise nutzte diese Technik beispielsweise für das Musikstück „Aquatic Ambience“.⁹⁶

95 Vgl. Korg (o.J.): Wavestate – Übersicht. Korg.
<https://www.korg.com/de/products/synthesizers/wavestate/> (abgerufen am 24.01.2022)

96 Vgl. Greening, Chris (2010): Revisiting Donkey Kong Country. VGMOline.
<http://www.vgmonline.net/davidwiseinterview/> (abgerufen am 24.01.2022)

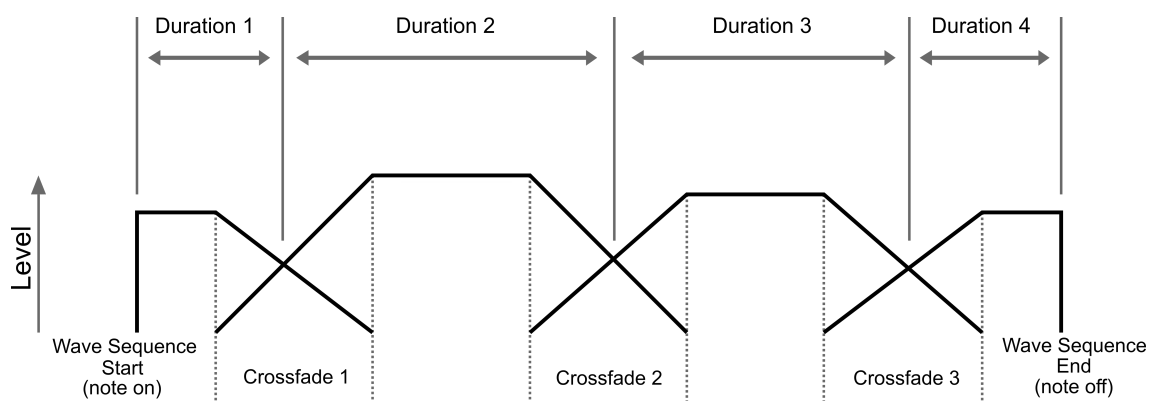


Abb. 18: Funktionsweise des Wave Sequencing⁹⁷

Neue Möglichkeiten durch die Standardisierung von MIDI

MIDI spielte für die Musikproduktion auf Konsolen eine immer wichtigere Rolle, da Programme MIDI-Daten in Konsolendaten umwandeln konnten und somit der Code nicht mehr von den Komponisten selbst geschrieben werden musste. In der Computertechnik hingegen gab es einige Probleme, die die Implementierung von MIDI in Videospielen erschwerte. Anfang der 90er Jahre entwickelten viele Firmen eigene Soundkarten, da sie von der neuen Technik profitieren wollten. Aufgrund fehlender Standards waren diese untereinander nicht kompatibel, weswegen die Produktion von Videospielen für den Heimcomputer sehr schwierig war.

Die Firma Roland erkannte das Problem und entwickelte 1991 den General MIDI Standard GM mit 128 standardisierten Instrumenten und Soundeffekten. Jedem Instrument wurde dabei eine individuelle Nummer zugeordnet, die 1 steht beispielsweise für Acoustic Piano oder die 49 für String Ensemble 1. Dies bedeutete, dass ein auf MIDI-basiertes Musikstück auf jeder Soundkarte, die General MIDI unterstützt hat, mit den selben Instrumenten wie gewünscht wiedergegeben wurde.⁹⁸

Der GM Standard brachte aber auch Nachteile mit sich. Viele Komponisten waren mit der Auswahl der 128 Instrumente nicht zufrieden, da einige Instrumente für die Produktion von Musik ungeeignet waren, da sie nur aus Soundeffekten bestanden. Die Klangqualität der einzelnen Instrumente hing von der benutzten Soundkarte ab, dies erschwerte es, den Klang der Musik auf anderen Soundkarten einschätzen zu können. Roland reagierte auf die Kritik und veröffentlichte im selben Jahr den General MIDI Standard GS.

97 Dellmann, Gerald (2020): Wave Sequencing – Was ist das?. In: megasynt. <https://megasynt.de/wp-content/uploads/2020/03/WaveSequenz-Aufmacher-590x282.png> (abgerufen am 10.03.2022) (Abbildung vom Verfasser bearbeitet)

98 Vgl. Friedrich, 2008, S. 207 - 208

Dieser bestand aus verschiedenen Variationen der 128 Instrumente, was eine größere Vielfalt von unterschiedlichen Klängen ermöglichte. Roland entwickelte ebenfalls den Sound Canvas, welcher als Standard für viele Kompositionen genutzt wurde.⁹⁹

Durch die Standardisierung von MIDI auf Heimcomputern konnte das Dateiformat für die Musik von Videospiele genutzt werden. Der Spieleentwickler LucasArts erkannte das Potential von MIDI und nutzte es für seine folgenden Spiele. Bereits 1987 entwickelte die Firma die eigene Engine SCUMM, welche als Basis für die Produktion von Adventure-Spielen diente. 1991 wurde das Adventure-Spiel The Secret of Monkey Island veröffentlicht. Die Komponisten Michael Land und Peter McConnell waren unzufrieden mit den fehlenden adaptiven Möglichkeiten in der Produktion von Videospelmusik. Während der Entwicklung hatten sie große Probleme, passende Übergänge zwischen bestimmten Musikstücken zu gestalten, da theoretisch jederzeit durch die Interaktion mit dem Spieler ein Musikwechsel auftreten könnte.

Sie entwickelten daraufhin iMuse (Interactive Music Streaming Engine), ein System basierend auf MIDI, welches sie im Spiel The Secret of Monkey Island 2: LeChucks Revenge erstmals nutzten. Die Engine ermöglichte es dem Komponisten, bereits während der Produktion der Musik verschiedene Übergänge zu testen. iMuse besteht aus einer Datenbank von unterschiedlichen musikalischen Sequenzen. Innerhalb dieser Sequenzen können digitale Marker, sogenannte decision points, gesetzt werden. Diese Marker haben Stellen in der Musik gekennzeichnet, bei denen sich unter bestimmten Konditionen die Musik ändern kann. Erreicht der Abtaster einen decision point, wird überprüft, ob die Bedingung für den Musikwechsel erfüllt ist. Ist die Bedingung nicht erfüllt, spielt die Musik ohne Wechsel weiter, bei der erfüllten Bedingung hingegen findet ein Wechsel statt. Die Veränderungen in der Musik können das An- und Ausschalten bestimmter Spuren, die Transposition von musikalischen Sequenzen, Wechsel der Instrumente, Austausch oder Überspringen bestimmter Sequenzen oder Tempoänderungen sein.¹⁰⁰

In The Secret of Monkey Island 2 werden viele dieser Techniken genutzt. In „Town of Woodtick“ wird die Musik während der Erkundung in der Stadt geloopt. Betritt der Spieler eines der anliegenden Schiffe, wird nach einem decision point eine kurze Überleitung zum Schiff-Theme abgespielt. Je nachdem, welches Schiff der Spieler betritt, wird eine Variation des Musikstücks wiedergegeben. Die Melodie auf den Schiffen ist gleich, jedoch variiert die Instrumentation. Die letzten beiden Takte der Sequenz haben einen transition point. Verlässt der Spieler das Schiff, wird ab diesem Marker wieder eine Überleitung zum Stadt-Theme abgespielt, bleibt der Spieler auf dem Schiff, wird die Musik bei dem Marker geloopt.

99 Vgl. Collins, 2008, S. 50

100 Vgl. ebd., S. 50-52

Dieser Loop wird immer ausgespielt, das bedeutet, dass die Musik auf dem Schiff immer bis zum transition point spielt, auch wenn der Spieler schon vorher das Schiff verlassen hat.

