

Bachelorarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien,

Fakultät Electronic Media, Hochschule der Medien Stuttgart

Klangsynthese

-

Musik-/Sounddesign mit Synthesizern

Vorgelegt von: Pascal Müller (Matrikelnummer 22356)

Am: 27.02.2014

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt

Zweitprüfer: Prof. Jens-Helge Hergesell

Hiermit versichere ich, Pascal Müller, an Eides Statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Klangsynthese - Musik-/Sounddesign mit Synthesizern“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§26 Abs. 2 Bachelor-SPO (6 Semester), § 23 Abs. 2 Bachelor-SPO (7 Semester) bzw. § 19 Abs. 2 Master- SPO der HdM) sowie die strafrechtlichen Folgen (gem. § 156 StGB) einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Stuttgart, den 27.02.2014

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung.....	4
1. Abstract.....	6
2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke.....	7
2.1 Was ist Klangsynthese ?.....	7
2.2 Wahrnehmung, Empfindung und Bewertung von Klängen	9
2.3 Evolution der Klangerzeuger	12
3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren.....	19
3.1 Subtraktive Synthese.....	19
3.1.1 Oszillatoren.....	20
3.1.2 Filter.....	21
3.1.3 Verstärker.....	22
3.1.4 Hüllkurvengenerator.....	22
3.1.5 LFO (Low Frequency Oscillator).....	23
3.1.6 Steuerung.....	24
3.2 Additive Synthese.....	24
3.3 FM-Synthese.....	26
3.4 Wavetable-Synthese.....	28
3.5 Granularsynthese.....	29
3.6 Sampling.....	31
3.7 Physical Modeling.....	33
3.8 Zwischenfazit.....	34
4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung.....	36
4.1 Einsatzgebiete und Verwendungszwecke der Sounds.....	38
4.2 Gestaltung von Instrumenten und musikalischen Klängen.....	40
4.2.1 Elektronische Perkussion.....	40
4.2.2 Tonale Instrumente	46
4.2.3 Musikalische Effektklänge und Bearbeitungen.....	53
4.3 Gestaltung von Soundeffekten.....	57
4.3.1 Natur- und Alltagsklänge.....	58
4.3.2 Spezielle Soundeffekte.....	62
5. Fazit.....	66
6. Anhang.....	68
6.1 Literaturverzeichnis.....	68
6.2 Abbildungsverzeichnis.....	69
6.3 Filmographie.....	70
6.4 Diskographie.....	70
6.5 CD.....	71

1. Kurzfassung

Seit der Erfindung der ersten künstlichen Klangerzeuger und der Erschaffung von damit verbundenen, bis dato noch nie gehörten Klängen, sind diese Gerätschaften ständig weiterentwickelt worden und neue Technologien hinzugekommen. Musikinstrumente wie das Ondes Martenot, Theremin oder das Trautonium waren Vorreiter dieser Entwicklung, hatten jedoch keinen durchschlagenden Erfolg. Erst durch die Erfindung des Moog-Synthesizers Ende der 60er Jahre und seinem kommerziellen Erfolg, konnten sich künstliche Klangerzeuger, sowie die darin verwendeten Praktiken zur Klanggestaltung etablieren. So wurden Synthesizer in den folgenden Jahren zu einer festen Größe, auf Augenhöhe mit anderen Instrumenten in der Musik, und Praktiken für Sounddesign im Bewegtbild.

In den Jahren darauf brachten immer leistungstärkere Gerätschaften neue Verfahren und Bedienkonzepte zur künstlichen Klangerzeugung hervor und ergänzten die bereits vorhandenen Möglichkeiten um ein Vielfaches. Mit dem Aufkommen leistungsstarker Personal Computer verlagerte sich zudem ein Großteil der Synthesizer in Form von Software auf den PC, in die Umgebung eines Audibearbeitungsprogramms. Die daraus resultierenden Möglichkeiten in der Populärmusik und im Sounddesign sind heute unverzichtbar geworden, bieten eine schier unendliche Fülle an zur Verfügung stehenden Mitteln und Methoden und sind fortlaufender Ansporn dafür, immer neue Klänge, Geräusche und Techniken hervorzubringen. Ohne das nötige Hintergrundwissen kann es dadurch schwer sein, die der Thematik zugrunde liegenden Zusammenhänge zu erfassen und auf die verschiedenen Techniken und Bedienkonzepte zu übertragen und anzuwenden, um zum eventuell gewünschten klanglichen Ergebnis zu kommen.

Ziel dieser Arbeit soll es daher sein, die verschiedenen, gängigen Synthesetechniken zu erklären, um zu einem besseren Verständnis über die Möglichkeiten und Anwendbarkeit der

einzelnen Verfahren auf verschiedenen Gebieten zu kommen. Die Funktionsweise, sowie die zahlreichen Gestaltungsmöglichkeiten der beschriebenen Syntheseverfahren werden anhand von Hörbeispielen genauer erläutert.

1. Abstract

Since the invention of the first Synthesizers and with them the creation of until then never before heard sounds, these devices have been constantly advancing and new technologies were added. Musical Instruments such as the Ondes Martenot, Theremin or the Trautonium were forerunners of this development, however, had no resounding success. It was not until the invention of the Moog-Synthesizer in the late 60s, and its commercial success, that Synthesizers could establish themselves as well as the practices used in them for sound design. Thus in the following years Synthesizers became a fixed size, on par with other musical instruments and practices for sound design in motion picture.

In the following years more and more powerful devices brought forth new procedures and operating concepts for artificial sound generation, and supplemented the already existing possibilities many times. With the advent of powerful personal computers, a large part of the synthesizers shifted, in the form of software, onto the PC, into the environment of a digital audio workstation. The resultant opportunities in popular music and sound design have become indispensable. They offer an almost infinite number of available means and methods and are ongoing incentive for producing new sounds, noises and techniques. Without the necessary background knowledge, it can thereby be difficult to grasp the topics underlying relationships and to apply them to the various techniques and operating concepts, to come to the desired sonic result.

Hence the aim of this work should be, to explain the different, common synthesis techniques, to come to a better understanding about the possibilities and applicability of each individual method in various areas. The operation, as well as the numerous design options of the described synthesis methods, will be shown and explained in detail on the basis of sound samples.

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

2.1 Was ist Klangsintese ?

Vereinfacht gesagt, bezeichnet Klangsintese die Erschaffung und Zusammenführung von Klängen und dem zur Entstehung notwendigen kreativen Prozess dahinter.¹ Der zur Sintese notwendige Apparat muss nicht zwangsläufig auf Technologie basieren, stellt doch die menschliche Stimme das Ergebnis eines komplexen Klangerzeugers mit vielen verschiedenen Klangfarben dar. Damit können, neben dem Vokaltrakt, auch alle anderen Instrumente als Synthesizer betrachtet werden.² Bedienen diese sich doch der unterschiedlichen klanglichen Eigenschaften ihrer Komponenten und deren feiner Abstimmung aufeinander, was mit der Benutzung den Prozess der Klangsintese beschreibt.

Diese genauere Betrachtungsweise lässt die Grenzen zwischen sogenannten echten und synthetischen Instrumenten, bzw. Verfahren, verschwimmen und trägt dazu bei, die grundlegenden Eigenschaften und gemeinsamen Zusammenhänge zur Klangerzeugung besser zu verstehen. Die daraus resultierende Annäherung oder Abgrenzung der Herkunft der klanglichen Resultate zueinander oder durch eine Mischform nicht eindeutig zu benennend, kann zu facettenreichen Ergebnissen führen.

Das dazu notwendige technische Verfahren kann sowohl elektronisch, als auch mechanisch funktionieren, indem einerseits Klang mit diesen Hilfsmitteln aufgenommen oder erzeugt wird oder andererseits auf bereits bestehende Aufnahmen zurückgegriffen wird, um zu einem neuen klanglichen Ergebnis zu kommen.³ So kann beispielsweise der Klang real existierender Instrumente künstlich erzeugt, nach Möglichkeit verändert und so Verfügbar

1 Vgl. Russ (2008), S.4

2 Vgl. Russ (2008), S.5

3 Vgl. Russ (2008), S.4;

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

gemacht werden, ohne dass das nachgeahmte Instrument tatsächlich besessen werden muss.

Ein weiterer Punkt ist die Hervorbringung gänzlicher neuer Klänge, welche mit gängigen akustischen Instrumenten nicht herzustellen sind.⁴ Das kann entweder mit einer der analogen oder digitalen Klangsyntheseformen realisiert werden. Diese Verfahren erzeugen mithilfe von Oszillatoren Töne, die dann mit Mischern, tieffrequenten Oszillatoren, Hüllkurven, Filtern und einigen anderen Modulationsquellen im Pegel und in der Obertonstruktur bearbeitet werden können und so neue Töne hervorbringen. Während beispielsweise die subtraktive Synthese auf dem Ausfiltern von Tönen basiert, erzeugt die additive Synthese Klangbilder durch das Mischen einer großen Anzahl von Tönen.

Durch diese Verfahren und mithilfe der zahlreichen Verbindungen und Aneinanderreihung von Modulationsquellen sind theoretisch unermesslich viele Ergebnisse möglich, es bedarf jedoch eines fähigen Menschen, diese so zu formen, dass eine Absicht im Klang oder der Herangehensweise zu erkennen ist. Ist das der Fall, sind der Vorstellungskraft des Anwenders, bis auf die zur Einstellung zur Verfügung stehenden Funktionen, seinen musikalischen Fähigkeiten und seiner technischen Kenntnis des Geräts keinerlei Grenzen gesetzt. Von einfachen statischen Klangfarben hin zu komplexen, mehrstimmigen Gebilden mit ständiger Bewegung und Veränderung im Klang gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten, genauso wie in den vielen verschiedenen Herangehensweisen und Synthesetechniken. Wichtig dabei ist, dass die für den Anwender zur Verfügung gestellten Funktionen zu überblicken sind und die Zusammenhänge, die sich untereinander gegenseitig bedingenden, veränderbaren Einstellungen ersichtlich und trotzdem zahlreich sind, was maßgeblich über das Gelingen eines Produkts und seiner zugrundeliegenden Synthesetechnik entscheidet.⁵ Da bei vielen Synthesetechniken eine Fülle an Parametern besteht, stellt das dem Benutzer zur Verfügung stehende Modell der bedienbaren

⁴ Vgl. Raffaseder (2010), S.213

⁵ Ebenda

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

Funktionen lediglich eine Abstraktion der damit im inneren verbundenen Funktionen des Geräts dar.⁶ Dadurch kann das gleiche Prinzip einer Synthesetechnik in der Umsetzung in unterschiedlichen Formen realisiert werden.

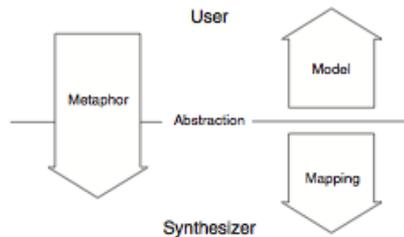


Abb.1: Schematische Darstellung der abstrakten Bedienung eines Klangerzeugers

2.2 Wahrnehmung, Empfindung und Bewertung von Klängen

Da ein Klang eine Kette von Geschehnissen darstellt, die unterschiedlichen physikalischen Beschaffenheiten unterliegen und sich im Resultat zeigen, verändert sich dieser Klang meist im Verlauf und stellt damit eine grundlegende Eigenschaft akustischer Ereignisse dar.⁷ So können schon kleine Veränderungen in der Zusammensetzung der Einzelteile eines akustischen Ereignisses große Unterschiede ausmachen und können Auskunft über eine große Anzahl von Informationen geben, die sich aus einer Ansammlung von ganz unterschiedlichen Bestandteilen zusammensetzen können.⁸ Diese Bestandteile können einerseits sachliche Fakten verraten, wie z.B. die materielle Zusammensetzung, der am akustischen Ereignis beteiligten Substanzen, sowie die Intensität der Interaktion der beteiligten Materialien.⁹ Darüber hinaus können Klänge Atmosphäre, sowie Gemütslagen vermitteln und resonieren dabei mit dem jeweiligen Erfahrungswert des Empfängers.¹⁰ Dies kann besonders gut am Beispiel von Naturklängen oder auch der menschlichen Stimme

6 Vgl. Russ (2008), S.4

7 Vgl. Raffaseder (2010), S.21

8 Ebenda

9 Ebenda

10 Vgl. Raffaseder (2010), S.22

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

beobachtet werden. Stellt diese doch einen der ältesten Apparate im menschlichen Repertoire an akustischen Kommunikationsinstrumenten dar. Aufgrund der ständigen Benutzung zur Interaktion, sei es durch Reden, Singen, aber auch mittels des Zuhörens, ist der Mensch ständig damit beschäftigt, gesagtes und gehörtes zu untersuchen, zu verfassen. Das betrifft von Außen empfangene Informationen, genauso wie eigens Formuliertes und stellt eine Grundvoraussetzung dafür dar, gehörtes zu verstehen und zu interpretieren, beziehungsweise nachzufühlen.¹¹

Ähnlich der Mimik und Gestik eines Menschen kann eine akustische Regung also, wie z.B. ein Räuspern oder eine Äußerung und deren Tonfall eine Botschaft transportieren, welche unterschiedlich interpretiert werden kann, jedoch im zugrundeliegenden Kontext der vorangegangenen oder zeitgleich geschehenden, anderen akustischen Ereignisse bewertet werden. Hierbei kommt durch die Veränderung der Betonung einzelner Klänge von Buchstaben, Wörtern oder Satzbetonungen, ein Wandel der Bedeutung zum Tragen.¹² Raffaseder schließt daraufhin allgemeiner :

„Es kann daraus geschlossen werden, dass bei akustischen Ereignissen eine Vielzahl an feinen Nuancen wahrgenommen und unterschieden werden kann, die nachhaltigen Einfluss auf Inhalt und Wirkung hat.“¹³

Diese gesammelten Geschehnisse nennen sich *akustischer Stream*¹⁴ und können vom Zuhörer dann in dessen Wahrnehmung erneut, gesondert, in einzelnen *Streams* oder aber auch im größeren Ganzen, als sogenannte *Soundscape* bzw. *akustische Szene*¹⁵ erfasst werden.¹⁶

Schwierig wird es hingegen die gehörten Klänge verbal exakt zu beschreiben, sind diese doch Ausdruck eines fortlaufenden, auf beschränkter Zeit beruhenden Vorgangs, welcher

11 Vgl. Russ (2008), S.13

12 Vgl. Raffaseder (2010), S.22

13 Raffaseder (2010), S.22

14 Vgl. Raffaseder (2010), S.24

15 Vgl. Raffaseder (2010), S.24

16 Ebenda

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

zu keinem Zeitpunkt klar zu erfassen ist. Sei es nun die Beschreibung einer allgemein bekannten Klangquelle, wie z.B. der Stimme eines Sprechers und ihrer charakteristischen Merkmale oder der grundsätzliche Klang eines eher ungewöhnlichen akustischen Vorgangs. Bevorzugt wird daher oftmals von Beteiligten versucht, das akustische Ereignis in seiner emotionalen Wirkungsweise, z.B. angsteinflößend, nervös machend, friedlich oder aber vergleichend mit bekannten Vorgängen und Ereignissen zu beschreiben, um es anderen begreifbar zu machen und es damit zu ermöglichen, sich in das Erlebte hineinzusetzen.¹⁷

Aufgrund dieser Schwierigkeit der Beschreibung des Gehörten, in Abhängigkeit von physikalischen und psychologischen Attributen, wird dabei in der Betrachtungsweise zwischen dem Schallereignis und dem Hör- beziehungsweise Lautereignis unterschieden, wobei das Hörereignis mit den Eigenschaften der Lautstärke, Tonhöhe, Klangfarbe und Dauer die subjektive und das Schallereignis mit der Amplitude, Frequenz der Schwingungen, spektrale Struktur und Zeitstrecke die objektive, technisch messbare Seite darstellt.¹⁸ Wie ein, nach objektiven Gesichtspunkten, betrachtetes Schallereignis dann subjektiv, als Hörereignis, abgesehen von den technischen Maßstäben, wahrgenommen wird, „[...] wird sowohl vom universellen Kontext der Wahrnehmung, als auch von individuellen Prägungen der Person maßgeblich mitbestimmt.“¹⁹ Es ist also aufgrund der unterschiedlichen Kontexte wie z.B. kulturelle Herkunft, örtliche Gegebenheiten, Anlass usw., sowie persönlicher Erfahrungswerte, Erinnerungen, emotionaler Stimmung und weiterer Faktoren anzunehmen, dass jegliches akustische Ereignis, seien es Klänge und Geräusche, sowohl in Musik, als auch in Verbindung mit bewegten Bildern, von Person zu Person unterschiedlich wahrgenommen und verarbeitet werden und so eventuell unterschiedliche Reaktionen hervorrufen.

¹⁷ Vgl. Raffaseder (2010), S.26

¹⁸ Vgl. Fricke und Louven (2011), S.413

¹⁹ Raffaseder (2010), S.33

2.3 Evolution der Klangerzeuger

Schon lange bevor der erste, in Serie produzierte Synthesizer auf den Markt kam, darüber hinaus auch noch kommerziell erfolgreich war und sich so überhaupt erst als Musikinstrument und Klangquelle etablieren und einen Namen machen konnte, gab es im Vorlauf der Geschichte zahlreiche Entwicklungen und technische Errungenschaften. Im Bereich der Forschung mit Elektrizität war schon früh klar, dass es möglich sein musste, mithilfe der Elektrizität Töne zu erzeugen und damit auch ein Instrument dazu zu erschaffen.²⁰ Dadurch ist die Liste der im Zusammenhang mit Elektrizität erfundenen Musikinstrumente äußerst lang und wie sich zeigen wird, erst spät von wirklich durchschlagendem Erfolg geprägt.

Angefangen von einer nicht näher beschriebenen Kreation zur Imitation von Blas- und Saiteninstrumenten des tschechischen Erfinders Pater Prokopius Divis von 1730 namens „Denis d'or“, über ein elektromusikalisches Piano von Elisha Gray aus dem Jahr 1876, zum „Dynamophone“, besser bekannt als „Telharmonium“, von Thaddeus Cahill um das Jahr 1900 herum, nutzten diese Instrumente sehr unterschiedliche Prinzipien zur Klangerzeugung, wie auch zur Verstärkung.²¹ So war beispielsweise das Telharmonium aufgrund seiner enormen Größe und dem damit verbundenen Gewicht, sowie der produzierten Lautstärke, unpraktikabel und wenig erfolgversprechend.²² Nichtsdestotrotz bediente sich Cahill mit seinem Gerät bereits des Wissens, über die Zusammensetzung komplexer Töne durch die Zusammenführung von Sinusschwingungen und erzeugte so „[...] Klänge mit veränderbarem Obertongehalt in einem Bereich von fünf Oktaven, wobei es dem Konstrukteur vor allem um die Imitation von bekannten Orchesterklangfarben ging.“²³ Dies kommt einem moderneren Ansatz zur künstlichen Klangerzeugung schon näher. „[...] Cahill, in fact, used the term 'sound synthesis' to describe this process.“²⁴

20 Vgl. Jenkins (2013), S.46

21 Vgl. Ruschkowski (2010), S.16 ff.

22 Vgl. Jenkins (2013), S.46

23 Ruschkowski (2010), S.20

24 Jenkins (2013), S.46

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

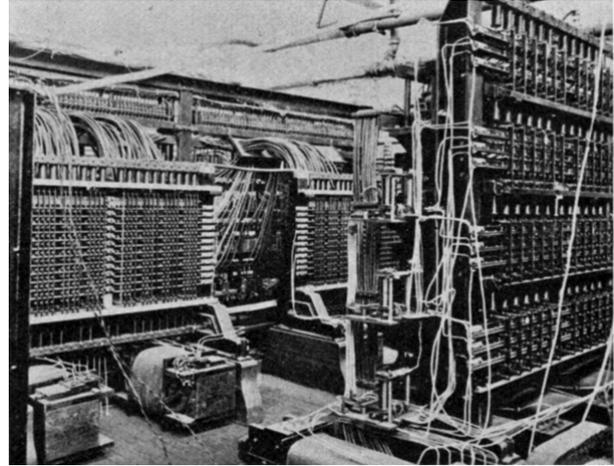


Abb.2 : Dynamophone und dazugehörige Technik

1929 wurde erstmals die Hammond Orgel vorgestellt, welche ähnlich dem Telharmonium durch Mischen verschiedener Töne umfangreichere Klangfarben erzeugen konnte und durch seine deutlich geringere Größe und Gewicht, auch Verwendung in privaten Haushalten und im Unterhaltungsbereich fand, im Gegensatz zum Telharmonium, welches nur in extra dafür präparierten Räumlichkeiten eingerichtet werden konnte.²⁵ Im Gegensatz zu vielen anderen, in dieser Zeit erfundenen Instrumenten, „[...] wurde die Hammond-Orgel zum ersten elektronischen Musikinstrument, das kommerziellen Erfolg hatte [...]“²⁶, wozu unter anderem „[...] einfache Bedienbarkeit und ihre gut verwendbaren Klangfarben beigetragen [...]“²⁷ haben. So wurde der Begriff Hammond-Orgel „[...] zum Synonym für elektronische Orgeln [...]“²⁸, hat bis heute Bestand und das Instrument selbst erfreut sich nach wie vor großer Beliebtheit.

Über die Jahre wurden viele weitere elektronische Instrumente erfunden, wie z.B. das Theremin, ein monophones Instrument, welches durch Abstand der Hände des Spielers zu zwei Antennen gesteuert wurde, wobei mit der einen Hand an der einen Antenne Tonhöhe und Vibrato, mit der anderen Hand an der zweiten Antenne Lautstärke und Tremolo kontrolliert wurden.²⁹ Das Instrument war durch die frei wählbare und nicht vorbestimmte

25 Jenkins (2013), S.46

26 Ruschkowski (2010), S.86

27 Ebenda

28 Ruschkowski (2010), S.87

29 Vgl. Jenkins (2013), S.47

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

Tonhöhe, im Gegensatz zu einem Tasteninstrument beispielsweise, nur schwer zu erlernen, wie auch durch seine limitierten Klangfarben nur begrenzt interessant und konnte sich dadurch nie auf dem Markt etablieren.³⁰

Auch andere elektronische Instrumente, wie die Elektrotonorgel, die Ondes Martenot, das Clavioline oder das Trautonium stammen aus dieser Zeit, jedoch konnte sich keines dieser Gerätschaften am Markt durchsetzen, was mitunter an der sehr eigentümlichen Bedienung eines jeden einzelnen Instruments, begrenzten Klangfarben, wie auch an einer oft nur monophonen Spielweise gelegen haben mag. So entwickelte sich aufgrund eines Mangels an praktikablen elektronischen Instrumenten und interessanten Klängen, ab 1943 die Bewegung der *musique concrète*, welche darin bestand, neue Klänge und Musik aus gewöhnlichen Tonbandaufnahmen durch schneiden, neuarrangieren und weiteren Bearbeitungen zu erschaffen und so zu bisher ungehörten Ergebnissen zu kommen.³¹

Kurz danach erfand der Kanadier Hugh Le Caine zwischen 1945 und 1948 ein tastengesteuertes elektronisches Instrument namens „*Sackbut*“, welches bereits viele der heute für einen Synthesizer als selbstverständlich geltenden Eigenschaften zur Klangbeeinflussung besaß, lange bevor namhafte, spätere Vertreter des Synthesizers überhaupt auf die Idee kamen etwas ähnliches zu entwickeln.³² Auch er war zwischenzeitlich inspiriert worden von der Bewegung der *musique concrète* und beschäftigte sich ausführlich damit, „[...] wie notierte musikalische Abläufe direkt in Klang umgewandelt werden könnten.“³³ So entwickelte er ein Gerät, welches in Verbindung mit dem Sackbut Werte für vorgegebene Parameter zur Klanggestaltung entgegennehmen konnte und „[...] war [damit] nichts weniger als eine Methode zur automatischen Erzeugung von Klängen, die in ihren wichtigsten Parametern direkt steuerbar waren.“³⁴ Dieses Gerät stellte hiermit die früheste Gestaltung eines Sequenzers dar, „[...] der

30 Vgl. Jenkins (2013), S.47

31 Ebenda, S.48

32 Vgl. Ruschkowski (2010), S.87 ff.

33 Ruschkowski (2010), S.93

34 Ruschkowski (2010), S.94

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

obendrein die Parameter nicht nur in Steuerspannungen umsetzte, sondern die Kontrolle über die Klangerzeugung gleich mit übernahm.“³⁵ Auch weitere Geräte, wie z.B. der 1970 von ihm erfundene polyphone Synthesizer „Polyphone“ war seiner Zeit vorraus, was Umfang, Bedienung und Leistungsfähigkeit anbelangte, da polyphone Synthesizer von anderen Entwicklern frühestens Jahre darauf auf den Markt kamen.³⁶ Jedoch blieben seine Apparate, zum Teil aufgrund von Rechtsstreitigkeiten oder zu spezieller Anwendungsgebiete weitestgehend unbekannt, was dazu führte, dass diese nicht in Serienproduktion auf den Markt kamen.³⁷

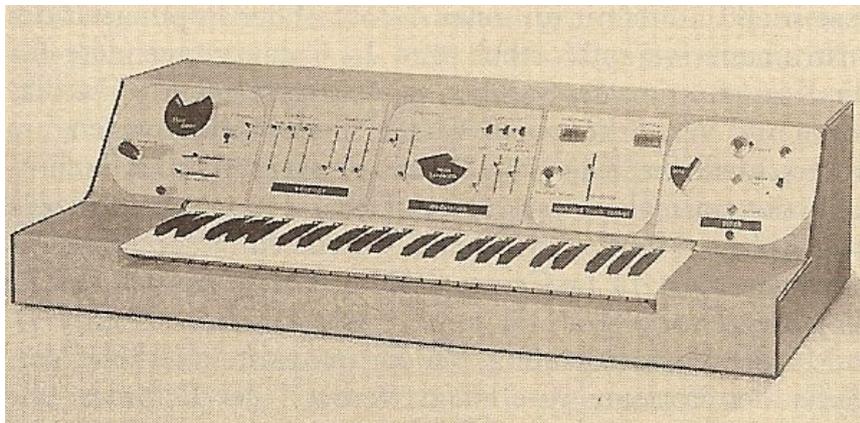


Abb.3 : Sackbut Synthesizer

Wesentlich erfolgreicher im Umgang mit der Vermarktung seiner Ideen war ein Mann namens Robert Moog. Durch den Bau eines simplen elektronischen Instruments für einen Freund und der Erweiterung dessen, zur umfangreicheren Steuerung des Klangs durch Spannungen einzelner Module mithilfe von Verkabelung, schuf er die Grundlagen eines modularen Synthesizers.³⁸ Aufgrund der positiven Resonanz anderer Musiker und öffentlichen Vorträgen, entstand so bald eine größere Nachfrage und erste Geräte wurden verkauft.³⁹ Die Veröffentlichung und der Erfolg des Albums *Switched-on Bach*, welches von Walter Carlos im Jahr 1968 mit dem von Moog konstruierten Synthesizer eingespielt wurde und bekannte Stücke von Johann Sebastian Bach beinhaltete, trug im erheblichen Maße dazu

35 Ruschkowski (2010), S.94

36 Vgl. Ruschkowski (2010), S.107

37 Vgl. Ruschkowski (2010), S.87 ff.

38 Vgl. Ruschkowski (2010), S.110 f.

39 Vgl. Ruschkowski (2010), S.111 f.

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

bei, das Instrument bekannt zu machen, seine Stärken zu demonstrieren und es in hohen Stückzahlen zu verkaufen.⁴⁰ Darüber hinaus trugen viele bekannte Größen aus dem Musikgeschäft durch Benutzung des Moog Synthesizers, sowohl auf der Bühne als auch auf Aufnahmen, zur Popularität des Systems bei, was viele weitere Modelle in kleineren Größen nach sich zog, zu welchen der bis heute vielleicht bekannteste analoge Synthesizer überhaupt zählt, der „*Minimoog*“.⁴¹



Abb.4 : Minimoog Synthesizer

So haben die im ersten und in allen weiteren Moog Synthesizern zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten bis dato Bestand und bilden bis heute den Ausgangspunkt für die Konstruktions- und Funktionsweise zahlreicher, nachfolgender anderer Klangerzeuger und etablierten damit den Synthesizer und durch den massenhaften Gebrauch von Musikern und durch die Anpassung für diese in der Popkultur.⁴² Neben Moog entwickelte auch Donald Buchla komplexe, modulare Synthesizer, ging jedoch einem etwas anderen Ansatz nach, der sich nicht den Zwängen des Marktes unterordnete und so weitestgehend im akademischen Bereich anzutreffen war und damit keine flächendeckende Verwendung fand.⁴³

Über die Jahre drängten viele andere Hersteller mit weiteren Systemen auf den Markt und es entstand ein reger Wettbewerb um Marktanteile, der viele neuartige Produkte

40 Vgl. Ruschkowski (2010), S.112 ff.

41 Vgl. Ruschkowski (2010), S.115 ff.

42 Vgl. Ruschkowski (2010), S.111 ff.

43 Vgl. Ruschkowski (2010), S.120 ff.

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

hervorbrachte, wie z.B. immer kleinere, zum Teil tragbare Geräte, polyphone Synthesizer, den MIDI-Standard⁴⁴, sowie die Möglichkeit der Speicherung von Einstellungen mit dem Aufkommen der Transistortechnik und vieles mehr.⁴⁵ Weitere neue Verfahren zur Erzeugung von Klängen entstanden und mit der stetigen Weiterentwicklung der Prozessortechnologie und deren Leistungsfähigkeit, verlagerte sich die Klangerzeugung mit analogen Mitteln zunehmend hin zu digitalen. Mit dem Aufkommen der Personal Computer fand abermals eine große Weiterentwicklung der Systeme statt, welche es ermöglichte, Synthesizer als Software zu realisieren und zu spielen, ohne dafür ein anderes Gerät als den eigenen Rechner zu gebrauchen.

Die heute etablierten Synthesizer, sowohl digital als auch analog, Software wie Hardware und Verfahren zur Klangsynthese und deren einstellbare Parameter sind das Ergebnis vieler Experimente wissenschaftlicher Forschung, die Hand in Hand gehen mit der Vermarktung und Optimierung für einen vorhandenen Markt, welcher hauptsächlich auf Muskschaffende, sowohl in der Unterhaltungsindustrie, als auch im Privaten abzielt.⁴⁶ Dadurch ergeben sich im Gegensatz zum Bereich der akademischen Forschung andere Schwerpunkte und Absichten in der Gestaltung eines Geräts, da über eine zugrundeliegende Technik hinaus gedacht werden muss, die einem breiten Publikum verständlich, bedienbar und in der Form eines einheitlichen Produktes nahe gebracht werden soll. So standen im Rahmen der Forschung stets Faktoren, wie Innovation und neue Erkenntnisse an erster Stelle, wohingegen es weniger wichtig erschien, wie groß der wirtschaftliche und technische Aufwand war, um eine eventuell neue technische Errungenschaft hervorzubringen.⁴⁷ Im kommerziellen Bereich hingegen stehen Wirtschaftlichkeit an erster Stelle, was sich in vielen Bereichen, angefangen von der Entwicklung über die Herstellung, bis hin zur Vermarktung darstellt, schließlich ist die

44 Der MIDI-Standard beschreibt die Kommunikation von mit MIDI ausgestatteten Instrumenten untereinander. Dadurch können diese Gerätschaften andere fernsteuern oder ferngesteuert werden, ohne das tatsächlich klangerzeugende Instrument bedienen zu müssen, und werden im Umgang mit Sequenzern, Synthesizern und anderen elektronischen Musikinstrumenten und Effekten benutzt.

45 Vgl. Ruschkowski (2010), S.136 ff.

46 Vgl. Russ (2008), S.26 f.

47 Ebenda

2. Grundlagen, Hintergründe und Rückblicke

hauptsächliche Motivation das Verkaufen eines Produkts.⁴⁸ Daher gibt es eine Vielzahl von Verfahren zur Klangsynthese und Herangehensweisen dieser, von denen nun im Folgenden die am weitesten verbreiteten und gebräuchlichsten Synthesetechniken erklärt werden sollen.

⁴⁸ Vgl. Russ (2008), S.26 f.

3. Die verschiedenen Klangsyntheverfahren

Die heute für die Klangerzeugung zur Verfügung stehenden Techniken teilen sich in analoge, hybride und in digitale Verfahren auf. Dabei ist zu beachten, dass die unterschiedlichen Synthesarten mit verschiedenem technischem Aufwand realisiert werden können. Das bedeutet, dass beispielsweise von einem Hardware Synthesizer mit Subtraktiver Synthesetechnik nicht unbedingt gesagt sein muss, dass er den Klang mit analogen Mitteln erzeugt, ist es doch heute mithilfe von Software möglich, dies digital nachzuahmen und so zu einem ähnlichen Ergebnis zu kommen. Genauso gibt es Techniken, welche aufgrund ihrer besseren Funktionalität und Anwendbarkeit vorrangig in digitaler Form konstruiert werden, was aber nicht bedeuten muss, dass diese nicht auch mit analogen Mitteln zu erzeugen wären. Daher sind heute die meisten Synthesetechniken, die im kommerziellen Bereich zu erwerben sind, sowohl in Hard-, als auch Software erhältlich, sowie einer Kombination davon. Hierbei unterscheiden sich die verschiedenen Methoden der Klangerzeugung in den erzielbaren Resultaten zum einen durch die grundlegende Funktionsweise, bzw. der Bestandteile der jeweiligen Technik und der daraus resultierenden, kontrollierbaren Parameter zur Formung der Klänge und zum anderen durch die vom Hersteller gewählte, individuelle Umsetzung des angewandten Prinzips der Klangsynthese. Die gleich folgenden Erklärungen gehen auf die wichtigsten Synthesetechniken und am weitesten verbreiteten Verfahren ein.

3.1 Subtraktive Synthese

Da die Subtraktive Synthese die erste in Synthesizern verfügbare und flächendeckende Form der Klangerzeugung war, bauen alle danach entwickelten Synthesarten sowohl im grundlegenden Verständnis über die Bearbeitung von Klängen, als auch in den daraus entstandenen Fachbegriffen zur Steuerung auf ihr auf und liefern die Grundlage zum

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

besseren Verständnis anderer Synthesetechniken.⁴⁹ Darüber hinaus stellt sie die alleinige, mit einem überschaubaren Einsatz an analoger Technologie zu verwirklichende Syntheseform dar.⁵⁰ Die Subtraktive Synthese erhält ihren Namen durch die Manipulation der verschiedenen Wellenformen, wie Sinus-, Rechteck-, Sägezahn-, Dreiecksschwingung und Pulswelle, sowie den damit einhergehenden, unterschiedlichen Strukturen und Vorkommen von Obertönen, durch Herausfiltern von Obertönen. Sie setzt sich aus fünf, einerseits herstellenden und andererseits verändernden, fundamentalen Bestandteilen zusammen, die sich in Oszillatoren, Filter, Verstärker, Hüllkurven und tieffrequenten Oszillatoren(LFOs) aufteilen. Zum besseren Überblick soll hier, unabhängig von analoger oder digitaler Realisierung der Synthese, verallgemeinert auf die Eigenschaften und Möglichkeiten eines jeweiligen Moduls eingegangen werden.

3.1.1 Oszillatoren

Die verschiedenen zur Verfügung stehenden Oszillatoren bilden sich aus einem die Tonhöhe bestimmenden Grundton und Obertönen, die mit unterschiedlicher Amplitude auftreten und als Vielfache der Frequenz des Grundtons zu betrachten sind, wodurch gerade ganzzahlige Vielfache ein anderes Klangbild erzeugen als ungerade ganzzahlige Vielfache, dabei aber immer, im Gegensatz zu Obertönen die abseits der ganzzahligen Vielfachen auftreten und dadurch unharmonische Frequenzen erzeugen, ein harmonisches Frequenzspektrum aufweisen und damit für die resultierende Klangfarbe verantwortlich sind.⁵¹ Beispielsweise beinhaltet eine Sägezahnschwingung die volle Bandbreite an harmonischen Obertönen, eine Rechteckschwingung ungerade Vielfache und eine Sinunsschwingung dagegen überhaupt keine Vielfachen der Grundtonfrequenz.⁵² So bilden die verfügbaren, grundlegenden Wellenformen der Subtraktiven Synthese unterschiedliche Obertonspektren ab, welche sich aufgrund des Vorhandenseins von Obertönen mitunter besser oder schlechter zur Nachbearbeitung mit einem Filter eignen.