Im Sumpf-Abschnitt des Spiels werden die unterschiedlichen Layer des Musikstücks manipuliert. Der Spieler muss sich durch den Sumpf bewegen und dabei mit einem Sarg über einen Fluss rudern, um einen Vodoo-Shop zu erreichen. Je weiter der Spieler voranschreitet, desto mehr Instrumente werden der Musik hinzugefügt. Am Anfang spielt ein flächiger Synthesizer mit einem Chor. Betritt der Spieler den Sarg, beginnt ein Shaker zu spielen. Während der Spieler auf dem Fluss rudert, wird ein Klangholz hinzugefügt, beim Erreichen des Shops fängt ein Bass an zu spielen. Dieser startet aber nur am Anfang der musikalischen Sequenz.

Swing ♩ = 120

The musical score is presented in two systems. The first system includes five staves: Synthesizer, Chor, Bass, Shaker, and Klanghölzer. The second system, starting at measure 6, includes five staves: Synth, Chor, Bass, Shaker, and Klh. The score is in 4/4 time with a tempo of 120 beats per minute. The key signature has two flats (B-flat and E-flat). The first system shows the initial five instruments. The second system, starting at measure 6, shows the addition of Synth and Klh. to the existing instruments.

Abb. 19: Ausschnitt aus dem „Swamp Theme“ von *The Secret of Monkey Island 2*¹⁰¹

4.4 1993 – 1999: Die ersten 3-D-Konsolen

Eine große Errungenschaft für die Videospielindustrie war die Standardisierung von MIDI, da dadurch erstmals komplexe adaptive Konzepte zur Tongestaltung umgesetzt werden konnten. MIDI konnte sich zwar auf Heimcomputern durchsetzen, jedoch gab es nach wie vor das Problem, dass viele unterschiedliche Soundkarten auf dem Markt verfügbar waren. Neue technische Innovationen wie CD-Roms mit dem Standard Redbook-Audio wurden deswegen als Alternative genutzt.

CD's standen verhältnismäßig viel Speicherplatz zur Verfügung, was für eine bessere Grafik und Sound genutzt werden konnte. CD-Roms waren nicht auf Echtzeitsynthese angewiesen, weswegen die Musik eine deutlich bessere Klangqualität hatte.

Komponisten konnten Soundeffekte, Instrumente und Gesangsspuren aufnehmen und konventionell nachbearbeiten. Jedoch konnten auf einer CD maximal 72 Minuten Redbook-Audio abgespeichert werden. Neben dem Ton musste der Speicherplatz auch für die Grafik genutzt werden, weswegen es einen großen Speichermangel gab. Verlustbehaftete Kompressionsverfahren wie MP3, welches 1991 entwickelt wurde, mussten genutzt werden, um die Laufzeit der Musik zu verlängern. Ein anderer Nachteil war die deutlich schwerere Umsetzung von adaptiver Musik, weswegen lineare und geloopte Musik wieder häufiger genutzt wurde.

Die ersten 3D-Konsolen

Sony veröffentlichte 1994 die Playstation, nachdem eine Kooperation mit Nintendo beendet wurde. Die Konsole nutzte ein CD-Rom-System, weswegen sie für die damalige Zeit eine gute Audioqualität vorweisen konnte. Als Soundchip wurde die SPU ADPCM mit integriertem Synthese-Chip genutzt. Dem Soundchip standen 24 Kanäle in CD-Qualität mit Echtzeiteffekten wie Reverb oder Pitch Modulation und Hüllkurvengeneratoren zur Verfügung. Sony legte großen Wert darauf, dass die Technik der Playstation für Spieleentwickler zugänglich war, weswegen viele Studios ihre Spiele auf der Konsole produzierten. Eine Besonderheit der Playstation war das CD-Laufwerk, welches neben Spiel-CD's auch Audio-CD's abspielen konnte. Einige Spiele nutzten dieses Feature, um dem Spieler zu ermöglichen, eigene Musik in Spiele einfügen zu können. Aufgrund der CD-Technologie konnten adaptive Konzepte nur umständlich umgesetzt werden, weswegen viele Spiele erneut mit härteren Cuts und Fades zwischen Musikstücken arbeiten mussten. Auch Loops spielten wieder eine größere Rolle. Einige Spiele wie Final Fantasy VII (1997) hingegen nutzten MIDI und den integrierten Synth-Chip für die Musik.

Durch MIDI konnte der Komponist Nobuo Uematsu die Musik dynamischer gestalten. Aufgrund des geringen Speicherbedarfs durch MIDI konnte ein Großteil des Speicherplatzes für die Grafik genutzt werden, welche für seine Zeit sehr fortschrittlich war. Insgesamt hatte der gesamte Soundtrack eine Laufzeit von vier Stunden und wurde später auf CD's veröffentlicht.

Aufgrund der CD-Technologie konnten reale Instrumente aufgenommen und nachbearbeitet werden. Einige Spieleentwickler versuchten, orchestrale Musik in ihren Videospiele zu integrieren. Bereits 1996 veröffentlichte Sega das Spiel Sakura Teisen, welches neben synthetischer Musik auch echte Instrumente genutzt hat. 1997 veröffentlichte DreamWorks Interactive das Lizenzspiel The Lost World: Jurassic Park, welches das erste Videospiel mit komplett orchestriertem Soundtrack ist. Komponiert wurde die Musik vom Filmkomponisten Michael Giacchino, welcher die Klangästhetik des Soundtracks an den Film Jurassic Park (1993) angelehnt hat. Durch die Aufnahme von Orchestern hat die Musik einen ähnlichen Charakter wie Filmmusik, jedoch waren viele adaptive Ansätze technisch nicht umsetzbar. Daraus folgte, dass die Musik deutlich linearer gestaltet wurde.

Das Marketing von Sony fokussierte sich auf die Popkultur der damaligen Jugend, deswegen wurden viele Rhythmus- und Tanzspiele veröffentlicht. PaRappa the Rapper (1996) ist ein Rhythmusspiel, in dem der Spieler Rap Battles gegen unterschiedliche Gegner durchführt. Der Spieler muss eine vorgegebene Sequenz durch Tasteneingaben im richtigen Rhythmus wiederholen, um mehr Punkte als sein Gegner zu sammeln.¹⁰² Weitere bekannte Spiele waren Beatmania (1997), ein DJ-Simulationsspiel und Dance Dance Revolution (1998), ein erfolgreiches Tanzspiel mit einer großen Auswahl von lizenzierte Musik unterschiedlicher Künstler. Neben Musikern ging Sony auch Verträge mit Sportlern wie dem Skater Tony Hawk ein, um ihre Spieler besser vermarkten zu können. Sehr populär war das Spiel Tony Hawk's Pro Skater (1999), in dem auch Musiker der Hip Hop- und Alternate Punk Szene wie Primus oder Dead Kennedys ihre Musik zur Verfügung stellten.