49 Vgl. Ruschkowski (2010), S.148

50 Vgl. Ackermann (1991), S. 27

51 Vgl. Ruschkowski (2010), S.153 f.

52 Vgl. Ruschkowski (2010), S.154

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

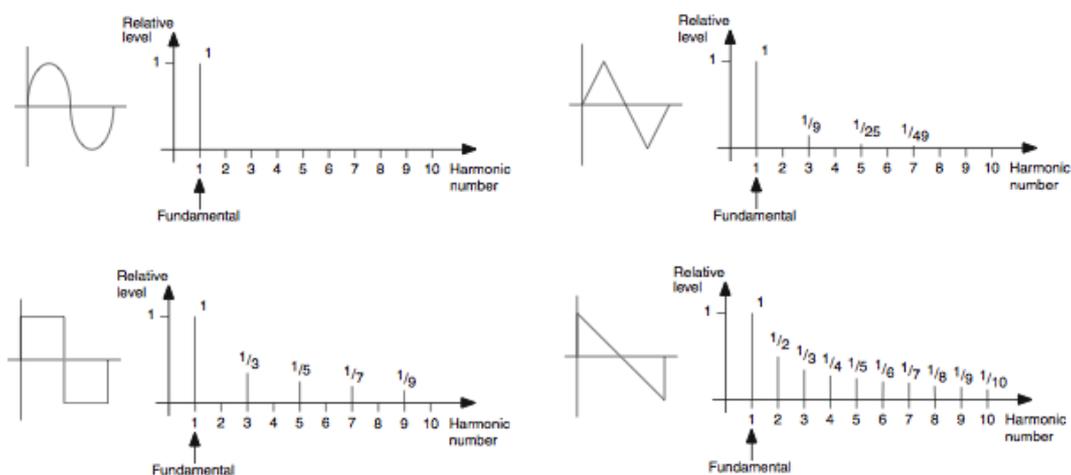


Abb.5 Grundwellenformen und deren Frequenzspektr

Zusätzlich zu den normalen Oszillatoren gibt es noch einen Rauschgenerator. Dieser erzeugt ein gleichzeitiges Rauschen, welches über den gesamten Frequenzbereich hinweg reicht und alle Frequenzen in einheitlicher Intensität vertritt. Mithilfe von Rauschen ist die Erzeugung verschiedener, vielfältiger Klänge möglich, beispielsweise Naturgeräusche wie Wind oder zur Unterstützung der Nachahmung von realen Instrumenten, wie z.B. Perkussionsinstrumenten.⁵³

3.1.2 Filter

Um die nun gewählte Wellenform oder eine Mischung aus mehreren weiter zu formen, kommen Filter zum Einsatz. Diese verstärken oder dämpfen die ausgewählten Frequenzen, je nach Wahl des zum Einsatz kommenden Filters. Die standardmäßig verfügbaren Filter sind Hoch- und Tiefpass, sowie Bandsperre und Bandpass. Hoch- und Tiefpass zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur gewisse Frequenzen hindurch lassen, andere werden jenseits des Punktes der sogenannten „*Cut off frequency*“ oder auch Grenzfrequenz genannt, kontinuierlich stärker gedämpft. Ein Bandpass lässt nur Frequenzen im Bereich der eingestellten Bandbreite hindurch, die Bandsperre hingegen alle Frequenzen außer des eingestellten Bereichs. So ist es möglich, einen an Obertönen reichen Klang weiter zu formen, entweder durch Beschneidung der hohen oder der tiefen Frequenzen oder

⁵³ Vgl. Ruschkowski (2010), S.157 f.

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

einzelner Bereiche. Dieser Punkt der Grenzfrequenz lässt sich beliebig im Frequenzspektrum platzieren oder auch durch eine Modulationsquelle steuern. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Flankensteilheit eines Filters. Damit wird die Dämpfung des Signals jenseits der Grenzfrequenz bezeichnet, welche in verschiedenen Stärken auftritt und mit einer zunehmenden Flankensteilheit an Härte im Klang gewinnt.⁵⁴

3.1.3 Verstärker

Der Verstärker steuert den Verlauf der Dynamik eines Klangs über die Lautstärke. Dies geschieht meistens mithilfe eines Hüllkurvengenerators, welcher den Verlauf bestimmt. Damit kann großer Einfluss auf die Wirkung eines Klangs genommen werden, gibt der Verlauf eines akustischen Ereignisses doch Aufschluss über Beschaffenheit und Entstehung und kann so zugeordnet werden.⁵⁵

3.1.4 Hüllkurvengenerator

Der Hüllkurvengenerator (engl. Envelope Generator) stellt eine Modulation dar, die grundsätzlich auf jeden modulierbaren Parameter angewendet werden kann. So bietet sich die Lautstärke dafür an von ihm kontrolliert zu werden, aber auch die Bandbreite oder die Grenzfrequenz eines Filters, wie auch Tonhöhe können damit effektiv gesteuert werden.

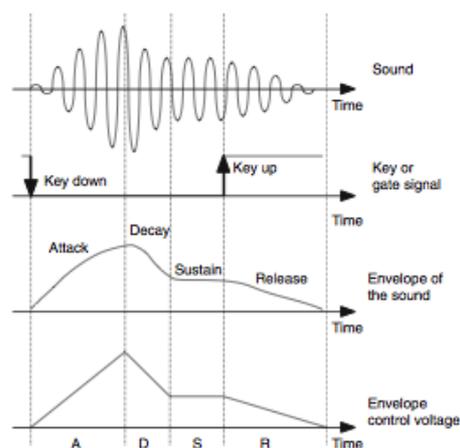


Abb.6 Hüllkurvenverlauf am Beispiel einer Wellenform

54 Vgl. Ruschkowski (2010), S.160

55 Vgl. Raffaseder (2010), S.215

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

Die Hüllkurve setzt sich aus vier Phasen zusammen, Attack, Decay, Sustain und Release. Dies ist am Beispiel des Lautstärkeverlaufs gut zu erläutern. Mit dem Betätigen einer Taste auf dem Keyboard des Synthesizers wird ein Signal erzeugt, welches die Attackphase der Hüllkurve des akustischen Ereignisses einleitet.⁵⁶ Je kürzer diese Phase ist, desto schneller hat der Klang seine maximale Amplitude erreicht, bei einer langen Attackphase entsprechend weniger schnell. Danach tritt die Decayphase ein, welche bestimmt wie viel Zeit vergeht, bis der Klang nach Erreichen der maximalen Amplitude auf den Sustainlevel sinkt, um dann so lange auf dieser Lautstärke zu verharren, bis die Taste des Keyboards wieder losgelassen wird. Damit wird die Releasephase eingeleitet, welche Aussage darüber macht, wie lange das akustische Ereignis braucht, um wieder komplett zu verstummen, also ausklingt. Damit ergeben sich, je nach moduliertem Parameter, vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten der Hüllkurve.

3.1.5 LFO (Low Frequency Oscillator)

Ein LFO ist ein Oszillator der sehr tiefe, regelmäßige Frequenzen erzeugt, sodass diese zum größten Teil nicht gehört werden können, wohl aber zur Modulation von Parametern eingesetzt werden können. Entscheidend ist die Art der gewählten Wellenform, sowie der zu manipulierende Parameter. Es stehen grundlegende Formen, wie Sinus-, Sägezahn-, Dreieck-, Rechteckschwingung und Pulswelle, aber oftmals auch ungewöhnliche Wellen, Mischformen oder auch Rauschen zur Verfügung. So können unterschiedliche Formen verschiedene klangliche Resultate erzielen. Schwankt eine Rechteckschwingung beispielsweise ausschließlich zwischen zwei Werten, stellt eine Sinusschwingung einen fortlaufenden Wertebereich dar. So würden beispielsweise diese beiden Wellenformen bei der Modulation der Tonhöhe ganz unterschiedliche akustische Ergebnisse erzeugen. Auch die Modulation vieler anderer Parameter ist denkbar, z.B. Lautstärke, Panorama, Grenzfrequenz des Filters oder auch falls möglich, die Modulation eines anderen LFOs oder einer Hüllkurve, um interessantere, komplexere Ergebnisse zu erzielen. Auf diese Weise können unvorhersehbare Resultate entstehen, was beim Experimentieren hilfreich sein kann, die dann zu gezielterer Weiterverfolgung der Formung des Klangs führen können.

⁵⁶ Vgl. Raffaseder (2010), S.219

3.1.6 Steuerung

All diese Parameter können nach Wunsch auch jederzeit über interne und externe Regler, sowie die Tastatur und deren verschiedenen Möglichkeiten an Steuersignalen kontrolliert, bzw. beeinflusst werden. Die Intensität der angeschlagenen Taste, wie auch die Tonhöhe, können so unter anderem zur Steuerung anderer Parameter benutzt werden und damit zu einem die Spielweise genauer repräsentierendem, dynamischerem und ausdrucksstärkerem Klang beitragen. Eine Modulationsmatrix zeigt die verschiedenen Verbindungen zwischen den kontrollierten und kontrollierenden Parametern auf.⁵⁷

3.2 Additive Synthese

Die additive Synthese geht zurück auf die Erkenntnisse des französischen Mathematikers Joseph Fourier, welche besagen, dass jede periodische Schwingung, egal welcher Beschaffenheit, aus einer Reihe von Sinusschwingungen unterschiedlicher Frequenzen herzustellen, bzw. nachzuahmen ist.⁵⁸ Kleinste Veränderungen von Teilschwingungen können so zu grundlegenden Änderungen in der Wellenform beitragen. Dies bietet zumindest theoretisch nahezu unendlich viele Möglichkeiten den Klang zu formen, ist es doch möglich, jede einzelne Teilschwingung in ihrer Frequenz, Phase oder Amplitude direkt zu steuern, jedoch werden bei zunehmend vielschichtigeren Klängen auch erheblich mehr Sinusschwingungen notwendig, was sich in einem großen, schwer zu überblickendem Aufwand äußert.⁵⁹ Um zu zufriedenstellenden, komplexeren Ergebnissen zu kommen, welche bis dahin nur eine monophone Klangerzeugung darstellen, ist dieser enorme Aufwand daher erst mithilfe des Computers zu rechtfertigen, da für jede einzelne Teilschwingung ein Oszillator, Verstärker, sowie Hüllkurvengenerator zur Verfügung gestellt werden müssen, polyphone Klangerzeugung steigert diesen Aufwand um ein Vielfaches.⁶⁰

57 Vgl. Raffaseder (2010), S.216

58 Vgl. Ruschkowski (2010), S.305

59 Vgl. Raffaseder (2010), S.220 f.

60 Vgl. Ackermann (1991), S.33; Ruschkowski (2010), S.306

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

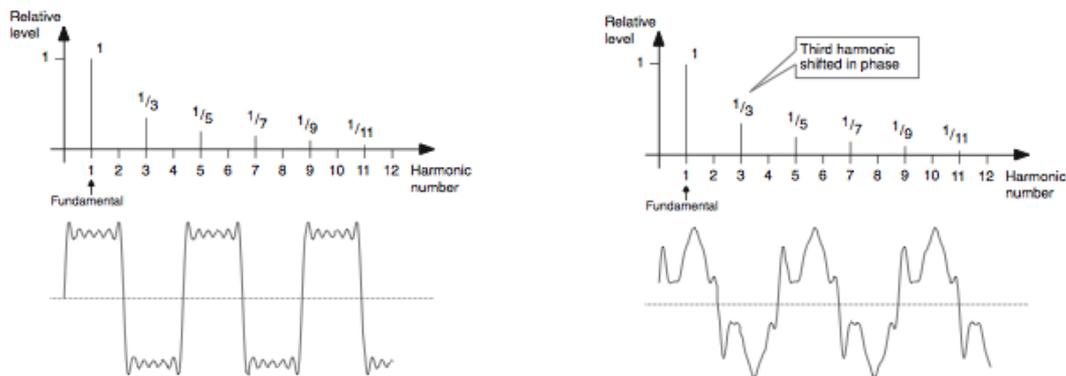


Abb. 7 Links: Rechteckschwingung aus 6 Sinuschwingungen; Rechts: Phasendrehung des dritten Teiltons resultiert in drastischer Veränderung der Wellenform

Die Umsetzung dieser Methode kann sich im Weiteren sehr unterschiedlich gestalten und schlägt sich dann auch in den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Klangformung des Synthesizers nieder. So können Filter beispielsweise realisiert werden, indem die durch die einzelnen Oszillatoren entstandenen Frequenzen, wie bei der subtraktiven Synthese, durch einen Filter bearbeitet werden oder aber durch Emulation eines Filters, mithilfe der verschiedenen Hüllkurven der einzelnen Oszillatoren und deren unterschiedlichen zeitlichen Verläufen.⁶¹ Damit ist es möglich alle Arten von bekannten Filtern zu imitieren, wie auch durch die gezielte Beeinflussung einzelner Sinusschwingungen und deren Hüllkurven, Filter zu erschaffen, welche auf analogem Weg nicht möglich wären. So wird z.B. ein Tiefpass durch die kürzere Decayphase der Hüllkurven der hohen Frequenzen realisiert als der der tiefen Frequenzen, was zu einem schnelleren Verfall der hohen Frequenzen führt.⁶² Die heute mit additiver Synthese arbeitenden verfügbaren Synthesizer, meistens als Software, stellen immer noch eine Minderheit dar, sind jedoch mit der steigenden Leistungsfähigkeit der Personal Computer auch in den Markt hervorgezungen. Bei der Bedienung bzw. Erscheinung gibt es überwiegend kein einheitliches Konzept, wie es weitestgehend bei Synthesizern mit subtraktiver Synthese der Fall ist. Oftmals sind aber, dem besseren Verständnis und der Einfachheit halber, Bedienkonzepte und Aufbau der Bedienoberflächen teilweise an die der subtraktiven Synthesizer angelehnt.

⁶¹ Vgl. Russ (2008), S.155

⁶² Ebenda

3.3 FM-Synthese

Grundlegend setzt sich die Frequenzmodulation aus einem Träger- und einem Modulationssignal zusammen, bei welchem das Modulationssignal auf das Trägersignal einwirkt und durch Summen- und Differenzbildung der beiden Signale um die Trägerfrequenz herum neue Frequenzen, bzw. Obertöne erzeugt werden, welche auch als Seitenbänder bezeichnet werden.⁶³ Die zu jener Zeit bereits und bis heute beim Rundfunk verwendete Technik der Frequenzmodulation wurde Ende der 1960er vom Amerikaner John Chowning benutzt und weiterentwickelt, um damit Klänge zu produzieren.⁶⁴ Während sich im Rundfunk das Trägersignal im Bereich von ca. 100 Megahertz abspielt und damit nicht hörbar ist, arbeiten bei der FM-Synthese beide Signale im für den Menschen hörbaren Bereich.⁶⁵

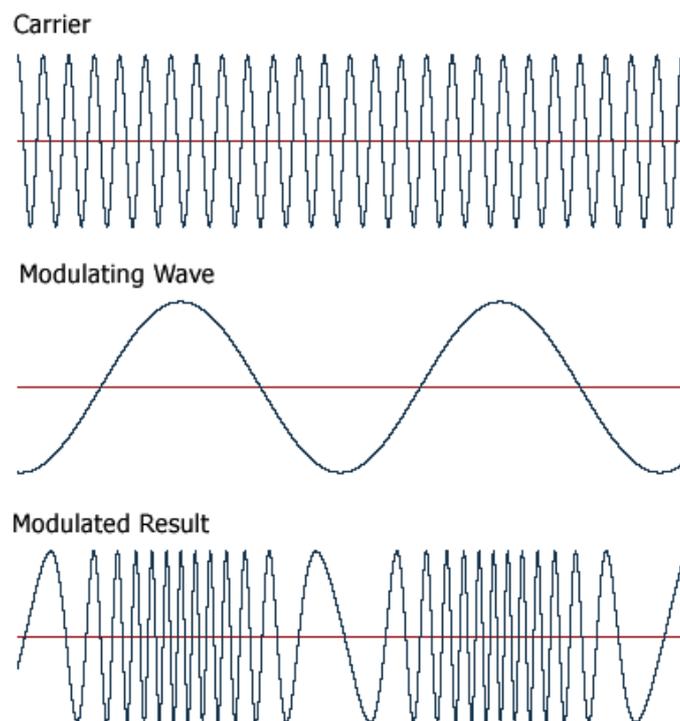


Abb. 8 Träger- und Modulationsschwingung und die resultierende Schwingung

⁶³ Vgl. Ruschkowski (2010), S.308

⁶⁴ Ebenda

⁶⁵ Vgl. Ackermann (1991), S.37

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

Dadurch lassen sich mit der Modulation einer einfachen Sinusschwingung mit einer anderen Schwingung gleicher Art, höhere und tiefere Töne mit vielfältigem Obertongehalt erzeugen, wobei die Beziehung der Frequenz von Modulator und Träger wichtig für den resultierenden Klang und die Höhe des Tones ist.⁶⁶ Geradzahlige Beziehungen zwischen Modulator und Träger erzeugen harmonische Obertöne, wohingegen ungerade Beziehungen der beiden unharmonische Obertöne erzeugen.⁶⁷ Desweiteren entscheidet die Aufstellung der Oszillatoren über den entstehenden Klang. Es gibt dabei viele denkbare Möglichkeiten, so ist es beispielsweise möglich, dass ein Oszillator sich selbst moduliert und dabei Träger oder Modulator ist, eine Kette von Modulatoren zu einem oder mehreren Trägern führt oder ein Träger einen Modulator manipuliert usw., ein Oszillator kann hier also zur selben Zeit zwei Funktionen inne haben.⁶⁸

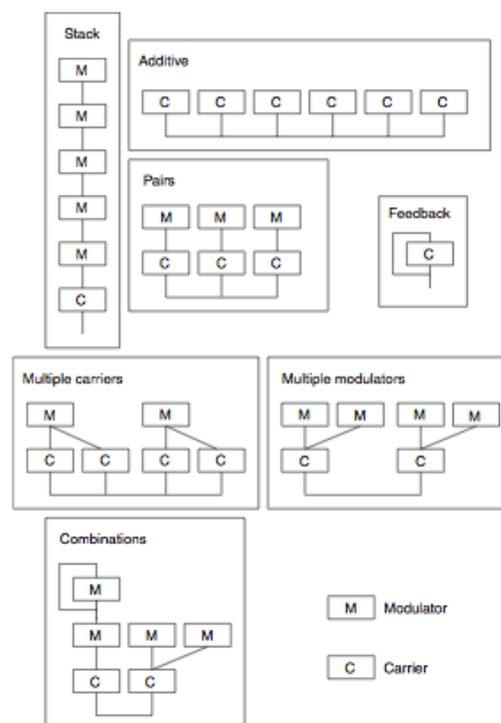


Abb. 9 Mögliche Anordnungen von Modulatoren und Trägern

In Abhängigkeit der vorhandenen Oszillatoren sind damit viele verschiedene Anordnungen von Träger- und Modulationssignalen möglich, die in Verbindung mit dem sogenannten Modulationsindex und Verläufen davon, also der eingestellten Intensität eines

⁶⁶ Vgl. Ruschkowski (2010), S.309

⁶⁷ Ebenda

⁶⁸ Vgl. Raffaseder (2010), S.222 f.; Ruschkowski (2010), S.313

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

Modulationssignals gegenüber dem Trägersignal, für die vorhandene Intensität und Anzahl der Obertöne verantwortlich sind und damit zu äußerst vielschichtigen akustischen Ergebnissen führen können.⁶⁹ Dabei können mitunter auch ohne den Einsatz von Filtern, durch Erhöhen und Absenken des Modulationsindex und dem damit verbundenen Hinzufügen und Wegnehmen von Obertönen ähnliche Resultate wie bei der subtraktiven Synthese erzeugt werden. Allerdings geht mit der Steigerung des Modulationsindex auch ein Verlust in der Wahrnehmung des Grundtons einher, da die dadurch erzeugten Obertöne ihre Energie aus dem den Grundton bestimmendem Trägersignal beziehen.⁷⁰

Insgesamt sind mit der FM-Synthese sehr genaue und kleine Eingriffe in der Formung des Klangs möglich, um diesem entscheidende Klangfarben zu geben, so können schon kleine Veränderungen große Auswirkungen auf das klangliche Ergebnis haben. Jedoch liegt auch hier das entscheidende Problem dieser Synthesetechnik, denn durch diese kleinen Veränderungen kann es oft beim Gestalten eines Klangs sein, dass er sich radikal ändert. Dadurch besteht für den Anwender eine nur schwer zu verstehende Verbindung zwischen den Veränderungen der Einstellungen und deren Auswirkungen im Klang, anders als etwa bei der subtraktiven Synthesetechnik.⁷¹ Dadurch erfordert die Handhabung der FM-Synthese mehr Einarbeitungszeit und Erfahrung auf dem Weg zum gewünschten Ergebnis, lädt zum experimentieren ein und ist oft auch vom Zufall abhängig, wodurch meist unerwartete Resultate erzielt werden können.