Trotz des Fokus auf populären Themen experimentierten einige Spieleentwickler mit der CD-Technologie der Playstation und neuen Konzepten zur Vertonung von Videospiele. Im Rhythmusspiel Vib-Ribbon (1999) muss man ähnlich wie bei anderen Vertretern des Genres die richtigen Tasten im richtigen Timing drücken. Besonders am Spiel war das Level Design, welches in Echtzeit basierend auf dem Rhythmus der Musik generiert wurde. Der Spieler hatte die Möglichkeit, Audio-CD's einzulegen und somit eigene Level zu kreieren.¹⁰³

102 Vgl. Liebe, 2013, S. 42

103 Vgl. ebd., S. 43

Auch neue Genres wie Horrorspiele wurden immer populärer. Das Spiel *Silent Hill* (1999) experimentierte mit neuartigen Klängen und Konzepten zur Tongestaltung. Die Atmosphäre des Spiels hatte einen großen Stellenwert für die Entwickler. Deswegen wurde viel mit stark dissonanter und atonaler Musik gearbeitet. Unterschiedliche Drone- und Padsounds sowie industrial-ähnliche Percussionklänge dienten als Basis vieler Musikstücke. Eine weitere Besonderheit war der Einsatz der Musik, da das Spiel auch häufig mit Stille gearbeitet hat, was für Videospiele eher untypisch war. In den einzelnen Leveln baute sich die Musik immer weiter in Layern auf, um eine steigende Spannung zu erzeugen.¹⁰⁴

Nintendo veröffentlichte 1996 das Nintendo 64, welches als erste Konsole mit einem 64-Bit-Prozessor zählt. Der Sound und die Grafik wurden durch den Coprozessor SGI 64-Bit RCP berechnet. Dieser konnte 16-Bit Stereo Sound mit CD-Qualität wiedergeben und unterstützte Dolby Surround. Anders als Sony nutzte Nintendo weiterhin Cartridges als Speichermedium. Dadurch hatte der Sound eine schlechtere Audioqualität als die Playstation, jedoch konnten adaptive Konzepte deutlich einfacher umgesetzt werden, da das Soundsystem auf MIDI basiert und General MIDI unterstützte. Die Firma Factor 5 entwickelte die Software MusyX, welche die Audioproduktion für den Nintendo 64 vereinfachen sollte. Ähnlich wie bei iMuse konnten Musikstücke in mehrere Sequenzen eingeteilt und mit Markern versehen werden. Dies ermöglichte die einfache Umsetzung von adaptiver Musik.¹⁰⁵ Der Komponist Grant Kirkhope nutzte diese Technik im Spiel *Banjo Kazooie* (1998). Die einzelnen Level sind in unterschiedliche Gebiete eingeteilt. Je nachdem, wo sich der Spieler befindet, wird die Musik in unterschiedlichen Instrumentationen abgespielt. Weitere interaktive Techniken wurden im Spiel *The Legend of Zelda: Ocarina of Time* (1998) umgesetzt. Da die Musik auf MIDI basierte, konnte der Musikwechsel mit simplen Fades umgesetzt werden. Diese werden beispielsweise genutzt, wenn Gegner in der Nähe sind, um den Spieler in Alarmbereitschaft zu versetzen.

104 Vgl. Mundhenke, Florian (2013): Resourceful Frames and Sensory Functions – Musical Transformations from Game to Film in *Silent Hill*, in: Peter Moormann (Hrsg.), *Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance (Musik und Medien)*, 2013. Aufl., Wiesbaden: Springer VS. S. 110 -111

105 Vgl. Collins, 2008, S. 69-70

4.5 2000 – 2017: Neue technische Möglichkeiten

Die 90er Jahre waren prägend für die Videospelindustrie, da in diesem Zeitraum viele Innovationen wie die neue 3D-Technologie entwickelt und ausgebaut wurden sowie technische Limitationen in der Produktion eine immer kleinere Rolle gespielt haben. Dies sorgte dafür, dass Spieleentwickler und Komponisten immer mehr kreativen Freiraum für die Gestaltung hatten. Nach dem Jahrtausendwechsel konzentrierten sich die Konsolenhersteller darauf, leistungstärkere Konsolen zu produzieren und neue Konzepte zur Befehlseingabe zu entwickeln.

Neue Konkurrenz im Konsolengeschäft

Sony veröffentlichte 2000 die Playstation 2, welche sie als Home Entertainment Center vermarktet haben. Neben CD's unterstützte die Konsole auch DVD's, welche einen Speicherplatz von etwa 5,7GB lieferten. Der Soundchip war eine 16-Bit SPU mit einer Samplerate von 48kHz und unterstützte Multichannel Surround Sound AC-3, DTS und Dolby Digital 5.1. Ebenfalls unterstützte der Soundchip MIDI mit 48 Kanälen.¹⁰⁶

Die Audioleistung der Konsole war sehr fortschrittlich, jedoch kam es aufgrund von fehlendem Speicherplatz zu technischen Limitationen. Die Grafikleistung der Konsole war ebenfalls sehr fortschrittlich, weswegen viele Spieleentwickler einen Großteil des Speicherplatzes für die Grafik reserviert haben. Audiodateien mussten somit komprimiert werden. In den Spielsequenzen wurde meist ein komprimierter Stereo Sound wiedergegeben, da die Grafikberechnung sehr aufwendig war, in Zwischensequenzen jedoch wurde hochauflöster Surround Sound genutzt, um die Leistung der Konsole zu präsentieren.

Für die Vermarktung der Konsole setzte Sony weiterhin auf die junge Popkultur. Musik- und Rhythmusspiele wurden immer populärer. Sehr erfolgreich war das Karaoke-Spiel Sing Star (2004), welches ein USB-Mikrofon mit dem Spiel mitlieferte. Ebenfalls erfolgreich war das Rhythmusspiel Guitar Hero (2005), welches sich auf Rockmusik fokussierte. Für das Spiel wurde ein spezieller Controller in Form einer Gibson SG Gitarre hergestellt. Am Gitarrenkopf befinden sich die Tasten, die die Tonhöhe widerspiegeln sollen, am Gitarrenkörper befindet sich eine bewegliche Leiste, welche das Anschlagen der Gitarrensaiten simulieren soll. Der Spieler muss somit die vorgegebenen Tasten drücken und im richtigen Rhythmus die Leiste anschlagen. In Rock Band (2007) wurde das Konzept erweitert, in dem neben der Gitarre auch der Gesang und das Schlagzeug eine Rolle gespielt haben.

106 Vgl. Collins, 2008, S. 71

Somit konnten mehrere Spieler gleichzeitig eine Band imitieren. Dies sorgte dafür, dass neue Kunden auf Videospiele aufmerksam wurden.¹⁰⁷

2001 stieg Microsoft in das Konsolengeschäft ein und veröffentlichte die Xbox. Die Firma besaß viel Erfahrung mit Computertechnik, weswegen die Konsole ähnliche technische Bauteile wie bei Computern nutzte. Dies führte dazu, dass Portierungen von PC-Spielen einfach umzusetzen waren. Der Soundchip „SoundStorm“ war direkt im Pentium III Prozessor integriert und unterstützte 64 Kanäle mit Dolby Digital 5.1. Ähnlich wie Sony entwickelte Microsoft eine Multimediakonsole und setzte dabei auf die neue DVD-Technik.¹⁰⁸ Auf der Xbox traten ähnliche Probleme wie bei der Playstation 2 auf, Audiospuren mussten komprimiert werden, wenn zu wenig Speicherplatz zur Verfügung stand. Während Sony im Marketing auf Popkultur setzte, wollte Microsoft die Leistung der Konsole mithilfe von orchestralen Musikstücken zeigen. Deswegen wurden Filmkomponisten angefragt, um Musik für Videospiele zu komponieren. Danny Elfman, welcher die Soundtracks zu Mission: Impossible (1996) oder Spider-Man (2002) komponierte, schrieb beispielsweise die Musik für das Fantasy-Spiel Fable (2004).

Neben der Xbox veröffentlichte Nintendo die Gamecube (2001). Der Soundchip wurde von Macronix hergestellt und unterstützte 64 Kanäle mit Dolby Surround ProLogic II und einer Samplerate von 48kHz. Nintendo entfernte sich bei der Konsole von der alten Cartridge-Technik und nutzte ein selbstentwickeltes Disc-Format mit einem Speicherplatz von 1,4GB.¹⁰⁹ Der Vorteil war, dass dadurch ein besserer Kopierschutz gewährleistet werden konnte. Dies hatte jedoch zur Folge, dass die Gamecube keine CD's und DVD's abspielen konnte. Dies sorgte dafür, dass die konkurrierenden Konsolen für den Kunden attraktiver waren. Ebenfalls hielt Nintendo weiter an den alten Konventionen fest, weswegen viele Soundtracks synthetisch erstellt wurden. Ähnlich wie bei Sony experimentierte Nintendo mit neuen Controllern. In Donkey Konga (2003) muss man den Charakter Donkey Kong mit der rhythmischen Eingabe über einen Bongo-Controller steuern.

Prägend für diese Zeit war der Konkurrenzkampf zwischen den Firmen Nintendo, Sony und Microsoft. Alle drei Firmen veröffentlichten ihre Konsolen im selben Zeitraum, was dazu führte, dass viele Kunden sich für eine Konsole entscheiden mussten. Die Konsolenhersteller haben deswegen versucht, neue Kunden an ihre Konsolen zu binden. Neben den Konsolen hat sich die Computertechnik weiterentwickelt, das Internet war für immer mehr Menschen zugänglich und immer mehr Haushalte legten sich leistungsfähige PC's zu.

107 Vgl. Fritsch, 2013, S. 31

108 Vgl. Collins, 2008, S. 73

109 Vgl. Fritsch, 2013, S. 29

Dadurch wurden Videospiele auf Computern immer beliebter. Durch die Befehlseingabe über Tastatur und Maus waren andere Genres wie Simulationsspiele wesentlich erfolgreicher als auf der Konsole. Dies führte dazu, dass neue Konzepte zur musikalischen Untermalung entwickelt werden mussten.

Neue Möglichkeiten der Tongestaltung in Computerspielen

Ein Beispiel ist das Simulationsspiel Die Sims (2000), in dem der Spieler das Leben von selbstgestellten Charakteren begleiten und steuern kann. Da die Spielsituationen sehr lang andauern, ist die musikalische Untermalung sehr dezent. Der Spieler kann sich eine Stereoanlage für sein Haus kaufen, mit der unterschiedliche Musik abgespielt werden kann. Dabei wird die Musik in unterschiedliche Genres wie Rock, Klassik, Country oder Latin eingeteilt. Im Nachfolger Die Sims 2 (2005) wurde das Konzept weiter ausgebaut. Neben den oben genannten Genres hatten Spieler die Möglichkeit, MP3-Dateien in einem Spielordner abzulegen, um eigene Musik dem Spiel hinzuzufügen zu können. Die bereits im Spiel integrierte Musik wurde entweder selbst geschrieben oder von bekannten Künstlern lizenziert. Einige Musiker haben ihre Lieder in der fiktiven Sprache der Sims neu aufgenommen, um die Immersion der Spielwelt zu stärken.

Das Internet ermöglichte die Distribution von Videospiele über neue Wege. Statt über herkömmliche CD's konnten Spiele über spezielle Online-Plattformen vertrieben werden. Eine bekannte Plattform ist die Software Steam, die 1999 von dem Entwickler Valve veröffentlicht wurde, um die eigenen Multiplayer-Spiele Team Fortress (1996) und Counterstrike (1999) verkaufen zu können.¹¹⁰ 2004 veröffentlichte Valve den Shooter Half Life 2, welcher nur digital auf Steam erworben werden konnte. Trotz massiver Kritik durch die Spieler konnte sich diese Art der digitalen Distribution für Computerspiele nach und nach durchsetzen. Ab 2005 veröffentlichten andere Spieleentwickler ihre Spiele auf Steam, dies ermöglichte es vor allen kleinen Indie-Entwicklern, ihre Spiele einem potenziellen größerem Publikum vorzustellen.

Die ersten Konsolen- und PC-Spiele des neuen Jahrtausends zeigten, dass sich die kompositorischen Freiheiten für die Komponisten immer weiter geöffnet haben. Tongestaltung standen immer mehr mögliche Konzepte und technische Hilfsmittel zur Verfügung, um Klang für Videospiele realisieren zu können. Technische Limitationen spielten kaum mehr eine Rolle, einzig große Produktionen mit großem Speicherplatzbedarf mussten ihre Audiodateien komprimieren.

110 Bishop, Stuart (2007): Valve on Steam. CVG.
<https://web.archive.org/web/20080522195408/http://www.computerandvideogames.com/article.php?id=156758> (abgerufen am 26.01.2022)

Die Größe des Soundtracks war nicht mehr eine Frage nach den technischen Möglichkeiten, sondern abhängig vom Budget der Produktionen. Alte Franchises nutzten diese Zeit, um ihre musikalische Identität weiter auszubauen und neue musikalische Ansätze anhand der neuen Technik zu finden. Dies zeigt sich besonders gut an den folgenden Jahren.

Die siebte und achte Konsolengeneration

Im Jahr 2005 veröffentlichte Microsoft die Xbox 360. In diesem Zeitraum entstanden neue Franchises, welche sich mehr an ein erwachseneres Publikum richteten. In BioShock (2007) experimentierte der Komponist Garry Shyman mit der Kombination aus orchestraler Musik und lizenzierter Musik der 30er, 40er und 50er Jahre, um das dystopische Zukunftssetting zu symbolisieren. Shyman konzentrierte sich bei seinen Kompositionen auf klassische Stilmittel, verarbeitete aber auch Techniken der *musique concrète*, Zwölftonmusik und Aleatorik. Einzelne Musikstücke sind direkt an klassische Kompositionen angelehnt. Ein Beispiel ist „Cohen's Masterpiece“, welches angelehnt an den Kompositionsstil des russischen Pianisten Sergei Rachmaninow ist. Die Kombination von orchestrierter und lizenzierter Musik wurde von Franchises mit ähnlichen dystopischen Themen wie Fallout später aufgegriffen.¹¹¹

Andere Spiele setzten immer mehr auf das Konzept einer Open World. Dies bedeutet, dass sich der Spieler in einer großen Welt befindet, die er frei erkunden kann. Hierbei zeigen sich neue Herausforderungen für die Tongestalter, da Spielwelten sehr groß sind, Spielsituationen sehr lang andauern und das Erkunden das Hauptbestandteil des Spiels ist. Ein Spiel, welches dieses Konzept nutzt, ist Grand Theft Auto IV (2008). Hier spielt die Musik nur in bestimmten Situationen und Sequenzen eine Rolle, während der Erkundung der Welt wird jedoch kaum Musik genutzt. Der Spieler hat die Möglichkeit, beim Autofahren einen Radiosender auszuwählen, welche sich auf bestimmte Musikgenres fokussieren. Im Spiel sind über 200 lizenzierte Lieder unterschiedlichster Künstler der Pop-, Rock- oder Hip Hop-Szene integriert. Im Nachfolger Grand Theft Auto V (2013) wurde das Konzept weiter ausgebaut. Radiosender haben hier eigene Moderatoren und DJ's, die die Show führen und eigene Werbespots, die zwischen den Musikstücken abgespielt werden. Neben den Radiosendern kann, ähnlich wie bei Die Sims 2, in einem Spielordner eigene Musik hinzugefügt werden, die während der Autofahrt abgespielt werden können.