3.4 Wavetable-Synthese

Ähnlich wie bei der subtraktiven Synthese kann man bei der Wavetable-Synthese aus einer Anzahl verschiedener Wellenformen wählen um diese anschließend mit Filtern und Modulationsquellen zu manipulieren. Der entscheidende Unterschied liegt darin, dass die zugrundeliegende Wellenform, falls gewünscht, im Verlauf des Spielens jederzeit geändert

⁶⁹ Vgl. Raffaseder (2010), S.222 f.; Ruschkowski (2010), S.309 f.

⁷⁰ Vgl. Ruschkowski (2010), S.310

⁷¹ Vgl. Ruschkowski (2010), S.315

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

werden kann und damit interessante Klänge mit unterschiedlichen Klangfarben möglich sind.⁷² Die verschiedenen Wellenformen sind in der, der Synthesetechnik ihren Namen verleihenden, Wavetable abgespeichert und können in beliebiger Reihenfolge abgespielt werden. Hierbei bietet sich für die Wahl der Wellenformen, bzw. das Überblenden der verschiedenen Wellenformen ineinander, die Zuhilfenahme von Modulationsquellen wie Hüllkurven und LFOs an, da so teilweise überraschende, nicht vorherzusehende Resultate, wie auch kontinuierliche Übergänge zwischen den einzelnen Wellenformen entstehen können.⁷³

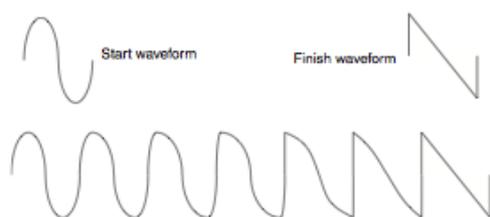


Abb.10 Verlauf einer sich verändernden Wellenform

Entscheidend für den Klang sind die in der Wavetable enthaltenen Wellenformen und deren Reihenfolge, welche entweder sehr ähnlich und in der Veränderung kontinuierlich sein können und sich daher für ineinander übergehende Verläufe empfehlen oder aber völlig ohne Gemeinsamkeiten sind.⁷⁴ Die Wavetable-Synthese ist in der Bedienung aufgrund ihrer Ähnlichkeit zur subtraktiven Synthese einfach zu handhaben, in ihren klanglichen Möglichkeiten erheblich flexibler und bietet einen anschaulichen Zusammenhang zwischen einstellbaren Parametern und den daraus resultierenden Veränderungen im Klang.

3.5 Granularsynthese

Mithilfe der Granularsynthese ist es möglich, eine Tonaufnahme in äußerst kurze Teilstücke im Bereich von Millisekunden aufzugliedern und neu zusammensetzen, um so neue Klänge zu erzeugen, welche durch ihre Neuordnung nicht mehr auf ihr Ausgangsmaterial

⁷² Vgl. Russ (2008), S.216 f.; Raffaseder (2010), S.222

⁷³ Vgl. Raffaseder (2010), S.222

⁷⁴ Ebenda

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

zurückzuführen sind. Die Langsamkeit der akustischen Aufnahme des Ohres macht es dabei möglich, dass bei einem akustischen Ereignis von nur wenigen Millisekunden der Verlauf des Klangs nicht mehr ins Gewicht fällt und so schließlich nur noch, abgesehen vom verwendeten Tonmaterial, Frequenz und Amplitude der einzelnen sogenannten „Grains“ als wichtigste Merkmale in der Wahrnehmung des Klangs übrig bleiben.⁷⁵ Desweiteren ergeben sich für das Ohr, ähnlich der Trägheit des Auges bei bewegten Bildern, ab einer gewissen Anzahl von akustischen Ereignissen, nämlich ca. 50 pro Sekunde, fließende Übergänge im Klang, dessen Einzelereignisse sich in einem Bereich von um die 20 Millisekunden abspielen.⁷⁶ Um mit diesen Grains einen Klang zu formen, stehen in Abhängigkeit der Implementation der Granularsynthese eine Vielzahl zu bestimmender Parameter zur Verfügung. Es kann über grundlegende Einstellungen wie z.B. Position, Größe, bzw. Dauer, Abspielgeschwindigkeit, Abspielrichtung, Lautstärke, Tonhöhe und Überblendungsdauer der Grains bestimmt werden, sowie auch über die Wellenform des jeweiligen, verwendeten Grains bestimmt werden kann.⁷⁷ Darüber hinaus stehen meist die von der subtraktiven Synthese her bekannten Modulations- und Bearbeitungsquellen wie Filter, LFOs, Hüllkurven usw. zur Verfügung. Dies ergibt unterschiedliche Möglichkeiten zur Anwendung der Granularsynthese, wodurch es zum einen möglich ist, einen spielbaren Klang, ähnlich denen der bereits genannten Synthesetechniken zu konstruieren.

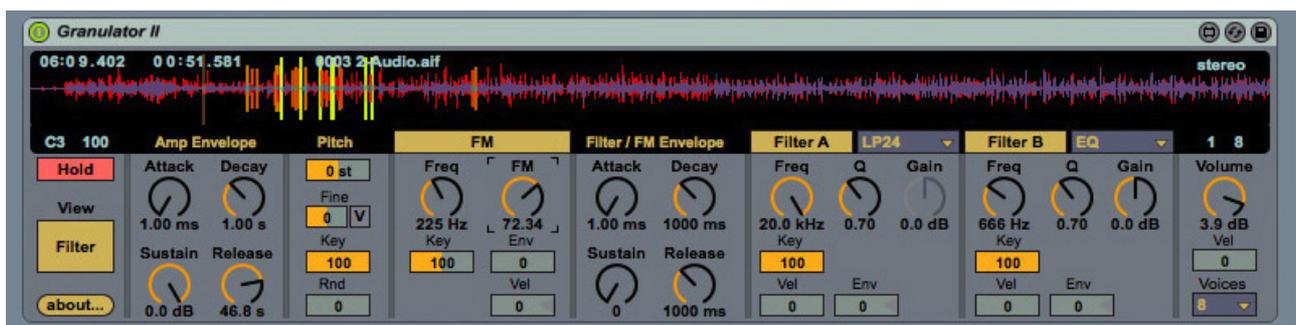


Abb.11 Max-for-Live-Anwendung der Granularsynthese: Granulator II in Ableton Live 9

Hierbei können einerseits durch die Wahl von kurzen Grains, die in ihrer Position unveränderlich sind, starre, im Klang unveränderliche Wellenformen hervorgerufen werden, die denen der subtraktiven Synthese entsprechen können und andererseits können durch

⁷⁵ Vgl. Ruschkowski (2010), S.328 f.

⁷⁶ Ebenda

⁷⁷ Vgl. Ruschkowski (2010), S.330 f., Raffaseder (2010), S.225 f.

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

unterschiedliche, ständig wechselnde Positionen der Grains innerhalb der Tonaufnahme Bewegungen im resultierenden Klang erzeugt werden, die zu unvorhersehbaren Ergebnissen führen.⁷⁸ Eine anderes äußerst wichtiges Anwendungsgebiet kommt der Granularsynthese bei der Tonhöhenkorrektur, wie auch bei der zeitlichen Dehnung von Audiomaterial hinzu, welche beide in einem unmittelbaren Zusammenhang stehen und durch das Prinzip der Granularsynthese bis zu einem gewissen Grad getrennt voneinander behandelt werden können.⁷⁹ Damit bietet diese Synthesetechnik ein breites Feld an möglichen Verwendungen, welche je nach Umsetzung in unterschiedlichen Erscheinungen auftritt. Aufgrund der wenig vorhersehbaren klanglichen Resultate ist es aber mit der Granularsynthese nur schwer möglich bei der Formung eines Klangs gezielt vorzugehen, was Vor- und Nachteil zugleich sein kann, lädt dies doch zum Experimentieren, bzw. kreativem Missbrauch einer mit Granulartechnik arbeitenden Anwendung ein.

3.6 Sampling

Sampling bezeichnet die Aufzeichnung beliebiger akustischer Ereignisse, welche ein analoges Signal durch die zeitlich diskrete Abtastung und Zuweisung zu einem diskreten Wertebereich in ein digitales Ebenbild der Amplitudenwerte des Schalls umwandelt.⁸⁰ Dies kann sowohl mit unterschiedlicher Regelmäßigkeit der Abtastung, als auch mit einer verschieden großen Vergabe des Wertebereichs für die einzelnen Amplituden geschehen, man spricht dabei von Abtastfrequenz und Bittiefe. Je höher diese beiden Werte sind, desto genauer wird die digitale Repräsentation des Klangs, bzw. die Annäherung an das kontinuierliche Signal.⁸¹

In der einfachsten Variante des Samplings ist es möglich, das aufgenommene Material in einem Audiotbearbeitungsprogramm und dessen zeitlichem Raster zu platzieren oder aber durch Zuweisung des Samples zu einem Steuerinstrument, wie etwa MIDI-Keyboard oder MIDI-Controller per Knopf- oder Tastendruck spielbar zu machen. Dadurch kann z.B. ein

78 Vgl. Raffaseder (2010), S.226

79 Vgl. Raffaseder (2010), S.195 ff.

80 Vgl. Raffaseder (2010), S.132

81 Ruschkowski (2010), S.349 ff.

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

reales Instrument mit nur einem aufgenommenen Ton und dessen Zuweisung über einen größeren Tonumfang auf einem Keyboard spielbar gemacht werden. Allerdings wird die Veränderung der Tonhöhe dann dadurch erreicht, dass das entsprechende Sample langsamer oder schneller abgespielt wird, was darüber hinaus zu einer verfälschten Abbildung der Obertöne führt.⁸² Abhilfe schafft hier das sogenannte Multisampling. Diese Technik ermöglicht es, durch die Aufnahme von Samples unterschiedlicher Tonhöhe und verschiedenen Abstufungen an Dynamik, zu einem wahrheitsgetreueren Ebenbild des aufgenommenen Instruments zu kommen, wodurch je nach angeschlagener Tonhöhe und Dynamik ein entsprechendes Sample zugewiesen wird.⁸³ Je genauer also ein Instrument reproduziert werden soll, desto höher ist der Aufwand des Aufnehmens und kann trotzdem nie ganz den exakten Klang des Originals erreichen, da hierzu abermals mehr Details abgebildet werden müssen, wie z.B. nicht gespielte, aber aufgrund der Anregung der anderen Saiten, trotzdem mitschwingende Saiten eines Klaviers.

Eine weitere wichtige Funktion ist das Wiederholen eines Teils einer Aufnahme, welche eigentlich endlich ist. So ist es bei gehaltener Taste möglich, die Aufnahme so lange klingen zu lassen, wie diese gehalten wird und erzeugt so den Eindruck eines ewig schwingenden Tons oder erklingenden Geräuschs.⁸⁴ Dies erfordert eine geschickte Wahl der Punkte, an welchen die Aufnahme endet und wieder startet, um eventuell auftretende Störgeräusche zu vermeiden. Auch stehen meist, mit wie schon von der subtraktiven Synthese her bekannten Modulationsquellen, weitere Bearbeitungsmethoden zur Verfügung. Mithilfe von Hüllkurven, Filtern, LFOs usw. lässt sich jede Aufnahme bereits in der benutzten Samplinganwendung bearbeiten und im Klangverlauf nach Belieben formen. Durch die Steuerung per MIDI ergeben sich desweiteren eine Vielzahl an denkbaren Bearbeitungen. Dadurch können Klänge ähnlich der Granularsynthese in diverse, durch MIDI repräsentierte Stücke aufgeteilt werden und so neu angeordnet und bearbeitet werden, wie z.B. Schlagzeugaufnahmen, Alltagsgeräusche, wie auch ganze Teile aus bereits

82 Vgl. Ruschkowski (2010), S.354

83 Vgl. Raffaseder (2010), S.224 f.

84 Vgl. Ruschkowski (2010), S.354 f.

3. Die verschiedenen Klangsyntheverfahren

aufgenommenen Songs.⁸⁵ Sampling bietet somit vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten und ist in der Anwendung äußerst anschaulich. Lediglich bei der Erstellung komplexerer Sampleinstrumente, mit vielen verschiedenen klanglichen Ebenen, ist ein größerer Aufwand erforderlich.

3.7 Physical Modeling

Eine andere Methode der Klangsynthese stellt das Anfertigen einer Immitation eines real existierenden Systems mithilfe von Algorithmen dar, genannt Physical Modeling. Diese Methode kann zur Simulation von Musikinstrumenten, wie z.B. Klavier, Blas-, Saiten-, oder Perkussionsinstrumenten benutzt werden, ist aber auch geeignet, um andere existierende, bekannte Systeme zu beschreiben. Hierbei werden mathematische Modelle für die Beschreibung eines komplexen Systems erdacht, um die an der jeweiligen Klangentstehung beteiligten Komponenten und deren Eigenschaften nachzubilden. Im Gegensatz zu den bisherigen Synthesetechniken kommen dadurch andere Parameter als die bislang bekannten, wie Oszillatoren, Filter, LFOs usw. zum Einsatz und müssen durch die individuellen, am Vorbild orientierten, zur Verfügung gestellten Einstellungsmöglichkeiten kontrolliert werden.⁸⁶ So ist es beispielsweise durchführbar, über die Spielweise, das Material, die Festigkeit des Resonanzkörpers usw., wie auch fortlaufende Veränderungen davon zu bestimmen, was zu klanglichen Ergebnissen führen kann, die in der Realität wahrscheinlich nicht umsetzbar wären, aber durch die reale Grundlage ihrer Bestandteile klanglich familiär erscheinen.⁸⁷ Je nach Umsetzung können dadurch die für den Nutzer kontrollierbaren Parameter in ihrem Umfang stark variieren und entscheiden somit über die Komplexität der Möglichkeiten der Klanggestaltung, wie auch der Bedienung.

Desweiteren wird Physical Modeling bzw. dann analogue modeling genannt, angewandt, um analoge Synthesizer und Gerätschaften digital nachzubilden und diese als Software mit

85 Vgl. Ruschkowski (2010), S.356 f.

86 Vgl. Russ (2008), S.280 f.

87 Vgl. Raffaseder (2010), S.226 f.

3. Die verschiedenen Klangsyntheverfahren

den exakt selben Funktionen und klanglichen Eigenschaften wie die Originale zur Verfügung zu stellen.⁸⁸ Physical Modeling beschreibt damit eine Herangehensweise der Nachbildung realer Instrumente und analoger Gerätschaften durch Programmierung, als auch die Bedienung und Formung von Klängen mithilfe eines solchen Programms. Es lässt sich damit sehr präzise eine Imitation eines realen Instruments erstellen und damit kostensparend herstellen und erwerben, allerdings ist das zum Nachbau notwendige Wissen in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Bereichen, wie auch in der Informatik enorm.⁸⁹ Die Bedienung eines solchen Instruments bietet je nach Realisierung vielfältige Parameter zur Klangformung, die auch weit über die konkreten, klanglichen Einstellungen eines normalen Instruments hinausgehen können und so Raum zum Experimentieren geben. Dadurch kann es allerdings auch passieren, dass die verfügbaren Parameter unübersichtlich werden, keine erkennbare Beziehung zwischen Veränderungen in den Einstellungen und akustischem Resultat entstehen und die Klanggestaltung damit weniger zielführend wird.⁹⁰

3.8 Zwischenfazit

Die beschriebenen Methoden der Klangerzeugung können eine große Bandbreite an unterschiedlichen Klangfarben abdecken, die von der Imitation realer Instrumente, über die Erschaffung gänzlich neuer Klänge, bis hin zur Vermischung von künstlichen und realen Eigenschaften, wie beispielsweise beim Physical Modeling reichen. Dabei können entweder Aufnahmen von akustischen Ereignissen bearbeitet, oder aus einfachen Wellenformen komplexe Klänge erzeugt werden, die in Abhängigkeit von der gewählten Synthesetechnik unterschiedliche Klangfarben ermöglichen. Dabei überschneiden sich die genannten Methoden zum Teil sowohl in ihrer Handhabung und den grundlegenden Techniken der Erzeugung und Bearbeitung, wie auch in den Möglichkeiten der Klanggestaltung. Es sind

88 Vgl. Russ (2008), S.291 ff.

89 Vgl. Russ (2008), S.284

90 Vgl. Raffaseder (2010), S.227

3. Die verschiedenen Klangsyntheseverfahren

somit viele Wege möglich, um zum angestrebten akustischen Resultat zu kommen. Entscheidend sind hierbei die Zielsetzung des zu erzeugenden Klangs, wie auch sein späterer Verwendungszweck, was bei ausreichender Kenntnis Aufschluss über die am besten geeignete Methode geben kann.⁹¹ Aufgrund ihrer prinzipiellen Funktionsweise eignet sich daher nicht jede Syntheseform für jeden Verwendungszweck, lassen sich aber aufgrund ihrer Schwerpunkte gemeinsam verwenden und dadurch erweitern. Es gibt in diesem Sinne also keine vollkommene Synthesetechnik, die es möglich macht jegliches akustisches Ereignis zu erzeugen, hat jede Methode doch ihre eigene Spannweite an unverkennbarer klanglicher Charakteristik.⁹² Manche Techniken aber, wie z.B. die subtraktive Synthese, haben sich durch ihren anschaulichen Zusammenhang zwischen Klanggestaltung und Bedienung weit verbreitet und sind daher in vielerlei Hinsicht Vorbild in der Handhabung für andere Synthesetechniken geworden, was sich in der Signalführung über die Wahl der Klangquelle, bis zur Mischung und Zuweisung zu den verschiedenen Stationen der Bearbeitung, wie auch in den zur Manipulation zur Verfügung stehenden Parametern, wie LFOs, Hüllkurven, Filtern, usw. ausdrückt. Damit stellen die verschiedenen Verfahren zur künstlichen Klangerzeugung individuelle Gruppen dar, welche, ähnlich echten Arten von Instrumenten, unterschiedliche klangliche Eigenschaften auszeichnen.⁹³

Darüber hinaus werden heute viele Syntheseverfahren, aufgrund der höheren Leistungsfähigkeit und ökonomischeren Realisierung mit digitaler Technik, in Form von Software realisiert, wodurch auch äußerst komplexe Verfahren wie die Granularsynthese oder das Physical Modeling auch auf dem Computer eines Heimanwenders zu ermöglichen sind. Dies und die Verwendung und Aufnahme der entstehenden Klänge, im Zusammenhang mit einer Audioaufnahmeanwendung, hat weiter zur Verbreitung und zum Erfolg der künstlichen Klangerzeugung beigetragen und ihren Verwendungszweck und Handhabung erweitert.

91 Vgl. Ruschkowski (2010), S.362 f.

92 Ebenda

93 Ebenda

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Die dargelegten Verfahren lassen sich nun auf unterschiedliche Weise nutzen. Einerseits können damit im musikalischen Kontext verwendbare Klänge erzeugt werden, die vertraute Merkmale bekannter Instrumente in sich tragen oder musikalische Klänge mit stark geräuschhaftem Anteil, bis hin zu fremdartigen, unvertrauten Klängen reichen, die allesamt monophon oder polyphon spielbar sein können und unterschiedlichen klanglichen Kategorien und Instrumentengruppen zugeordnet werden können. Die dadurch etablierten Klänge zeichnen sich innerhalb ihrer Gruppe der Zugehörigkeit durch ähnliche Entstehungsmechanismen aus, die durch Variation der Methoden der Erzeugung, wie auch Nachbearbeitung, vielfältig variiert werden können und so ganz unterschiedliche Resultate hervorbringen können. Durch diese mit der Zeit entstandenen Möglichkeiten haben sich Musikstile, auch in Verbindung mit anderen Medienformen, gebildet, die sich daraus eine eigene musikalische Ästhetik geschaffen haben, wie auch andere Musikgenres sich diesen Entwicklungen bedient haben und sich mit dem Fortschreiten der Technik weiterentwickelt, gegenseitig ergänzt haben, teilweise überschneiden und dies noch immer tun.⁹⁴

Auch im Bereich des Sounddesign, worin vielfach die Verwendung von geräuschhaften Klängen zur Unterstützung von Bewegtbild oder sonstigen mit Klang zu ergänzenden Medien genutzt wird, ergeben sich mithilfe der verschiedenen Klangerzeuger reichhaltige Gestaltungsmöglichkeiten. Anstatt ausschließlich im Alltag aufgenommene Geräusche zu verwenden, sogenannte Foleyaufnahmen und diese so lange zu formen, bis eine passende Verbindung zum Geschehen auf dem Bildschirm entsteht, können künstliche Klangerzeuger bei der Darstellung von surrealen, dem Menschen klanglich unbekanntem, Geschehnissen im Bild gute Dienste leisten. Hier kann die akustische Wahrnehmung die optischen Sinnesreize sinnvoll ergänzen und verstärken, um zu einer bestmöglichen Interaktion und Verbindung der verschiedenen Sinnesreize zu kommen, was sich dann in

⁹⁴ Vgl. Russ (2008), S.23 f.; Vgl. Maempel (2011), S.231

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

einer glaubhaften und authentischen Vermischung beider Teile ausdrückt.⁹⁵ Dabei werden sowohl im Sounddesign, als auch in der Erstellung musikalischer Klänge, diese akustischen Ereignisse im Umfeld einer Audiotbearbeitungssoftware einer intensiven Bearbeitung unterzogen. Diese Methoden können oft als losgelöst vom zu bearbeitenden Inhalt betrachtet werden und mögen mitunter widersprüchlich erscheinen, was aber der experimentellen Klanggestaltung dient.⁹⁶ Es werden so Anwendungen zweckentfremdet und einem neuen klanglichen Nutzen zugeführt, was in einem klassischen, musikalischen Ansatz der Klangbearbeitung weitaus weniger üblich ist, aber in der Umgebung einer Audiotbearbeitungssoftware schneller möglich ist und dadurch begünstigt wird. Im Gegensatz zur Arbeit mit Hardware ermöglichen Softwareanwendungen der Klangerzeuger, Bearbeitungsumgebungen und einzelnen Werkzeugen zur Klangformung dadurch überhaupt erst komplexere, neuartige akustische Resultate, was sich aber auch in einem erhöhten geistigen, wie praktisch logistischem Aufwand ausdrückt.⁹⁷ Die Erschaffung und Verwendung so erzeugter akustischer Ereignisse erfordert im Kontext eines Gesamtwerkes und dessen Umständen darüber hinaus natürlich gesonderte Maßnahmen der Integration.

Infolge von geschickter Verwendung der zur Verfügung stehenden Mittel können so neben der Gestaltung eines Klangs und seiner alleinstehenden, grundsätzlich beabsichtigten Funktion, überdies schon andere Aspekte, wie z.B. stilistische Zugehörigkeit und Ästhetik zum später angedachten Verwendungszweck, Gegebenheiten wie Ort und vorhandene Technik des eventuellen Abspielortes, usw. beachtet werden. Gerade bei der Gestaltung von elektronischen Instrumenten und musikalischen Klängen kommen, aufgrund der Verschiebung der Gesetzmäßigkeiten der Musikwahrnehmung durch die Wiedergabe über Lautsprecher, diese Faktoren besonders zum Tragen und steuern beim Entscheidungsprozess der Klangformung einen entscheidenden Teil bei.⁹⁸

95 Vgl. Raffaseder (2010), S.238 f.

96 Vgl. Maempel (2011), S.241 f.

97 Ebenda

98 Vgl. Maempel (2011), S.245 f.

4.1 Einsatzgebiete und Verwendungszwecke der Sounds

Sei es im Kino, Fernsehen, Radio, in Musik, Computerspielen oder sonstigen interaktiven Anwendungen, über all dort werden von künstlichen Klangerzeugern geschaffene Klänge verwendet, wobei diese unterschiedlichste Funktionen erfüllen können. Diese akustischen Ereignisse können dazu dienen, bildliche oder akustische Inhalte zu untermalen, um deren Wirkung zu verstärken und zu verdeutlichen. Das kann durch eine akustische Rückmeldung einer einfachen Bedienung eines Menüpunktes in einer Softwareanwendung geschehen, in Film und Video durch die akustische Begleitung von mit Synthesizern erzeugten Geräuschen bestimmter Vorgänge im Bild oder beispielsweise in der Werbung als sogenanntes Jingle, einer kurzen prägnanten musikalischen oder geräuschhaften Phrase. So ist es im Sounddesign üblich, neben eigens aufgenommenen realen Klängen zur Nachvertonung, zusammengestellte Sammlungen von Klängen zu nutzen und diese so lange zu durchsuchen, bis ein passender Klang gefunden wird.⁹⁹ Bei der Suche nach einem speziellen Klang kann dies daher viel Zeit in anspruch nehmen und eventuell in der selben Zeit selbstständig konstruiert werden.

Zu musikalischen Zwecken gibt es Sammlungen von vorgefertigten Klängen, bzw. Einstellungen in den Klangerzeugern. Diese sogenannten *Presets* in den Synthesizern ermöglichen es, komplexe Klänge sofort zu spielen, ohne die den Klang erzeugenden Mechanismen und Verbindungen dahinter nachvollziehen zu müssen. Ähnlich wie beim Sounddesign kann die Suche nach einem passenden Preset viel Zeit in Anspruch nehmen und kann natürlich auch ergebnislos enden. Daher kann bei selbstständiger Gestaltung die eigene Vorstellung des passenden Klangs eventuell viel eher erzielt werden, Erfahrungswerte und Kenntnis der Synthesetechnik, wie auch der jeweiligen Anwendung vorausgesetzt. Diese selbstständige Gestaltung ermöglicht einen individuellen Charakter und Wiedererkennungswert, der in allen akustischen Medien, sei es nun beim Sounddesign oder in der Musik, entscheidenden Anteil am Erfolg und der Glaubwürdigkeit eines Werks

⁹⁹ Vgl. Raffaseder (2010), S.231 f.

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

hat.¹⁰⁰ Dafür gibt es sowohl in der Geschichte des Sounddesign, wie auch in der Musik zahlreiche, unverwechselbare Beispiele, die wahrscheinlich von den meisten Menschen sofort wiedererkannt werden, wie z.B. der Klang der Teleportation von Mitgliedern der Flotte der „*Raumschiff Enterprise*“ (1966-1969) aus der Fernsehserie und weiteren darauffolgenden Serien, sowie den „*Star Trek*“ Filmen (1979-2013) oder der Klang des Synthesizers am Anfang des Liedes „*Baba O'Riley*“ (1971) der Rockband „*The Who*“, wie auch eines solchen im Titel „*On The Run*“ (1973) von „*Pink Floyd*“, um nur einige Beispiele zu nennen. Danaben wird vor allem bei elektronischer Musik, aufgrund der namesgebenden Art der Erzeugung und Bearbeitung der akustischen Ereignisse, großen Wert auf unverkennbare Klänge gelegt, die neben der Komposition selbst eine wesentliche Rolle spielen und entscheidend zum allgemeinen Interesse an einem Künstler und dessen einzigartigem Stil beitragen. Hier verhält es in verschiedenen Genres der elektronischen Musik fast so, als ob ungewöhnliche Klänge, deren Bewegung wie auch Veränderung und eine damit erschaffene Dramaturgie Vorrang haben oder schwerer gewichtet werden, als tatsächliche Harmonien und Melodien.¹⁰¹

In den nun folgenden Teilen sollen also in Musik und Sounddesign vorkommende Klänge eigenständig gebaut werden und deren Konstruktion sowie Funktionsweise der einzelnen Parameter begleitend beschrieben werden. Diese reichen von bekannten Klängen wie auch der Beschreibung von Variationen und Alternativen dieser, über weniger bewusst wahrgenommene, aber oft gehörte akustische Ereignisse. Zusätzlich sollen entsprechende Methoden der Nachbearbeitung der einzelnen Klänge, die für den jeweiligen Effekt oder Klang typisch sein können erläutert werden, falls solche vorhanden oder üblich sind. Diese Beispiele sollen anhand von Hörbeispielen ergänzt werden, um zu einem mit Worten manchmal schwer zu beschreibendem, besserem, akustischem Verständnis beizutragen. Die Hörbeispiele werden mitunter die verschiedenen notwendigen Schritte zur Klangformung abbilden, sodass der das Ergebnis annähernde Prozess dargelegt wird und ausreichend nachvollzogen werden kann.

¹⁰⁰ Vgl. Raffaseder (2010), S.244 f.

¹⁰¹ Vgl. Raffaseder (2010), S.244

4.2 Gestaltung von Instrumenten und musikalischen Klängen

Seit dem Aufkommen der künstlichen Klangerzeuger werden diese bis heute in den verschiedenen Stilen der Populärmusik eingesetzt und sind vielfach in den unterschiedlichsten Funktionen vertreten. Diese können als Bässe für das Grundgerüst eines Liedes sorgen, als mehrstimmiges Instrument die Harmonie vorgeben oder die prägnante Melodie des Titels spielen und vieles mehr. Mit dem Aufkommen der programmierbaren Drumcomputer Ende 1970 und Anfang 1980 kam ein zusätzliches vollständiges elektronisches Instrument hinzu.¹⁰² Die zur Verfügung stehenden Klänge waren denen eines echten Schlagzeugs ähnlich, hatten aber eine sehr eigene Klangfarbe, die sich trotzdem oder gerade deswegen großer Beliebtheit erfreuen und daher auch heute noch sehr oft verwendet werden. Manche Stilrichtungen der Populärmusik setzen sogar fast ausschließlich auf künstlich erzeugte Perkussionsklänge ein. Auch musikalische Effektklänge, die oftmals ohne eindeutig zuzuordnende Tonhöhe sind oder dies gar nicht aufweisen, sind durch die Verwendung von Synthesizern herzustellen. Das können beispielsweise sogenannte *Riser* oder *Drops* sein, die zu dramaturgischen Mitteln an bestimmten Stellen eines Songs eingesetzt werden, um Spannung auf- und abzubauen oder musikalische Übergänge zu begleiten.

4.2.1 Elektronische Perkussion

Die künstliche Nachbildung von Perkussion zeichnet sich durch eine ungefähre Abbildung des Klangverlaufs der realen Vorbilder ab. Als Klangquelle können hierbei Rauschgeneratoren und Oszillatoren dienen oder unterschiedliche Kombinationen davon. Haben doch manche Instrumente, wie z.B. Becken keine ausgeprägte tonale Mitwirkung, sondern setzen sich zum Großteil aus einer Ansammlung geräuschhafter Klänge zusammen, wohingegen Trommeln aller Art eine deutlich auszumachende tonale

¹⁰² Vgl. Russ (2008), S.336

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Beteiligung haben.¹⁰³ Durch unterschiedliche Modulation geformte Parameter, wie Amplitude, Tonhöhe oder Filter können die verschiedenen Klangverläufe erzeugt werden.

Um eine *Bassdrum* zu formen kann jegliche zur Verfügung stehende Wellenform benutzt werden, jedoch eignet sich eine einfache Sinuswellenform am besten, da diese dem Verlauf des Ausschwingens einer Trommel näher kommt, als beispielsweise eine Sägezahnschwingung.¹⁰⁴ Entsprechend der tieferen Frequenz einer Bassdrum, sollte als Ausgangsposition ein tiefer Ton gewählt werden. Durch die Anpassung der Hüllkurve des Verlaufs der Amplitude, mit einer sehr kurzen bis nahezu keiner Attackphase, kann ein prägnanter Anschlag erzeugt werden. Dazu kann die Decayphase dieser Hüllkurve variabel gewählt werden, d.h. je länger diese ist, desto länger klingt die Amplitude aus (Hörbeispiel 1).



Abb.12 Screenshot der Hüllkurve der Amplitude im Softwaresynthesizer Analog in Ableton Live 9

Dies reicht in der Regel aus, um eine Bassdrum zu modellieren, kann jedoch in Verbindung mit dem Niveau und der Dauer der Sustainphase zusätzlich verändert werden. Darüber hinaus entscheidet auch die Releasephase über das Ausschwingverhalten der Amplitude, kann jedoch äußerst kurz gewählt werden, um den Klang nach Durchlauf der vorangegangenen Phasen auch tatsächlich verstummen zu lassen. Darüber hinaus kann der Verlauf der Tonhöhe mit einer entsprechenden Hüllkurve beeinflusst werden. Somit kann bestimmt werden, in welcher Zeitdauer und von welcher Tonhöhe der Ton zurück

103 Vgl. Raffaseder (2010), S.231

104 Ebenda

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

zum Ausgangston schnell, was in Abhängigkeit der Dauer, sowie Tonhöhe, zu einem verstärkt wahrnehmbaren Anschlag in unterschiedlichen Prägungen führt (Hörbeispiel 2). Mit dem Hinzufügen von Rauschen durch einen Rauschgenerator und dessen eigener Hüllkurve des Amplitudenverlaufs kann abermals der Anschlag der Trommel nachempfunden werden. Dieses Rauschen kann zusätzlich in seiner spektralen Zusammensetzung mithilfe eines Filters und einer Hüllkurve davon bearbeitet werden (Hörbeispiel 3). Durch vielfältige Variation der angegebenen Parameter können damit die unterschiedlichsten Bassdrums gestaltet werden.

Für die Nachbildung eines Klangs, welcher einer *Snare* entspricht, kann eine Tonhöhe um ca. 220 Hz gewählt. Wie bei der Bassdrum kann jede beliebige Wellenform gewählt werden, eine Sinuswelle eignet sich aber auch hier am besten. Auch hier entsteht ein perkussiver Klang durch eine sehr kurze, bis gar keine Attackphase, wie auch eine kurze Decayphase (Hörbeispiel 4). Durch Anpassung der Hüllkurve zur Modulation der Tonhöhe kann der Anschlag deutlicher betont werden (Hörbeispiel 5). Um den bei einer echten Snare nicht ganz klar auszumachenden Ton abzubilden, kann ein im Gegensatz zum ersten Oszillator leicht verstimmt zweiter Sinusosillator hinzugesteuert werden (Hörbeispiel 6). Ein zweiter Oszillator kann aber auch nach eigenem Ermessen mit größeren oder kleineren Intervallen und Lautstärken zum ersten Oszillator verwendet werden. Der geräuschhafte Anteil der Snare kann durch einen Rauschgenerator erzeugt werden, der durch einen Hochpass mit hoher Resonanz tiefe Frequenzen unterhalb von 300 Hz mit 12dB/Oktave abschwächt, sowie durch eine Hüllkurve die den Verlauf des Filters bestimmt. Auch andere Filterarten mit unterschiedlichen Einstellungen deren verfügbarer Parameter sind dabei denkbar. Mit sehr kurzer Attackphase, variabel einstellbarer Decayphase und Höhe des Sustainlevels für den Filter, sowie einer ausschließlich aus Attack und Decay bestehenden kurzen Hüllkurve für die Amplitude des Rauschens, ähnlich der der Oszillatoren, entsteht so ein perkussiver Klang, ähnlich einer Snare (Hörbeispiel 7). Für die beiden letzten Instrumente wurde eine Simulation eines subtraktiven Synthesizers benutzt, der nächste Klang soll zeigen, dass es auch mit einem Softwaresynthesizer der die Frequenzmodulation verwendet möglich ist, gezielt einen Klang zu formen.