111 Vgl. Fritsch, 2013, S. 32

Nintendo veröffentlichte 2006 die Wii. Für die Befehlseingabe wird die Wii-Fernbedienung mit integrierter Bewegungssteuerung genutzt. Die Konsole war von den Audiokapazitäten und der grafischen Leistung der Konkurrenz unterlegen, da Nintendo den Fokus auf die neue Bewegungssteuerung setzen wollte. In der Fernbedienung war ein eigener Lautsprecher eingebaut, welcher unabhängig von den Lautsprechern des Fernsehers Töne wiedergeben konnte. Dies wurde in einigen Spielen genutzt, um Sounds abzuspielen, die näher am Spieler sein sollen. In *The Legend of Zelda: Twilight Princess* (2006) wurde das Feature genutzt, um Items zu vertonen, die vom Spieler genutzt werden. Der Bogen wird aus der Sicht des Spielers gesteuert, beim Schießen wird der Sound über die Fernbedienung abgespielt. Damit soll der Umgang mit dem Bogen realistischer wirken. Nintendo setzte in seinen Spielen immer mehr orchestrale Musik um, da die Konkurrenten Sony und Microsoft schon eher auf traditionelle Musik gesetzt haben und dies bei den Spielern besser ankam. Deswegen schrieben die Komponisten Koji Kondo und Mahito Yokota in *Super Mario Galaxy* (2007) erstmals orchestrale Musik. Da Nintendo sich nicht zu sehr von der bereits etablierten musikalischen Identität entfernen wollte, nutzte man eine Kombination aus großen Arrangements, die die Weiten des Weltalls verdeutlichen sollen und für das Franchise typische kleine Besetzungen und synthetische Elemente.¹¹²

Sony veröffentlichte 2006 die Playstation 3, die aufgrund des eingebauten Cell-Prozessors eine bessere Rechenleistung als die konkurrierenden Konsolen vorweisen konnte. Unterstützt wurde 7.1 Surround Sound mit einer Bitrate von 96kBs, 5.1 hingegen wurde aufgrund einer besseren Bitrate meist bei Online-Spielen genutzt. Eingebaut war ein Bluray-Laufwerk, welches mehr Speicherplatz zur Verfügung stellte.¹¹³ Erkennbar in dieser Konsolengeneration ist, dass immer mehr Spiele auf einer größeren Anzahl an Plattformen spielbar waren. Gerade die neue Playstation und Xbox waren von ihrer Innenarchitektur relativ ähnlich zu Computern, was dazu führte, dass Portierungen von Videospiele auf andere Plattformen immer weniger Aufwand und Budget benötigten. Dies war attraktiv für viele Spieleentwickler, da sie ihre Produkte mehr Kunden vorstellen konnten. Nintendo hingegen setzte aufgrund der eigenen Bewegungssteuerung der Wii auf eigene Spiele. Erkennbar ist, dass Speicherplatz durch die neue Technik der Blurays, immer größer werdende Festplatten und die digitale Distribution durch das Internet immer weniger eine Rolle gespielt hat. Dies führte dazu, dass den Audiotteams immer mehr Möglichkeiten für das Sounddesign und die Musik zur Verfügung standen und Audiodateien nicht mehr komprimiert werden mussten.

112 Iwata, Satoru (o.J.): Iwata Asks: Super Mario Galaxy – The Sound Team. Nintendo.Uk. <https://www.nintendo.co.uk/Iwata-Asks/Iwata-Asks-Super-Mario-Galaxy/Volume-3-The-Sound-Team/1-Why-Use-an-Orchestra-/1-Why-Use-an-Orchestra-205026.html> (abgerufen am 04.03.2022)

113 Vgl. Collins, 2008, S. 71

Viele Spieleentwickler versuchten, die neue Leistung durch einen großen orchestralen Klang zu unterstreichen, was dazu führte, dass Filmkomponisten immer mehr Interesse an Videospiele gefunden haben. Der Filmkomponist Hans Zimmer schrieb beispielsweise den Soundtrack für Call of Duty: Modern Warfare 2 (2009) und Crysis 2 (2011).

Die folgende Konsolengeneration bestehend aus der Playstation 4 (2013), Xbox One (2013) und Nintendo Wii U (2012) wird durch die Weiterentwicklung bereits bestehender Konzepte charakterisiert. Sony und Microsoft konzipierten leistungsfähigere Konsolen, Nintendo hingegen entwickelte die Bewegungssteuerung weiter. Musikproduktionen für Videospiele wurden immer umfangreicher, da den Audio-Teams immer mehr Budget zur Verfügung stand. Komponisten experimentierten mit der Kombination von orchestraler und synthetischer Musik, um eine bessere Adaption der Musik zu ermöglichen. Gleichzeitig wurde das Sound Design immer wichtiger, da Spielwelten immer größer werden und kontinuierliche Musik schnell zu eintönig wurde. Mehrere Beispiele werden in Kapitel 5 näher erläutert.

Das Jahrzehnt zeigt auch, dass Videospelmusik innerhalb der Medienbranche immer stärker als eigenständiges Genre wahrgenommen wurde. Das Lied „Baba Yetu“, welches für das Spiel Civilization 4 (2005) von Christopher Tin komponiert wurde, gewann 2011 den Grammy in der Nominierung „Best Instrumental Arrangement Accompanying Vocalists“. Weitere Spiele gewannen ebenfalls Preise für ihre Musik, der internationale Game Award erweiterte seine Repertoire mit der Nominierung für die beste Musik in einem Videospiele. Ein sehr bekannter Gewinner dieses Awards ist das Rollenspiel Nier: Automata (2017), dessen Soundtrack von Keiichi Okabe und Keigi Hoashi komponiert wurde. In dem Soundtrack wurde ebenfalls viel mit Gesang gearbeitet. Die Geschichte des Spiels handelt in einer dystopischen Zukunft. Die Texte der Lieder wurden in einer fiktiven Sprache verfasst, um die neue Zivilisation nach der Apokalypse zu symbolisieren. Im selben Jahr konnte das Spiel den Preis für den besten Soundtrack eines Videospiele gewinnen. Vier Jahre später gewann der Nachfolger Nier: Replicant (2021) den gleichen Preis.

5. Ausblick in die Zukunft

Zuletzt soll ein kleiner Ausblick gegeben werden, wie sich die Tongestaltung hinsichtlich der Musik in Videospielen weiterentwickeln wird. Zuerst soll dabei auf den aktuellen Stand der Technik mit der aktuellen Konsolengeneration geschaut werden. Danach wird der Begriff der Virtual Reality erläutert und erklärt, welchen Einfluss die neue Technologie auf die Tongestaltung von Videospielen hat.

Die aktuelle Konsolengeneration

Nintendo veröffentlichte 2017 ihre aktuelle Konsole, die Nintendo Switch. Dies ist eine Hybridkonsole, die für den mobilen Gebrauch gedacht ist, aber durch ein Docking Port kann das Bild auf einem Fernsehgerät gestreamt werden. Im TV-Modus wird lineares 5.1 PCM Surround Sound unterstützt, die Konsole hat somit eine geringere Audiokapazität als ihre Konkurrenten.¹¹⁴ Nintendo konzentriert sich immer mehr auf das Open World-Konzept, was man im aktuellen Spiel *The Legend of Zelda: Breath of the Wild* (2017) erkennen kann. Dies sorgt dafür, dass Nintendo neue Wege zur Vertonung finden musste, die für das Franchise, welches für ihre kontinuierliche Musikgestaltung bekannt ist, untypisch ist. Die Musik hatte oft einen heroischen Charakter gehabt, aufgrund der großen Welt war eine kontinuierliche musikalische Untermalung jedoch unmöglich. Der Sound Director Hajime Wakai erklärt im *Making Of*, dass das Audioteam einen größeren Fokus auf das Ambiente und die natürlichen Klänge der Welt geachtet hat.¹¹⁵ Viel Aufwand floss dabei in die Erstellung der Foleys des Charakters und die Atmos der einzelnen Orte sowie der Geräusche der einzelnen Lebewesen und Gegner. Die Musik spielt deswegen während der Erkundung der Welt nur eine untergeordnete Rolle. Das Klavier spielt hier eine besondere Rolle, da es akzentuiert diverse akkordische Begleitungen während der Erkundung spielt. Konstante Musik hingegen spielt in besonderen Spielsituationen wie Kämpfen, Zwischensequenzen und an bestimmten Orten wie Dörfern. Erkennbar ist die häufige Nutzung adaptiver Ansätze im Spiel. Viele Musikstücke passen sich der Tageszeit an, in der Nacht verliert die Musik an Tempo und die Besetzung wird dünner. Bei Tagesanbruch hingegen wird die Musik wieder schneller und mehr Instrumente steigen wieder mit ein. Adaptive Ansätze des Layerings lassen sich auch in den vier Dungeons des Spiels wiederfinden. Aufgabe des Spielers ist es, mehrere Stationen der Dungeons zu erreichen und zu aktivieren. Aktiviert der Spieler einen Checkpunkt, wird der Musik eine neue Instrumentenspur hinzugemischt.