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Oft wird auch ein dem Händeklatschen nachempfunderer Klang verwendet, ein sogenannter *Clap*. Dieses Klatschen kann ohne den Einsatz von Oszillatoren, durch die ausnahmslose Verwendung von Rauschen imitiert werden, da es keinen klar zu erkennenden tonalen Anteil besitzt. Der Rauschgenerator wird dabei durch einen Filter moduliert, der seinerseits wiederum von einer Hüllkurve moduliert wird, die die Grenzfrequenz des Filters in wenigen Millisekunden nach unten verschiebt und danach wieder zum Ausgangspunkt zurückkehrt (Hörbeispiel 8). Im Fall des Hörbeispiels wurde als Filter ein Bandpass gewählt, es eignen sich aber auch, je nach Art der Modulation durch die Hüllkurve, Hoch- und Tiefpass als Filter.

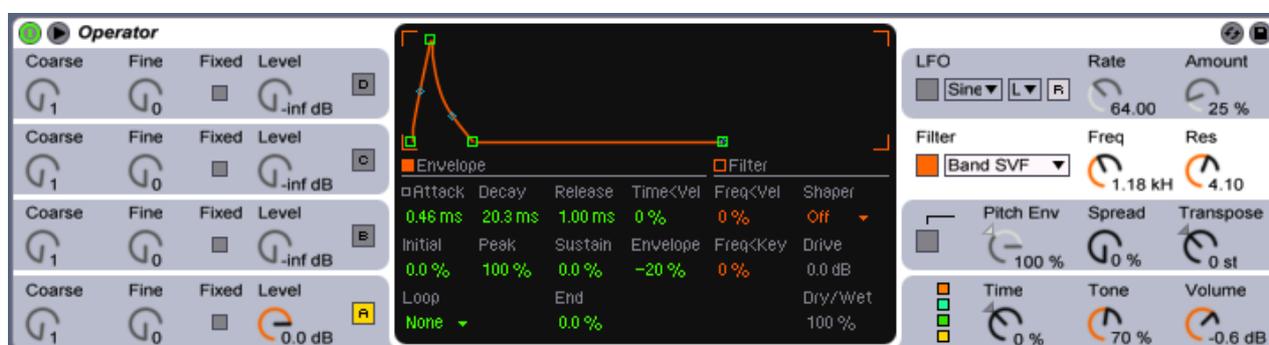


Abb.13 Hüllkurve zur Filtermodulation im FM-Synthesizer Operator in Ableton Live 9

Ein Schlag auf den Rahmen einer Snare, im englischen *Rimshot* genannt, wird oft als Ergänzung zu den bereits genannten Instrumenten verwendet. Als Grundlage kann hier ebenfalls Rauschen gewählt werden, jedoch bieten manche Synthesizer auch Rauschgeneratoren mit unterschiedlichem Ausgangsmaterial, wie z.B. verschiedene Arten von Rauschen oder geräuschhafte Aufnahmen von echten Geschehnissen. So beispielsweise im Softwaresynthesizer Massive von Native Instruments. Hier stehen im Rauschgenerator neben Rauschen auch metallisch klingende Aufnahmen oder das Rauschen eines Lautsprechers zur Verfügung. Durch Modulation des Verstärkers mit einer



Abb.14 Rauschgenerator im Synthesizer Massive der Firma Native Instruments und die durch Farben gekennzeichnete Zuweisung von zwei Modulationsquellen

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Hüllkurve bestehend aus wenig bis keiner Attackphase und einer schnellen Decayphase kann so ein Klang, ähnlich dem eines Rimshots erzielt werden. Dazu kann das entsprechende Rauschsignal mit einem Filter bearbeitet werden, um zur gewünschten Klangfarbe zu kommen (Hörbeispiel 9).

Zur Gestaltung der an einem Schlagzeug vorkommenden, weiteren Trommeln unterschiedlicher Tonhöhe, den sogenannten *Toms*, benötigt es je nach gewünschter Annäherung an das Original mehr Aufwand, als nur eine Hüllkurve zur Modulation der Amplitude. Hier eignet sich die Frequenzmodulation als Synthesetechnik. Die grundlegende Wellenform bildet, wie auch bei der Bassdrum eine Sinuswellenform, welche mit einer sehr kurzen, bis gar keiner Zeit in der Attackphase ausgestattet werden kann, die Decayphase kann so lange gestaltet werden, wie der Ausklang des Klangs sein soll. Um nun den Anschlag zu simulieren kann ein Rauschsignal hinzugefügt werden, welches die Sinuswellenform moduliert, wie auch eine Hüllkurve zur Modulation der Tonhöhe des Sinustons. Die Tonhöhenmodulation mit einer kurzen AD-Hüllkurve sorgt dafür, dass der gewählte Ton für eine kurze Dauer zu Beginn des Tons in die Höhe schnell, um danach gleich wieder zum Ausgangston zurückzukehren, was in einer wahrnehmbaren Verstärkung des Anschlags resultiert. Auch das Rauschsignal wird mit einer kurzen AD-Hüllkurve moduliert und unterstreicht damit zusätzlich den Eindruck eines verstärkten Anschlags. Dabei ist zu beachten, dass das Verhältnis der verwendeten Oszillatoren entscheidend für die Tonhöhe ist, wie auch die Stärke ihrer gegenseitigen Modulation (Hörbeispiel 10 + 11). Auch mit einer Kombination weiterer verschiedener Wellenformen und deren gegenseitiger Modulation wäre die Herstellung eines solchen Klangs denkbar.

Auch die unterschiedlichen Beckeninstrumente lassen sich, je nach gewünschter Klangfarbe, mit unterschiedlichen Methoden erzeugen. Eine *Hihat* kann beispielsweise durch ihre diversen möglichen Spielweisen verschieden klingen. Die grundlegenden Klänge, die in Drumcomputern meist zu hören sind, bilden daher eine geschlossene, sowie eine geöffnete Hihat. Um diesen Klang anzunähern kann wieder auf einen Rauschgenerator

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

zurückgegriffen werden, dessen Verstärker durch eine kurze AD-Hüllkurve moduliert wird. Wahlweise kann auch zur detaillierteren Darstellung ein nachgeschalteter Filter mit einer ähnlichen Hüllkurve moduliert werden, der durch absenken der tiefen Frequenzen und anheben der hohen Frequenzanteile mit einem Hochpass und entsprechender Resonanz die Höhen betont (Hörbeispiel 12). Zur Nachbildung einer im geöffneten Zustand angeschlagenen Hihat benötigt es lediglich eines längeren Ausschwingens des Rauschens. Dies kann durch die Modulation der Amplitude mit einer Hüllkurve mit längerer Decayphase erreicht werden (Hörbeispiel 13). Klänge die einer Hihat ähneln, können zudem auch mit anderen Arten von Rauschen erzeugt werden. Aber auch mit aufgenommenem Tonmaterial können Klänge ähnlich einer Hihat erzeugt werden, indem kleinste Stücke aus einer Aufnahme herausgeschnitten werden oder diese durch ein kurzes ein- und ausblenden geformt werden. Dies kann sowohl mit einem Sampler, wie auch mit einer Granularsyntheseanwendung oder manuell mit den Schneidewerkzeugen einer Audibearbeitungssoftware realisiert werden.

Durch Rauschen können auch weitere Beckenklänge, ähnlich denen großer Becken, erzeugt werden. Hierzu muss die Decayphase der Hüllkurve angepasst werden, um das längere Ausschwingen von größeren Becken zu simulieren (Hörbeispiel 14). Zusätzlich muss der nachgeschaltete Filter im Frequenzbereich angepasst werden um die gewünschten Frequenzen zu betonen und die ungewünschten Frequenzen zu dämpfen oder ganz zu entfernen, die ungefähr charakteristisch sind für die Klangfarbe des simulierten Beckens.

Um elektronische Perkussion zu erzeugen gelten also grundlegende, immer wiederkehrende Merkmale wie die AD-Hüllkurve, die sich von Anwendung zu Anwendung in ihrer Realisierung unterschiedlich gestalten können, aber meist zum Ziel führen und recht leicht zu erzeugen sind. Unter der hauptsächlichen Zuhilfenahme von Rauschsignalen, neben dem Gebrauch von einfachen Wellenformen, können die bekannten Klangfarben echter Perkussionsinstrumente soweit angenähert werden, dass das nachgeahmte Instrument ausreichend erkannt werden kann. Als geeignete Synthesetechniken erweisen

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

sich dabei aufgrund verhältnismäßig einfachen Handhabung die subtraktive und die Wavetable-Synthese, wie auch die FM-Synthese. Um die erzeugten Klänge weiter zu formen, um zu einem authentischen Klang zu kommen, können diese beispielsweise mit Hall, oder die Phase betreffenden Effekten wie Phaser, Chorus oder Flanger weiter bearbeitet werden.

4.2.2 Tonale Instrumente

Zur Gestaltung von ein- oder mehrstimmig spielbaren Klängen über alle Frequenzbereiche, die zum Teil an tatsächliche Vorbilder, wie z.B. Streich-, Zupf-, Blas-, Schlag- oder auch Tasteninstrumente anknüpfen, benötigt es je nach Ausmaß des zu konstruierenden Klangs den vollen Umfang an zur Verfügung stehenden Mitteln eines Klangerzeugers. Da sich der entstehende Klang, je nach Komplexität, aus einer Vielzahl an klangbestimmenden Faktoren formen kann, benötigt es als Klangquelle meist mehr als einen Oszillator, wie auch diverse Modulationsquellen zur Einflussnahme auf Tonhöhe, Filter, Amplitude usw., wie auch auf die Oszillatoren selbst. Bei Klängen, welche in ihrem Klangverlauf losgelöst sind von konventionellen, bekannten Instrumenten, kommt eine intensive Nutzung von Modulationsquellen, wie auch Mitteln der Nachbearbeitung zum Tragen. Um dies zu realisieren, bieten sich die subtraktive, Wavetable- oder FM-Synthese an, aber auch die übrigen Verfahren können zielführend sein. Zur genaueren Nachbildung realer Instrumente eignet sich neben dem Sampling das Physical Modeling besonders, wobei sich hier der Rahmen der durch die jeweilige Implementation vorgegebenen Möglichkeiten an dem Prinzip eines real existierenden Instruments oder einer Instrumentengruppe orientiert und dadurch mal mehr, mal weniger geeignet sein kann.

Bässe oder bassähnliche Klänge können je nach Zusammenhang des musikalischen Stils klanglich stark variieren, gemein ist ihnen aber ihre grundlegende Funktion als tragendes Element gegenüber anderen vorhandenen Instrumenten.¹⁰⁵ So sind unterschiedliche

¹⁰⁵ Vgl. Raffaseder (2010), S.230 f.

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Erscheinungsformen möglich und reichen von einfachen Bässen, die mithilfe eines einzigen Sinusoszillators erzeugt werden und damit keine weiteren Teilschwingungen erzeugen, über die Verwendung von obertonreichen Wellenformen, bis hin zum Gebrauch von mehreren Wellenformen, welche auch unterschiedlicher Form und Frequenz sein können.¹⁰⁶ Desweiteren bieten viele Synthesizer auch die Möglichkeit einen zusätzlichen Oszillator hinzuzuschalten, den sogenannten Suboszillator oder auch Subbass, welcher sich eine Oktave unterhalb des anderen Oszillators bewegt und für einen volleren Klang sorgt.

Da so ein Bassklang noch wenig bemerkenswert ist und schlicht eine einfache Wellenform ohne weiteren Klangverlauf wiedergibt, stehen nun verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, diesen Verlauf zu formen. Auch hier kann das reale Instrument wieder als Vorbild dienen, indem versucht wird, ähnlich wie bei der Perkussion, bekannte Eigenschaften nachzuahmen. Dazu können Eigenschaften wie der Klangverlauf zählen oder auch charakterisierende Merkmale, wie Anschlagsgeräusch oder spektrale Struktur.¹⁰⁷ Um also einen ähnlichen Klangverlauf zu erzeugen, kann dies mit einer die Amplitude formenden Hüllkurve realisiert werden. Diese können sich durch eine kurze Attack- und Decayphase mit hohem Level auszeichnen, um die bei entsprechender Spielweise, bei einem echten Bass vorhandene erhöhte Amplitude des Anschlags zu betonen, um danach auf ein niedrigeres Level der Sustainphase abzusinken. Das Ausklingen wird mit der Releasephase bestimmt und kann in der Länge je nach Wunsch variiert werden, sollte aber nicht allzu lange gewählt werden, da sich die ausklingenden Töne ansonsten überschneiden. Um dies zu vermeiden besteht meist die Option, die Spielweise des Klangerzeugers auf monophon zu schalten, sodass es unmöglich wird zwei Töne gleichzeitig erklingen zu lassen. Für das Hörbeispiel wurde eine Sinuswellenform gewählt (Hörbeispiel 15).

Eine weitere Methode um einen Anschlag zu simulieren, ist die Modulation der Tonhöhe mit einer Hüllkurve, welche aus einer kurzen Attackphase mit hohem Level, wie auch aus

¹⁰⁶ Vgl. Raffaseder (2010), S.230 f.

¹⁰⁷ Vgl. Raffaseder (2010), S.230

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

einer kurzen Decayphase besteht, welche auf das niedrigste Level zurückführt, beziehungsweise in eine Sustainphase mit dem Level auf Null.¹⁰⁸ So schnell die Tonhöhe, je nach Einstellung der Hüllkurve, für einen Bruchteil einer Sekunde nach oben, wodurch ein geräuschhafter Klang entsteht, der an einen Anschlag erinnert, bevor der gespielte Ton erklingt und die restliche Hüllkurve der Amplitude durchläuft (Hörbeispiel 16). Auch durch die Modulation des Filters mit einer ähnlichen Hüllkurve, ist die Simulation eines Anschlags möglich, jedoch muss dazu anstelle einer Sinuswelle eine obertonreiche Wellenform gewählt werden, um mit dem Filter überhaupt vorhandene Obertöne bearbeiten zu können. Durch die kurze Öffnung des Filters mithilfe der Hüllkurve und seines anschließenden Verlaufs zurück, entsteht so ein Klang ähnlich eines Anschlags, welcher durch die Resonanz des Filters weiter verstärkt werden kann.¹⁰⁹ Im Hörbeispiel wurde dazu eine Rechteckschwingung gewählt, in Kombination mit der Filterung durch einen Tiefpass mit etwas Resonanz (Hörbeispiel 17). Die Beeinflussung des Filters durch eine Hüllkurve kann über die Imitation eines Anschlagsgeräuschs hinaus dazu eingesetzt werden, um gezielt den Klang eines Basses zu formen.

Diese Methoden der Klangformung können unabhängig davon realisiert werden, welche Form der Synthese verwendet wird. So bieten auch Synthesetechniken, die mit bereits aufgenommenem Tonmaterial arbeiten, wie Sampling und Granularsynthese, die Möglichkeit, Tonhöhe und Filter mit Hüllkurven und ähnlichen Modulationsquellen zu bearbeiten. Weitere Möglichkeiten Bassklänge zu gestalten, um weitere Bewegung in den Klangverlauf zu bringen, sind mit der Modulation der Oszillatoren selbst zu erreichen. Dies kann durch Verwendung mehrerer Oszillatoren unterschiedlicher Stimmungen, wie auch unterschiedlicher Wellenformen geschehen. Durch die verschiedenen Frequenzen der benutzten Oszillatoren entstehen so immer wieder Phasenauslöschungen, die den Klangverlauf prägen (Hörbeispiel 18) und im Bassbereich mit Vorsicht benutzt werden müssen, da dieser ansonsten unklar werden kann.¹¹⁰ Darüber hinaus bietet sich die Wavetable-Synthese an, um weitere Bewegung in den Klang zu bringen, indem die

108 Vgl. Raffaseder (2010), S.230

109 Ebenda

110 Vgl. Raffaseder (2010), S.231

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

gewählte Wavetable eines Oszillators selbst mit der gewünschten Modulationsquelle moduliert wird. So ergibt sich je nach Modulationsquelle ein individueller Verlauf der Wellenform des Oszillators, wie im Hörbeispiel durch die Modulation der Wavetable durch einen LFO (Hörbeispiel 19). Auch mit der FM-Synthese sind durch die Formung des unterschiedlichen zeitlichen Verlaufs, bzw. Modulationsindex der einzelnen Träger- und Modulationschwingungen zueinander interessante Klangverläufe zu erreichen. Dies kann am einfachsten durch unterschiedliche Hüllkurven der einzelnen Oszillatoren erreicht werden, was in einer zeitlich versetzten Modulation des Trägersignals durch die einzelnen, modulierenden Oszillatoren resultiert. Im Hörbeispiel wurden dazu ausschließlich Sinuswellenformen mit gleichem Frequenzverhältnis benutzt (Hörbeispiel 20). Weitere Methoden der Klangbearbeitung zur Erzeugung von Bewegungen im Klang, welche nicht ohne Weiteres im Synthesizer selbst erzeugt werden können, sind durch die Nachbearbeitung mithilfe von Effekten möglich. Dies wird in Kapitel 4.2.3 näher erläutert.

Einige der bei den Bässen genannten Methoden der Klangformung funktionieren auch zur Gestaltung sogenannter *Flächenklänge* oder auch *Pads*. Diese Klänge eignen sich dazu, polyphon gespielt zu werden und bilden daher oft den harmonischen Zusammenhang in Verbindung mit anderen Instrumenten oder Elementen, wobei diese Flächenklänge so gestaltet werden können, dass sich diese im Klang ständig verändern ohne dabei in Kombination mit anderen Instrumenten zu Dominant zu sein.¹¹¹ Diese Klänge können bereits mit einfachen Mitteln erzeugt werden, indem als Hüllkurve zur Steuerung der Amplitude eine lange Attack- und Decayphase, in Verbindung mit einem hohen Sustainlevel, gewählt wird. Im Hörbeispiel wurde dazu eine Sägezahnschwingung verwendet, aber auch mit anderen Synthesetechniken ist dieses Prinzip genauso anwendbar (Hörbeispiel 21). Um nun Bewegung in den Klangverlauf zu bekommen, können nun ungeachtet der Methode der Synthese zwei Klangquellen unterschiedlicher Wellenform gewählt werden oder diese leicht gegeneinander verstimmt werden. Auch eine leichte Modulation der Frequenz der beiden Klangquellen, beispielsweise mithilfe eines LFOs, bringt durch die immer wieder entstehenden Phasenauslöschungen zusätzliche Bewegung in den Klang. Im Beispiel wurde mit der sub-

¹¹¹ Vgl. Raffaseder (2010), S.229

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

traktiven Synthesetechnik eine Pulswelle mit einer leichten Verstimmung gegenüber einer Sägezahnschwingung kombiniert, sowie der Modulation der Frequenz des Sägezahns mit einem LFO (Hörbeispiel 22). Auch die Modulation der Oszillatoren kann interessante Ergebnisse hervorbringen, falls die Möglichkeit besteht, die Wellenform selbst kontinuierlich zu verändern, wie z.B. bei der Wavetable-Synthese. Um einen weicheren Klang zu erzeugen, kann überdies mit einem Filter gearbeitet werden, um damit die gewünschten Frequenzen abzdämpfen und so zu einer weiteren Möglichkeit der Klangformung zu kommen. Die vorhandenen Filter können so zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, beispielsweise könnte die Grenzfrequenz einer Bandsperre mit hoher Güte von einem LFO moduliert werden, um damit ähnliche Resultate zu erzielen, wie durch die aus der Verstimmung zweier Oszillatoren zueinander resultierenden Phasenauslöschungen. Die Modulation eines Filters bietet also auch bei Flächenklängen viele Möglichkeiten der Klangformung. Im Hörbeispiel wurden die hohen Frequenzen durch einen Tiefpass mit moderater Resonanz abgedämpft (Hörbeispiel 23).

Um Flächenklänge zu erzeugen, die an bekannte Instrumente erinnern, wie z.B. Tasteninstrumente, Streicher- oder Bläsergruppen, müssen markante Merkmale des nachzuahmenden Instruments herausgearbeitet werden. Hierbei muss mit den vorhandenen Modulationsquellen der Klangverlauf des gewünschten Instruments angenähert werden, indem jeder prägende Teilaspekt bedacht wird und mit der Wahl richtigen Klangquelle, Filter, LFOs, Hüllkurven usw. geformt wird. Beispielsweise lässt sich ein Instrument, welches ungefähr an ein Elektrisches Piano erinnert, durch Wahl zweier Sinuswellenformen erzeugen, welche leicht gegeneinander verstimmt sind und zusätzlich dazu um eine Oktave auseinander liegen. Durch Modulation der Tonhöhe mithilfe einer Hüllkurve, sowie einem Rauschgenerator und dessen Filterung durch einen Tiefpass mit schneller Öffnung und Schließung desselben, wird ein Anschlagsgeräusch erzeugt, welches an das Vorbild erinnert. Das Hörbeispiel wurde mit der subtraktiven Synthese gebaut (Hörbeispiel 24). Je genauer eine solche Nachbildung also werden soll, desto genauer müssen einzelne Details der Vorlage bedacht und konstruiert werden. Je nach verwendeter Synthesetechnik und Anwendung kann dies schwerer oder leichter vonstattengehen.

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

So können z.B. ungewöhnlichere Endergebnisse mit der Granularsynthese zustande gebracht werden, wobei die gleichen Handlungsweisen im Bezug auf Modulationsquellen wie bei den vorangegangenen Beispielen verwendet werden können. Hierbei ist der Gestaltungsprozess jedoch aufgrund der Abhängigkeit von vorher aufgenommenem Material deutlich weniger vorhersehbar, da durch die Ausgangsposition nicht wie bei den anderen Syntheseverfahren mit ihren grundlegenden, immer gleichen Wellenformen gegeben ist. Nichtsdestotrotz oder gerade deswegen lassen sich dadurch, bei Anwendung der genannten Vorgehensweisen, eigentümliche und trotzdem verwendbare Flächenklänge erzeugen (Hörbeispiel 25). Grundsätzlich kann also mit jeder Methode der Klangsynthese ein Flächenklang erzeugt werden. Lediglich im Aufwand, diese zu realisieren, wie auch in den erzielbaren Resultaten, unterscheiden sich die verschiedenen Verfahren. Unter Zuhilfenahme von Hüllkurven und deren entsprechender Anpassung zur Beeinflussung von Tonhöhen-, Filter- und Amplitudenverläufen usw., sind schon recht schnell brauchbare Ergebnisse zu erreichen.

Klänge die in den Presets eines Synthesizers meistens als *Lead* oder *Lead Synth* gelistet sind, sind also aufgrund ihres heraustechenden Charakters dazu eigenen, gegenüber anderen Instrumenten im Kontext einer Komposition besonders hervorzutreten, geben oftmals die Melodie eines Titels wieder oder werden zur Improvisation in einem Stück verwendet und treten oft in monophoner Spielweise in Erscheinung. Um diesem Klang eine besondere, prägnante Klangfarbe zu geben, eignen sich daher Obertonreiche Wellenformen als Ausgangsposition zur weiteren Bearbeitung besonders, da so durch Filterung und weitere Bearbeitungsschritte genügend formbares Material im Frequenzspektrum vorhanden ist. Darüber hinaus kann ein weiteres Ziel der Gestaltung sein, ähnlich wie bei Bass- oder Flächenklängen, Bewegung im Klangverlauf herzustellen, um so zu mehr Abwechslung und Charakter im Klang zukommen und diesen vom Rest des Geschehens in einem für den Kontext sinnvollen Maß abzuheben. Hierbei kann durch eine kurze Attack- und Decayphase, wie auch durch ein verhältnismäßig hohes Sustainlevel und eine nicht allzu lange Releasephase ein durchsetzungsfähiger Klang erzielt werden (Hörbeispiel 26). Dies muss jedoch natürlich nicht strikt eingehalten werden, so kann auch

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

durch eine längere Attackphase, ein langsamer einschwingender Klang durchaus einen unverkennbaren Klangverlauf erzielen. Zur weiteren Betonung des Anschlags ist es möglich, ähnlich wie bei Bässklängen, die Tonhöhe mittels einer Hüllkurve zu modulieren. Auch ist es üblich, dass sich ein solches Lead-Instrument trotz seiner Monophonen Spielweise aus mehreren Einzelstimmen zusammensetzt, welche dann im gewünschten Maß gegeneinander verstimmt und auch im Stereopanorama verteilt werden können, um zu einem dichteren Klang beizutragen. Diese Funktion nennt sich Unisono und kann meist auf Wunsch hinzugeschaltet werden, resultiert jedoch neben der Möglichkeit der Verstimmung der Einzelstimmen zueinander und der Verteilung im Stereobild auch in einer Verstärkung der Amplitude (Hörbeispiel 27). Zusätzlich besteht meist die Option, den damit erstellten Klang so zu spielen, dass die gespielten Noten bei Überlappung einen fließenden Übergang haben und so ineinander übergehen, ähnlich wie dies bei entsprechender Spielweise bei manchen Saiteninstrumenten der Fall sein kann. Diese Funktion wird oft als Glide oder Portamento angegeben und kann in der Dauer des Übergehens von einer in die andere Note bestimmt werden (Hörbeispiel 28).

Die dargelegten Instrumentengruppen stellen grundlegende, mit Synthesizern zu erzeugende Klänge dar, welche so kategorisiert, neben weiteren Gruppen von Klängen, meist in den verfügbaren Voreinstellungen eines Klangerzeugers hinterlegt sind. Trotz dieser Kategorisierung müssen sich diese Klänge aber nicht ausschließlich für ihren angedachten Verwendungszweck eignen. Diese können sich daher in ihrer Klangfarbe oder ihrer Funktion überschneiden und können z.B. eventuell auch in einer polyphonen Spielweise von Nutzen sein, trotz einer ursprünglich monophonen Konzeption eines Klangs, sowie dies auch umgekehrt der Fall sein kann. Es kann also geschehen, dass ein Klang, welcher beispielsweise eigentlich als Bass gedacht war, sich auch als Lead eignen kann oder ein als Bassdrum konstruierter Klang im nachhinein zu einem Bassklang umgebaut wird und dann für das harmonische Grundgerüst eines Stücks verwendet werden kann. Anstatt vorgefertigte Resultate zu benutzen, können durch die individuelle Gestaltung einzigartige Klänge geschaffen werden, die zu einem charakteristischen Gesamtklang einer Produktion oder zum speziellen Stil eines Künstlers beitragen und damit eine gewisse Ästhetik erzeugen oder fördern können und den Wiedererkennungswert

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

steigern.¹¹² Auch kann die eigenständige Konstruktion eines Klangs sinnvoll sein, falls keines der Verfügbaren Voreinstellungen den Vorstellungen entspricht oder zu viel Zeit in Anspruch nimmt in den diversen Datenbanken eines Synthesizers nach einer passenden Einstellung zu suchen.

4.2.3 Musikalische Effektklänge und Bearbeitungen

Neben der Erzeugung perkussiver und tonaler Instrumente können Synthesizer im musikalischen Kontext auch zur Konstruktion von Sound-Effekten genutzt werden, um die Dramaturgie eines Lieds an bestimmten Stellen zu unterstützen. Dies wird erreicht, indem damit Übergänge von einem Teil eines Stücks in einen anderen Teil angekündigt oder begleitet werden oder auch als immer wiederkehrende Elemente genutzt werden. Diese Effektklänge können durch Verwendung der bereits bekannten Modulationsquellen, in Verbindung mit bisher noch nicht genutzten Kombinationen derselben und den vorhandenen Klangquellen, gebaut und angepasst werden.

Ein weiteres wichtiges Gebiet stellt die Nachbearbeitung von mit einem Synthesizer konstruierten Klängen dar, da zum Hervorrufen bestimmter Klangfarben eine Bearbeitung mit diversen Effekten notwendig ist, die meist nicht in einer Anwendung eines Synthesizers enthalten sind. Hierzu sind diverse Schritte notwendig, die von der Manipulation des Signals, über die Aufzeichnung, bis hin zur Bearbeitung zur weiteren Spielbarkeit und damit verbundener Steuerung reichen. Dabei können unübliche Effektketten auftreten, welche bei der Bearbeitung oder Klanggestaltung von Aufnahmen von realen Instrumenten so nicht zum Einsatz kämen.

Durch die gegebene Möglichkeit die Parameter eines Synthesizers, wie auch der manipulierenden Effekte, in Echtzeit zu steuern und auch aufzunehmen, ergeben sich weitere vielfältige Bearbeitungsmöglichkeiten, welche die vorhandenen Optionen der

¹¹² Vgl. Siehe S.38 f.

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Klanggestaltung enorm erweitern. Oftmals sind es aber auch einfache Methoden, wie z.B. die Verwendung von rückwärts abgespieltem Audiomaterial, in Verbindung mit diversen Arbeitsweisen, die interessante Klänge produzieren können und sich zur weiteren Manipulation empfehlen. Auch das simple Bearbeiten mit den vorhandenen Schnittwerkzeugen einer Audibearbeitungsanwendung kann ansprechende Resultate hervorbringen, sowohl zur ausschließlichen Gestaltung eines Klangs, als auch im Kontext einer Produktion und deren Dramaturgie.

Zur Gestaltung eines Klangs, der sich durch einen kontinuierlichen Anstieg der Tonhöhe oder des Fortschreitens im Frequenzspektrum der verwendeten Klangquelle auszeichnet, um auf einen dramaturgisch wichtigen Punkt hinzusteuern und oftmals unter der Bezeichnung *Riser* geführt wird, kann sowohl ein Rauschgenerator, als auch ein normaler Oszillator benutzt werden. Während des Erklings dieses Effekts ist durch den stetigen Anstieg der Frequenz zu keinem Zeitpunkt eine klare Tonhöhe zu bestimmen. Dies kann mit einem Oszillator einerseits durch die Modulation der Tonhöhe mit einer Hüllkurve mit sehr langer Attackphase geschehen (Hörbeispiel 29) oder bei einem Rauschgenerator durch die Modulation der Filterung, durch einen Tiefpass mit Resonanz, mit einer solchen Hüllkurve, wobei sich der Filter dadurch entsprechend der Hüllkurve ununterbrochen bewegt (Hörbeispiel 30). Auch andere Filter, wie z.B. Hochpass oder Bandpass sind denkbar. Ein weiterer Effektklang der ähnlich dem Riser funktioniert, ist der oftmals unter dem Ausdruck *Drop* anzutreffende Klang, wobei dieser sich dadurch auszeichnet, dass hierbei die Tonhöhe verhältnismäßig schnell abwärts sinkt. Mit diesem Klang kann analog zum Riser ein dramaturgisch wichtiger Punkt betont werden. Dazu wird die Tonhöhe mit einer Hüllkurve moduliert, welche keine Attack- oder Decayzeit besitzt, aber von einem hohen Niveau dieser beiden Phasen direkt in die Sustainphase übergeht, wobei diese recht schnell auf das niedrigste Niveau absinkt (Hörbeispiel 31). Wie beim Riser können dabei die unterschiedlichen Wellenformen benutzt werden oder auch durch nachfolgende Filterung und Bearbeitung durch Effekte weiter geformt werden. Entscheidend ist, je nach Möglichkeit der benutzten Synthesetechnik, die Modulation der Tonhöhe durch eine Hüllkurve.

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Mit einem Riser vergleichbare Klänge sind auch herzustellen, indem Beckenschläge, welche entweder synthetisch erzeugt wurden oder Aufnahmen von echten Becken entstammen, rückwärts abgespielt werden und dann ungefähr mit dem höchsten Punkt der Amplitude am wichtigen Punkt platziert werden (Hörbeispiel 32). Dies kann auch durch Automation der Lautstärke weiter angepasst werden, aber auch mit anderen geräuschhaften Klängen funktionieren. Auch kann es zu interessanten Resultaten führen, einen Klang rückwärts durch ein Hallgerät laufen zu lassen, dies aufzunehmen und anschließend wieder richtig herum abzuspielen. Auf diesem Wege kann sich ein Klang bereits ankündigen bevor er tatsächlich erklingt und so ähnlich dem Riser für einen Spannungsaufbau sorgen (Hörbeispiel 33).

Um einzelne Ausschnitte aus einer Aufnahme per Tastendruck spielbar zu machen, lassen sich mithilfe der Samplingtechnik einzelne Teile des Tonmaterials ausschneiden und danach den gewünschten Tasten zuweisen, wie auch in der Tonhöhe verändern, was als **Sampling** bekannt ist, um so zu einer Neuordnung des vorhandenen Materials zu kommen. Auf diese Weise können im Rahmen der vorhandenen Aufnahmen Instrumente, Stimmen oder ganze Lieder aufgeteilt werden, um dann einem neuen Zweck zugeführt zu werden. Im Hörbeispiel ist eine Schlagzeugaufnahme durch Sampling neu angeordnet (Hörbeispiel 34). Auch durch manuelles Schneiden und Kopieren einer Aufnahme in einem ungefähren zeitlichen Raster kann diese Neuordnung geschehen und zu ungewöhnlichen Ergebnissen führen. Im Beispiel ist der Anfang des nachfolgenden Klangs zu Beginn mehrfach wiederholt und erzeugt eine Art Stottern (Hörbeispiel 35). So können kleinere Teile eines Ganzen herausgearbeitet und betont werden oder zu ganz neuen Klängen und Zusammenhängen geführt werden.

Oftmals kann es sein, dass ein mit einem Synthesizer erstellter Klang, z.B. ein Bassklang oder Lead, durch die Bearbeitung mit im Klangerzeuger enthaltenen Filtern und weiteren Modulationsquellen einen interessanten Klangverlauf besitzt, jedoch sehr sauber und glatt klingt. Falls es also gewünscht ist, dem erzeugten Klang mehr Charakter zu verleihen, was

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

mit den im Klangerzeuger enthaltenen Mitteln nur bis zu einem gewissen Maß möglich ist, besteht die Möglichkeit dies durch weitere Bearbeitung mit externen Effekten zu bewerkstelligen. Diese im englischsprachigen als *Resampling* bekannte Technik zeichnet sich dadurch aus, dass das zu bearbeitende Signal, ähnlich wie beispielsweise im Sounddesign, durch eine Reihe von Effekten, wie z.B. Filter, Kompression, Verzerrung usw. bearbeitet wird, um dies anschließend in Form von Audiomaterial festzuhalten.¹¹³ Danach wird das dadurch erhaltene Signal abermals durch einen oder mehrere gewünschte Effekte bearbeitet und das Resultat wieder aufgenommen. Durch Automation von gewählten Parametern der Effekte lassen sich zusätzlich Veränderungen im Klang hervorrufen. Diese Schritte können so oft wiederholt werden, bis der gewünschte Klang entsteht. Man wiederholt diese Schritte mehrmals, da die gleichzeitige Bearbeitung durch viele Effekte sehr rechenaufwändig sein kann und so Latenzen in der Audibearbeitungsanwendung verhindert. Anschließend kann der so entstandene Klang mithilfe einer Samplinganwendung wieder spielbar gemacht werden, ohne dass der zur Erstellung notwendige gewesene Rechenaufwand anfällt. So genügt beispielsweise bei einem Bassklang eine gespielte Note zur Bearbeitung, um diese anschließend im Sampler wieder über mehrere Töne spielbar zu machen. Im Hörbeispiel wurde zuerst durch Wavetable-Synthese ein komplexer Bassklang erzeugt (Hörbeispiel 36) und anschließend mithilfe von mehreren Bearbeitungsschritten durch Filterung und Automationen davon, wie auch dem erheblichen Einsatz von Kompression, Verzerrung und Phaseneffekten wie Flanger und Phaser, einerseits mehr Bewegung im Klang erzeugt und andererseits mehr Ausdruck verliehen (Hörbeispiel 37). Im Fall dieses Instruments wurde der Bass des Klangs mit einem Hochpass beschnitten, um ihn im Nachhinein durch eine Sinuswellenform gleicher Frequenz zu ersetzen, zwecks der saubereren Wiedergabe des tiefen Bassbereichs. Zur weiteren Echtzeitsteuerung von Parametern besteht die Möglichkeit der Zuweisung veränderbarer Einstellungen zu Steuerelementen in Form von Software- oder Hardwarereglern. Darüber lässt sich beispielsweise die Tonhöhe flexibel ändern, ein Vibrato herbeiführen, Parameter wie die Anschlagsstärke oder gespielte Tonhöhe nutzen, um damit andere Einstellungen zu steuern.