114 Vgl. Nintendo (2017): Nintendo Switch. <https://www.nintendo.de/Hardware/Nintendo-Switch-Familie/Nintendo-Switch/Nintendo-Switch-1148779.html> (abgerufen am 26.01.2022)

115 Vgl. Nintendo. (2017, 14. Mai): *The Making of The Legend of Zelda: Breath of the Wild Video – Open-Air Concept*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=vLMGrmf4xaY> [5:57 – 9:20] (abgerufen am 26.01.2022)

Sony veröffentlichte 2020 die Playstation 5 mit der eigenen 3D-Audio-Technologie Tempest 3D AudioTech-Engine, welche hauptsächlich in VR-Spielen genutzt wird.¹¹⁶ Sie soll dem Klangbild ermöglichen, den virtuellen Raum akustisch besser nachzubilden. Auch Spieler ohne Surround Sound System sollen durch die Engine den Klang innerhalb eines Raumes aus allen Richtungen mit ihrer Entfernung hören können. Klang, welcher punktgenau im Raum platziert wird, heißt objektbasierter Sound. Ein Spiel, welches die Engine nutzt, ist das Horrorspiel Resident Evil 8 (2021). Der 3D-Sound soll hierbei die Immersion stärken, da der Spieler Sound Events realistischer hören soll. Der Audio Director Wataru Hachisako sieht für Horrorspiele ein großes Potential in 3D-Audio, da der Spieler Objekte und Gegner, die er nicht sehen kann, durch den Ton trotzdem wahrnimmt und die allgegenwärtige Gefahr somit verdeutlicht werden kann.¹¹⁷ Ein anderes Spiel, welches das Konzept nutzt, ist das Actionspiel Returnal (2021). In dem Spiel muss der Spieler gegen große Horden an Gegnern kämpfen. 3D-Audio soll dem Spieler dabei helfen, den Charakter mithilfe des Sounds besser durch das Kampffeld manövrieren zu können. Loic Couthier, der Audio Director von Returnal, erklärt das Prinzip, welches im Spiel genutzt wurde. Der virtuelle Raum beeinflusst die Geräusche, die der Spieler von sich gibt. Diese können zum Beispiel die Schussgeräusche der eigenen Waffe sein. Gibt der Spieler einen Schuss ab, setzt das Spiel in Echtzeit dreidimensionale Soundstrahlen ab, welche Reflexionsgeräusche abgeben, wenn sie auf Objekte stoßen.¹¹⁸ Somit soll gewährleistet werden, dass der Spieler auch mit der Wiedergabe von Musik den Raumklang wahrnehmen kann.

Microsoft entwickelte für die Xbox Series (2020) eine ähnliche Technik zur Wiedergabe von 3D-Audio. Die Technik des Audio Raytracing wird beispielsweise im Rennspiel Forza Horizon 5 (2021) genutzt. Das Auto des Spielers sendet innerhalb einer dreidimensionalen Umgebung digitale Schallwellen aus, welche auf Objekte wie Wände, Häuser oder die Vegetation treffen. Jedes Objekt besitzt individuelle Eigenschaften wie Absorptionskoeffizienten, die die Reflexion der Schallwellen beeinflussen. Dies sorgt dafür, dass sich Fahrgeräusche an unterschiedlichen Orten wie Regenwäldern oder Städten unterschiedlich anhören. Diese Technik wird auch genutzt, um die wahrgenommenen Geräusche der Umgebung zu beeinflussen. So werden Klänge manipuliert, wenn der Spieler beispielsweise im Cabriolet das Dach schließt.¹¹⁹

116 Vgl. Sony (2021): 3D-Audio der PS5: Die „Tempest „Engine“-Technologie im Detail. Playstation.Blog. <https://blog.de.playstation.com/2021/05/11/3d-audio-der-ps5-die-entwickler-von-returnal-und-resident-evil-village-sprechen-ueber-die-tempest-engine-technologie/> (abgerufen am 26.01.2022)

117 Vgl. ebd.

118 Vgl. ebd.

119 Vgl. Ludewig, Claus (2021): Forza Horizon 5: Raytracing-Audio soll für Motoren sound sorgen. PCGH. <https://www.pcgameshardware.de/Forza-Horizon-5-Spiel-73350/News/3D-Audio-Support-1375789/> (abgerufen am 26.01.2022)

Neue Möglichkeiten der Klanggestaltung durch Virtual Reality

Die Entwicklung von 3D-Audio wird ebenfalls durch die stetige Entwicklung von VR-Spielen vorangetrieben. Langer definiert VR durch die Begriffe virtual und reality. VR stellt somit eine virtuelle Realität, also eine computererzeugte Simulation der Wirklichkeit dar.¹²⁰ Ein VR-System setzt sich aus Hardware, Software, Sensoren und Displays zusammen. Durch ein Tracking-System bestehend aus Sensoren und Kameras oder anderen optischen Bilderkennungen werden Kopfbewegungen und Blickrichtung des Nutzers in Echtzeit erkannt und virtuell umgewandelt.

Im Gaming stellt die VR-Technik aktuell eine Nische dar, da die Auswahl an VR-Spielen sehr begrenzt ist. Dies hat den Grund, dass VR-Brillen aufgrund der teuren Technik unter den Konsumenten nicht weit verbreitet sind. Trotzdem gibt es einige Spieleentwickler, die diese Technik für die Produktion ihrer Spiele nutzen. Das Studio Valve entwickelte die eigene VR-Brille Valve Index (2019) und später das VR-Spiel Half Life: Alyx (2020). Hier setzte das Studio einen großen Fokus auf die Technik der Head-Related Transfer Function, oder auch HRTF-Processing genannt. Dabei werden spezielle Filter genutzt, die die Entfernung der Klangquelle direkt zum Kopf und die Ohren des virtuellen Charakters simulieren sollen. Dies bedeutet, dass sich der Klang der jeweiligen Spielsituation dynamisch an die Kopfbewegungen des Spielers anpassen.¹²¹ Dies ist wichtig für die stärkere Immersion mit VR.

Zukunft der Videospielemusik

Erkennbar ist somit, dass Sounddesign eine immer größere Rolle für die Tongestaltung von Videospiele einnimmt. Die Musik muss gemeinsam mit dem Sounddesign koexistieren, um die Immersion stärken zu können. Dieser Trend zeigt sich gut in Open-World-Spielen, da hier Musik eine dezentere Rolle einnimmt, um Platz für die atmosphärischen Klänge der Spielwelt zu schaffen. Im Gegenzug erhalten Spielszenen eine größere Bedeutung, wenn sie durch Musik begleitet werden. Kampfszenen, Zwischensequenzen oder Bosskämpfe erhalten dadurch eine größere Bedeutung, da sie aufgrund der Tongestaltung einen bleibenden Eindruck bei den Spielern hinterlassen. Erkundungssituationen, die immer mehr Spielzeit beanspruchen, sorgen dafür, dass Komponisten neue Wege finden müssen, Spiele zu vertonen. Kontinuierliche Musik eignet sich nicht, da der Aufwand und das benötigte Budget für die Musikproduktion viel zu groß wäre. Aktuelle Trends in der Spieleentwicklung zeigen, dass 3D-Audio von vielen großen Entwicklern untersucht und weiterentwickelt wird.

120 Langer, Elle (2020): Medieninnovationen AR und VR: Erfolgsfaktoren für die Entwicklung von Experiences, 1. Aufl. 2020, Berlin: Springer Vieweg. S. 20

121 Walden, Jennifer (2020): Designing Half-Life: Alyx's Superb VR Sound. A Sound Effect. <https://www.asoundeffect.com/half-life-alyx-vr-sound/> (abgerufen am 31.01.2022)

Viele Tongestalter sehen ein großes Potential in dieser Technik, um die Interaktion zwischen Sound und Spieler zu stärken. Dies führt dazu, dass der Klang eine immer größere Rolle spielen wird, Informationen an den Spieler zu übermitteln. Daraus folgt, dass der Aufwand in der Audioproduktion größer wird, dass Audiotteams immer mehr Mitarbeiter benötigen und somit ein größeres Budget notwendig sein wird. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass gerade neue komplexe Technologien nur von großen Studios benutzt werden können, da sie die finanziellen Mittel, die Teamstärke und das benötigte fachliche Wissen vorweisen können.

Kleinere Indie-Studios hingegen haben weniger Budget zur Verfügung, weswegen sie neue Innovationen kaum vorantreiben können. Jedoch werden Indie-Spiele immer beliebter, was dazu führt, dass Indie-Entwickler mehr Gewinne als früher erwirtschaften können. Eine representative Umfrage des Verbands der deutschen Games-Branche belegt, dass 2020 ein Viertel aller deutschen Spieler bereits Indie-Spiele konsumiert haben. Im Vorjahr waren es nur 21%.¹²² Erkennbar ist eine steigende Tendenz, dass Spieler neben großen Spieletiteln auch Indie-Produktionen konsumieren. Dies kann auch durch den großen Erfolg der digitalen Marktplätze wie Steam erklärt werden, da hier Indie-Entwickler die Möglichkeit bekommen, ihre Spiele einem potentiell großen Publikum vorzustellen. Auch werden Indie-Spiele billiger verkauft, was sie für den Kunden attraktiver macht. Dieser Umstand kann von Entwicklern und Komponisten genutzt werden, sich in der Videospieleindustrie zu etablieren. Gerade Indie-Entwickler können von den neuen Möglichkeiten der digitalen Audioproduktion profitieren, da Komponisten mit einem relativ geringen Budget eine gute Audioqualität liefern oder ihre kreativen Konzepte umsetzen können. Mithilfe von Sample Libraries können Komponisten beispielsweise authentische traditionelle Musik mit verhältnismäßig wenig finanziellen Aufwand produzieren. Somit können auch kleinere Studios orchestrale Musik für ihre Spiele umsetzen.

122 Verband der deutschen Games-Branche: Infografik Deutscher Games-Markt 2021, in: game, 2021a, <https://www.game.de/marktdaten/infografik-deutscher-games-markt-2021/> (abgerufen am 23.02.2022).

6. Fazit

Das Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit war es, die technische Entwicklung der musikalischen Untermalung von Videospielen und die damit verbundene Klangästhetik darzustellen und daraus Schlüsse zu ziehen, wie die Tongestaltung des Mediums sich in der Zukunft weiterentwickeln wird. Dabei wurden theoretische Konzepte der Klanggestaltung sowie technische Umsetzungsmöglichkeiten erläutert und eine historische Überblick über die Produktion von Videospieldmusik gegeben.

Aus den Ergebnissen zeigt sich seit der Entstehung von Videospielen eine umfassende und komplexe Entwicklung in der Produktion von Videospieldmusik. Beeinflusst wurde diese durch die stetige Entwicklung technischer Innovationen sowie der Entstehung diverser Konzepte zur Tongestaltung nichtlinearer Medien. Eine weitere Entwicklung zeigt sich auch in der Bedeutung von Videospieldmusik. Limitationen wie fehlende Rechenleistung und Speicherplatz führten zu einer einfachen und linearen Tongestaltung und somit zu einer geringeren Bedeutung des Sounds für Videospiele. Neue Bauteile wie Soundchips und die Durchsetzung von Standards wie MIDI vereinfachten jedoch die Produktion von Musik, weswegen Musiker ohne Programmierkenntnisse an Videospieldproduktionen mitbeteiligt wurden. Japanische Komponisten entwickelten erste Konzepte, wie Videospiele vertont werden und erstellten somit die Basis für Sound in Videospielen. Die Musik wurde dadurch komplexer und interessanter.

Neue Synthese-Methoden wie FM-Synthese oder Wavetable-Synthese verbesserten die Klangqualität und ermöglichten die Umsetzung unterschiedlicher musikalischer Genres. Neue Speichermedien wie CD's erlaubten eine konventionellere Musikproduktion, da die Musik nicht von einer Soundkarte in Echtzeit generiert werden musste. Auch dies führte zu einer besseren Klangqualität. Weitere Innovationen wie die Erstellung dreidimensionaler Welten in Videospielen stellten Komponisten und Tongestalter vor neue Herausforderungen. Das Sound Design erhielt eine größere Bedeutung, da es einen neuen Kommunikationskanal für den Konsumenten darstellt. Die Audio-Teams erhielten ein immer größeres Budget, was sich auch in der Musik zeigt. Aufnahmen von Bands und großen Orchestern konnten immer besser in Videospielen integriert werden. Daraus folgt jedoch, dass adaptive Ansätze in der Musik schwerer umsetzen ließen, weswegen orchestrale Musik in Videospielen einen deutlich linearen Charakter hatte.

Aus den Ergebnissen lässt sich somit ableiten, dass die Produktionstechniken, welche für die Musikproduktion von Videospielen benutzt werden, abhängig von den Konzepten des Komponisten und des Game Directors sind. Aufnahmen echter Instrumente sorgen für einen besseren und realistischeren Klang, jedoch lassen sich adaptive Konzepte, insbesondere Konzepte der horizontalen Adaption, schlechter umsetzen. Synthetische Musik hingegen wirkt weniger authentisch, jedoch kann sie sich besser und flüssiger an das Spielgeschehen anpassen. Komponisten und Tongestalter müssen somit bei der Konzipierung der Musik Kompromisse eingehen und überlegen, ob sie mehr Wert auf Klangqualität oder adaptive Konzepte legen.

Auch zeigt sich, dass Musik neben dem Sounddesign einen wichtigen Kommunikationskanal darstellt. Musik kann dazu genutzt werden, Spieler auf Änderungen der Spielsituationen aufmerksam zu machen. Jedoch zeigen aktuelle Trends, dass das Sounddesign einen immer größeren Stellenwert in der Übermittlung von Informationen einnimmt. Komponisten und Sounddesigner müssen somit besser miteinander kommunizieren und zusammenarbeiten, um ein komplexes Soundscape erstellen zu können.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Erforschung von Videospieldmusik nicht weit fortgeschritten ist. Das Forschungsfeld der Game Studies ist noch sehr jung, weswegen nur wenige wissenschaftliche Arbeiten bezüglich der Wirkung und Nutzung von Videospieldmusik verfasst wurden. Die vorliegende Bachelorarbeit dient der Zusammenfassung der wichtigsten historischen Fortschritte in der Produktion von Videospieldmusik und kann genutzt werden, um Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen zu finden. In der Arbeit wurden audioteknische Aspekte der Heimkonsolen und Computer erforscht, jedoch wurde die Technik des mobilen Gamings nicht tiefer untersucht. Videospieldproduktionen auf Handheld-Konsolen und Smartphones unterscheiden sich von den Produktionen der technisch besseren Heimkonsolen, weswegen auch hier weitere Untersuchungen bezüglich der Benutzung von Musik durchgeführt werden können. Daraus zeigt sich, dass das Potential der Erforschung der Wirkung von Videospieldmusik nicht vollends ausgeschöpft ist.

Literaturverzeichnis

Collins, Karen (2007): In the Loop: Creativity and Constraint in 8-bit Video Game Audio, in: Twentieth-Century Music, Bd. 4, Nr. 2, 209 – 227. <https://doi.org/10.1017/S1478572208000510>

Collins, Karen (2008): Game sound. An introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design. Cambridge, Mass: MIT Press.

Epting, Peter (2017): Musik in Videospielen, in: Günther Rötter (Hrsg.), Handbuch Funktionale Musik: Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete (Springer Reference Psychologie), 1. Aufl., Dortmund: Springer.

Fay, Todd, Scott Selfon & Todor Fay (2003): DirectX 9 Audio Exposed: Interactive Audio Development, Plano: Wordware Pub.

Friedrich, Hans Jörg (2008): Tontechnik für Mediengestalter: Töne hören - Technik verstehen - Medien gestalten, Berlin: Springer.

Fritsch, Melanie (2013): History of Video Game Music, in: Peter Moormann (Hrsg.), Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance (Musik und Medien), 2013. Aufl., Wiesbaden: Springer VS.

Görne, Thomas (2017): Sounddesign: Klang Wahrnehmung Emotion, 1. Aufl., München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

Henle, Hubert (2001): Das Tonstudio Handbuch: Praktische Einführung in die professionelle Aufnahmetechnik. Grundlagen der Akustik. Analoge und digitale Audiotechnik. ... und Regieraum-Design (Factfinder-Serie), 5. Auflage: GC Carstensen Verlag.

Kent, Jelly (2011): Usage of PD in Spore and Darkspore, Weimar.

Kent, Steven (2010): The Ultimate History of Video Games: from Pong to Pokemon and beyond...the story behind the craze that touched our lives and changed the world, 1. Aufl., New York: Three Rivers Press.

Kloppenburg, Josef (2017): Musik im Film, in: Günther Rötter (Hrsg.), Handbuch Funktionale Musik: Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete (Springer Reference Psychologie), 1. Aufl., Dortmund: Springer.

Langer, Elle (2020): Medieninnovationen AR und VR: Erfolgsfaktoren für die Entwicklung von Experiences, 1. Aufl. 2020, Berlin: Springer Vieweg.

Leenders, Matts Johan (2015): Sound für Videospiele: Besondere Kriterien und Techniken bei der Ton- und Musikproduktion für Computer- und Videospiele (Marburger Schriften zur Medienforschung 38), 1. Aufl., Marburg: Schüren Verlag.

Liebe, Michael (2013): Interactivity and Music in Computer Games, in: Peter Moormann (Hrsg.), Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance (Musik und Medien), 2013. Aufl., Wiesbaden: Springer VS.

Mundhenke, Florian (2013): Resourceful Frames and Sensory Functions – Musical Transformations from Game to Film in *Silent Hill*, in: Peter Moormann (Hrsg.), Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance (Musik und Medien), 2013. Aufl., Wiesbaden: Springer VS.

Phillips, Winifred (2014): A Composer's Guide to Game Music. Cambridge, The MIT Press.

Smyrek, Volker (2016): Tontechnik: für Veranstaltungstechniker in Ausbildung und Praxis, 3., korrigierte Auflage 2016, Stuttgart: Hirzel, S., Verlag.

Sweet, Michael (2015): Writing Interactive Music for Video Games: A Composer's Guide, Addison-Wesley.

Van Geelen, Tim (2008): Realizing groundbreaking adaptive music, in: Karen Collins (Hrsg.), From Pac-Man to Pop Music: Interactive Audio in Games and New Media (Ashgate Popular and Folk Music Series), Burlington: Ashgate Publishing Limited.

Internetquellen

Bishop, Stuart (2007): Valve on Steam. CVG. <https://web.archive.org/web/20080522195408/http://www.computerandvideogames.com/article.php?id=156758> (abgerufen am 26.01.2022)

Brandon, Alexander (2002): Shooting from the Hip: An Interview with Hip Tanaka. Game Developer. <https://www.gamedeveloper.com/audio/shooting-from-the-hip-an-interview-with-hip-tanaka> (abgerufen am 17.01.2022)

Commodore (1982): Datenblatt des SID-Chips.
http://archive.6502.org/datasheets/mos_6581_sid.pdf (abgerufen am 18.01.2022)

General Instruments (1978): Datenblatt AY-3-8910.
http://map.grauw.nl/resources/sound/generalinstrument_ay-3-8910.pdf (abgerufen am 13.01.2022)

General Instruments (o.J.): Datenblatt AY-3-8914.
https://console5.com/techwiki/images/8/88/AY-3-8914_Technical_Information.pdf
(abgerufen am 17.01.2022)

Greening, Chris (2010): Revisiting Donkey Kong Country. VGMOOnline.
<http://www.vgmonline.net/davidwiseinterview/> (abgerufen am 24.01.2022)

Iwata, Satoru (o.J.): Iwata Asks: Super Mario Galaxy – The Sound Team. Nintendo.Uk.
<https://www.nintendo.co.uk/Iwata-Asks/Iwata-Asks-Super-Mario-Galaxy/Volume-3-The-Sound-Team/1-Why-Use-an-Orchestra-/1-Why-Use-an-Orchestra-205026.html>
(abgerufen am 04.03.2022)

Korg (o.J.): Wavestate – Übersicht. Korg.
<https://www.korg.com/de/products/synthesizers/wavestate/> (abgerufen am 24.01.2022)

Ludewig, Claus (2021): Forza Horizon 5: Raytracing-Audio soll für Motorensound sorgen. PCGH. <https://www.pcgameshardware.de/Forza-Horizon-5-Spiel-73350/News/3D-Audio-Support-1375789/> (abgerufen am 26.01.2022)

Nintendo (2017): Nintendo Switch. <https://www.nintendo.de/Hardware/Nintendo-Switch-Familie/Nintendo-Switch/Nintendo-Switch-1148779.html> (abgerufen am 26.01.2022)

Nintendo. (2017, 14. Mai): The Making of The Legend of Zelda: Breath of the Wild Video – Open-Air Concept. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=vLMGGrmf4xaY> (abgerufen am 26.01.2022)

Otero, Jose (2014): A Music Trivia Tour with Nintendo's Koji Kondo. IGN.
<https://www.ign.com/articles/2014/12/10/a-music-trivia-tour-with-nintendos-koji-kondo>
(abgerufen am 11.02.2022)

Sony (2021): 3D-Audio der PS5: Die „Tempest Engine“ - Technologie im Detail. Playstation.Blog. <https://blog.de.playstation.com/2021/05/11/3d-audio-der-ps5-die-entwickler-von-returnal-und-resident-evil-village-sprechen-ueber-die-tempest-engine-technologie/> (abgerufen am 26.01.2022)

Texas Instruments (o.J.): Datenblatt SN76489.
http://map.grauw.nl/resources/sound/texas_instruments_sn76489an.pdf (abgerufen am 17.01.2022)

Verband der deutschen Games-Branche (2021): Infografik Deutscher Games-Markt 2021, in: game, <https://www.game.de/marktdaten/infografik-deutscher-games-markt-2021/> (abgerufen am 23.02.2022).

Verband der deutschen Games-Branche (2021): Deutscher Games-Markt erstes Halbjahr 2021, in: game, <https://www.game.de/marktdaten/deutscher-games-markt-erstes-halbjahr-2021/> (abgerufen am 02.03.2022).

Walden, Jennifer (2020): Designing Half-Life: Alyx's Superb VR Sound. A Sound Effect. <https://www.asoundeffect.com/half-life-alyx-vr-sound/> (abgerufen am 31.01.2022)

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.



Frankenberg, der 18.03.2022

Bastian Schulz