¹¹³ Vgl. Raffaseder (2010), S.194

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Die erklärten Konstruktionsweisen der dargelegten Klänge lassen sich anwenden, um damit entweder eigene Versionen dieser zu bauen oder die Prinzipien dahinter dazu zu verwenden, um diese auf die Konstruktion anderer Klänge zu übertragen und so zu eigenständigen Resultaten zu kommen. Überdies kann den so erzeugten Ergebnissen je nach Wunsch mit der weiteren Bearbeitung mehr Kontur verliehen werden und anschließend durch Aufzeichnung in Audiomaterial verfügbar gemacht werden, indem die Aufnahme im Rahmen eines Samplers über einen größeren Tonumfang spielbar gemacht wird, ohne dass für die Erzeugung des Klangs mithilfe von Effekten ein erneuter Rechenaufwand notwendig wäre. Sollte doch eine weitere Manipulation des so erstellten Materials gewünscht sein, besteht entweder durch die in der Samplinganwendung enthaltenen Parameter und Modulationsquellen eine Möglichkeit der zusätzlichen Bearbeitung oder durch manuelle Anwendungen einer Audibearbeitungsanwendung wie Schneiden und Kopieren usw. oder sonstige Einflussnahme mit externen Effekten und Methoden.

4.3 Gestaltung von Soundeffekten

Zur klanglichen Unterstützung von Bewegtbild stehen je nach Kontext der Produktion verschiedene Wege der Klanggestaltung zur Wahl. So besteht einerseits die Möglichkeit, die benötigten oder eventuell passenden Klänge per Sampling selbst aufzunehmen oder andererseits aus einer Sammlung von Aufnahmen aus dem Alltag zu beziehen und diese durch Schneiden, Kopieren, verändern des zeitlichen Verlaufs, Bearbeitung mit Effekten usw. zu einem neuen akustischen Ereignis zusammensetzen, sodass Bild und Ton als zusammenhängend empfunden werden. Bei direkt mit dem Bildinhalt verbundenen Klängen, welche nicht im Hintergrund des Geschehens ablaufen, sondern klar im Vordergrund wahrzunehmen sind, wird hierbei in Hard- und Soft-Effects aufgegliedert, wobei erstgenannte zeitgleich mit den sichtbaren Geschehnissen im Bild erklingen und Soft-Effects dagegen nicht zwingend zuzuordnen sein müssen.¹¹⁴ Nun kann es aber sein, dass trotz aufwändiger Suche nach passenden Klängen oder intensiver Nachbearbeitung

¹¹⁴ Vgl. Raffaseder (2010), S.243

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

eigens aufgenommener Klänge, kein zufriedenstellendes Resultat dabei entstehen mag. Bei Produktionen welche Vorgänge im Bild zeigen, die in der Realität eventuell gar keinen oder zumindest keinen interessanten Klang haben und die aufgrund ihrer Bedeutung innerhalb der Produktion von großer Wichtigkeit sind und deshalb im Klang entsprechend übertrieben dargestellt werden sollen, um dies auch in der akustischen Ebene zu verdeutlichen, kann es sein, dass sich kein passender Klang als Ausgangsmaterial ausmachen lässt. Speziell mit dem Computer erzeugte Animationen können dafür ein Beispiel sein, da diese Bilder Darstellungen zeigen können, welche der Fantasie entlehnt sind und für den Hörer ohne klangliche Referenz sind.

So können mit Synthesizern und deren beinhalteten Modulationsquellen bestimmte Eigenschaften des im Bild gezeigten nachgebaut und spielbar gemacht werden, wie auch in den verfügbaren Parametern kontrollierbar werden oder als Ausgangsmaterial zur weiteren Bearbeitung mit den herkömmlichen Werkzeugen und Effekten einer Audibearbeitungs- anwendung verwendet werden. Es können damit z.B. aus der Natur bekannte Wettergeräusche erzeugt werden, Klänge technisch oder mechanischer Geschehnisse sind möglich, gemachte Aufnahmen können verfremdet werden, wie auch Materialien und Vorgänge im Bild dadurch klanglich veranschaulicht werden können.

4.3.1 Natur- und Alltagsklänge

Als Grundlage vieler Klänge eignet sich einmal mehr ein Rauschsignal, da dieses aufgrund seines den gesamten Hörbereich beinhaltenden Frequenzbereichs eine umfangreiche Grundlage zur Formung mithilfe von Filtern und weiteren Modulationsquellen darstellt. Am Beispiel von Naturgeräuschen wie Wind, Meeresrauschen, Wasser oder auch Vogelgeitscher lässt sich zeigen, wie charakteristische Eigenschaften dieser Geräusche mit den einfachen Mitteln eines Synthesizers nachgebildet werden können. Der Klang von *Wind* kann durch einen Rauschgenerator erzeugt werden, dessen Amplitude durch ein Zufallssignal moduliert wird, wobei diesem ein Bandpass oder ein Tiefpass mit hoher

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Resonanz nachgeschaltet ist, dessen Grenzfrequenz und Resonanz ebenfalls von einem Zufallssignal und eventuell zusätzlich mit einem LFO oder auch einer Hüllkurve moduliert wird.¹¹⁵ Im Hörbeispiel wurde ein Bandpass mit schmaler Bandbreite verwendet, dessen Grenzfrequenz durch eine Mischung aus einem LFO und einem Zufallssignal moduliert wird. Um das zufällige Heulen des Windes nachzuahmen wurde zusätzlich eine hohe Resonanz des Filters eingestellt, der ebenfalls durch eine Mischung aus LFO und Zufallssignal moduliert wird (Hörbeispiel 38). Auch die Eigenschaften des *Meeresrauschen* lassen sich auf ähnliche Art und Weise nachbilden, indem das stetige An- und Abswellen des Wassers durch langsames An- und Absteigen der Amplitude simuliert wird, wie auch durch einen nachgeschalteten Filter zusätzlich die Beschaffenheit des Klangs geformt werden kann.¹¹⁶ Das Hörbeispiel wurde erzeugt, indem die Amplitude durch einen LFO moduliert wird, der diese langsam ab- und zunehmen lässt, wie auch durch 2 nachgeschaltete Tiefpässe, deren Grenzfrequenzen mit unterschiedlichen Hüllkurven und LFOs beeinflusst werden (Hörbeispiel 39).

Auch die weiteren akustischen Erscheinungsformen von Wassergeräuschen wie *Regen*, *Wassertropfen* oder auch *Unterwasserklänge* lassen sich auf ähnliche Art und Weise nachbilden. Unterwasserklänge können dadurch geschaffen werden, dass ein Rauschen oder ein Obertonreiches Signal oder auch zusammen als Klangquelle benutzt werden, um diese dann durch einen Tiefpass mit hoher Resonanz zu führen, wahlweise würde sich auch ein Bandpass mit schmaler Bandbreite und ebenfalls hoher Resonanz dazu eignen. Um dabei das wahllose Sprudeln eventuell vorhandener Luftblasen und Wasserströme nachzubilden, wird die Grenzfrequenz und die Resonanz des Filters durch ein Rauschsignal moduliert, was zu einer unvorhersehbaren Betonung und Absenkung bestimmter Frequenzen führt. Im Hörbeispiel wurde ein weißes Rauschen und eine Sägezahnschwingung als Klangquelle benutzt (Hörbeispiel 40). Durch leichte Abweichung der so bedachten Einstellungen lassen sich die Klänge schnell zu anderen akustischen Ereignissen verwandeln, wie z.B. zu Regen. Im Hörbeispiel wurde lediglich der Sägezahn

¹¹⁵ Vgl. Raffaseder (2010), S.233

¹¹⁶ Ebenda

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

entfernt und der Tiefpass durch einen Bandpass ersetzt, die Grenzfrequenz leicht in höhere Frequenzen verschoben und die Bandbreite des Filters leicht durch dasselbe Rauschsignal moduliert. Zudem werden alle drei zu bestimmenden Parameter des Bandpasses, in unterschiedlichem Umfang vom gleichen Rauschsignal moduliert (Hörbeispiel 41). Einzelne Geräusche von Wassertropfen können ähnlich konstruiert werden, hier kommt wieder zusätzlich zum Rauschen ein Sägezahn zum Einsatz. Um das schnelle Auftreffen der einzelnen Wassertropfen auf den Boden oder Wasser und deren unterschiedlichen Frequenzen zu simulieren, werden sowohl Amplitude der Klangquellen, wie auch Grenzfrequenz und Resonanz der nachgeschalteten Bandpässe von den gleichen, schnell ein- und auslaufenden Hüllkurven moduliert. Die einzelnen Hüllkurven haben zur größeren Authentizität leicht unterschiedliche Werte (Hörbeispiel 42).

Desweiteren ist es möglich, Vogelzwitschern nachzubilden, indem abermals ein Obertonreiches Signal und ein Rauschsignal von mehreren, schnell an- und absteigenden Hüllkurven in der Amplitude gesteuert werden, um dann anschließend durch einen oder mehrere Bandpässe zu laufen, die ihrerseits wiederum in ihren Parametern wie Grenzfrequenz, Bandbreite und Resonanz von einem Rauschsignal moduliert werden (Hörbeispiel 43). Durch Verwendung anderer Filter und Modulationsquellen sind natürlich Variationen und weitere Anpassungen der Klänge möglich.

Ausgehend vom vorhandenen Rauschgenerator und dessen verschiedenen Rauscharten lassen sich so auch andere Eindrücke erzeugen. Darüber hinaus lassen sich durch Bearbeitung von geräuschhaften Aufnahmen und einer ähnlichen Manipulation durch Filter ähnliche Resultate erzielen. Im Beispiel wurde eine Aufnahme einer Aluminiumfolie mithilfe eines Synthesizers verfremdet, was im Ergebnis an den Klang von *Geröll* erinnert (Hörbeispiel 44). Mit der Verfremdung realer Aufnahmen durch Filter, Effekte, Tonhöhe und Abspielgeschwindigkeit lassen sich überdies hinaus Teilaspekte eines Klangs verstärken und betonen und in neue Klänge verwandeln, sodass der anfängliche Klang des

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

aufgezeichneten Materials nicht mehr herauszufinden ist.¹¹⁷ Dadurch ist es möglich, aus eigentlich kleinen akustischen Ereignissen große Klänge zu erzeugen oder auch umgekehrt, um diese dadurch für andere Zwecke verwenden zu können. Auf diese Weise können auch mit einer begrenzten Anzahl an Tonmaterial vielfältige Klänge geschaffen werden.

Auch *technische oder mechanische Vorgänge* lassen sich durch Synthesizer klanglich veranschaulichen.¹¹⁸ Müsste man beispielsweise für eine Produktion den Klang eines elektrisch betriebenen, eventuell futuristisch anmutenden Vehikels akustisch darstellen, welches entweder aufgrund seiner ausschließlichen Existenz in einem Film, Computerspiel oder zum Zweck der Inszenierung keinen tatsächlichen Klang hat, ließen sich grundlegende Merkmale mithilfe des Synthesizers umsetzen. So kann das Be- und Entschleunigen eines solchen Gefährts in Anlehnung des wie vom Auto her bekannten Vorgangs, wie auch die gewünschte Klangfarbe, durch geschickte Modulation eines oder mehrerer Oszillatoren mithilfe von LFOs, Hüllkurven und Filter dargestellt werden. Um den Vorgang des stetigen Beschleunigens des fiktiven Antriebs akustisch umzusetzen, ist es denkbar die Frequenz durch eine langsam ansteigende Hüllkurve kontinuierlich ansteigen zu lassen. Zur effektiven anschließenden Filterung können dabei obertonreiche Wellenformen und Rauschsignale als Klangquelle dienen. Um nicht nur in der Frequenz die Beschleunigung bemerkbar zu machen, ist es möglich die Grenzfrequenz und Resonanz des Filters ebenfalls mit der gleichen stetig ansteigenden Hüllkurve, wie auch mit einem durch die selbe Hüllkurve in der Frequenz moduliertem Sinusförmigem LFO zu beeinflussen. So entsteht der Eindruck eines kontinuierlich schneller werdenden mechanischen, technischen Vorgangs. Im Hörbeispiel wurden eine Sägezahnwellenform und ein Rauschsignal als Ausgangsmaterial verwendet, welche durch einen Tiefpass bearbeitet werden (Hörbeispiel 45). Zum Entschleunigen müsste dann lediglich die Hüllkurve so angepasst werden, dass diese nicht mehr stetig ansteigt, sondern fällt und somit alle anderen Parameter entsprechend beeinflusst (Hörbeispiel 46). Auch andere Ausgangswellenformen, Filterarten und Formen von LFOs sind je nach Anwendungsfall denkbar.

¹¹⁷ Vgl. Raffaseder (2010), S.194

¹¹⁸ Vgl. Raffaseder (2010), S.233

4.3.2 Spezielle Soundeffekte

Neben Klängen mit Bezug zur Realität, die aus dem alltäglichen Leben bekannt sind oder auf diese anspielen, gibt es eine Vielzahl an weiteren Soundeffekten in unterschiedlichen Erscheinungs- und Verwendungsformen. Wie bei allen Soundeffekten lassen sich diese Klänge je nach Betrachtungswinkel der Bedeutung innerhalb einer Produktion, also den verschiedenen Ebenen, Strukturen und Wirkungen usw. der Gestaltung, in eine Anzahl von Kategorien einordnen.¹¹⁹ Dadurch kann ein einzelner Klang, je nachdem auf welchen Aspekt des akustischen Ereignisses das Augenmerk gerichtet wird, gleichzeitig mehrere Bedeutungen symbolisieren. Dem entgegen steht jedoch, dass diese Kategorisierung erst im Umfeld eines Werkes, in Verbindung mit anderen akustischen Ereignissen, inhaltlichen und optischen Geschehnissen im Bild oder auch mit Verlauf des Klangs selbst, vorgenommen werden kann.¹²⁰ Daher soll hier nun keine Gestaltung von in Kategorien aufgeteilten Klängen erleutert werden, sondern exemplarisch einige zahlreich vorkommende Soundeffekte, deren Erzeugung, Vorkommen und Verwendungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Ein solches Beispiel stellen sogenannte, aus dem Englischen betitelte, *swoosh-* und *whoosh-*Effekte dar. Dieser Effekt zeichnet sich durch das Ein- und Ausschwingen eines geräuschhaften Klangs aus, welcher an einen kurzen Luftstoß erinnert. Diese Art von Effekt kann benutzt werden, um damit Bewegungen und Vorgänge im Bild akustisch abzubilden, welche für sich genommen keinen Klang besitzen oder um die Größe und Wichtigkeit eines Objekts im Bild zu betonen. Dies kann besonders beim Ein-, Aus- oder Überblenden von Animationen und Bildwechseln zum Tragen kommen, ähnlich der Gestaltung von Übergängen in musikalischen Produktionen, kann sich aber auch dazu eignen, reale, geräuschhafte Klänge nachzuahmen, wie z.B. Reibung von Textilien. Durch seine zum Wind ähnliche Konstruktionsweise im Synthesizer, eignet sich dieser Klang auch zum Einsatz zur Vertonung von Luftströmen. Als Klangquelle kann hier ein Rauschsignal

¹¹⁹ Vgl. Raffaseder (2010), S.235 ff.

¹²⁰ Vgl. Raffaseder (2010), S.257

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

dienen, dessen Amplitude durch eine Hüllkurve gesteuert wird, um das Ein- und Ausschwingen des grundlegenden Klangs zu kontrollieren. Dabei können je nach zu vertonendem Bildmaterial die Attack-, Decay-, Sustain-, und Releasezeiten variabel angepasst werden, sodass im zeitlichen Verlauf ein glaubhaftes Zusammenspiel der beiden Ereignisse entsteht. Um das Rauschsignal weniger harsch klingen zu lassen, kann diesem ein Filter nachgeschaltet werden, der die hohen Frequenzen abdämpft. Je nach Wunsch können nun die Grenzfrequenz, Resonanz und weitere verfügbare Parameter des entsprechenden Filters eingestellt werden oder ebenfalls mit einer Modulationsquelle beeinflusst werden. Im Fall des Hörbeispiels wurde dazu ein Bandpass verwendet, dessen Grenzfrequenz verhältnismäßig tief eingestellt ist, eine kleine Bandbreite besitzt, welche von der gleichen Hüllkurve wie die der Amplitude des Rauschsignals moduliert wird und sich somit im Verlauf der Modulation vergrößert und wieder verkleinert, sowie einer mittelhohen Einstellung der Resonanz (Hörbeispiel 47). Wahlweise kann auch ein Tiefpass ähnliche Ergebnisse erzeugen. Durch Variation der genannten Parameter und weiterem Experimentieren lassen sich damit die bekannten Klänge erzeugen oder unüblichere, abweichende Resultate erschaffen. Mithilfe der Nachbearbeitung durch Kompression, Automation im Stereopanorama, Hallräumen, Echoeffekten usw. können die erzeugten Klänge darüber hinaus erweitert werden. Diese Art Soundeffekt kann aber nicht nur mit einem Rauschsignal gelingen, sondern auch mit anderen Klängen als Ausgangsmaterial, welche einen hohen geräuschhaften Anteil besitzen.

Ein weiteres Beispiel ist ein als *Drone* bezeichneter Klang. Dieser bezeichnet ein lange erklingendes, räumlich nicht zuzuordnendes, Basslastiges akustisches Ereignis, welches dadurch für beklemmende Stimmung sorgen kann und oft in Filmen verwendet wird.¹²¹ Dieser Soundeffekt kann auf verschiedene Arten konstruiert werden und kann sowohl tonale, als auch geräuschhafte Anteile beinhalten, wobei bei tonaler Beteiligung meist keine größere harmonische Bewegung angestrebt wird, oft wird auch nur ein einziger Ton verwendet, der insgesamt Klangverlauf kann jedoch stark variieren. Üblich ist auch die Verwendung von Halleffekten, um den erzeugten Klang noch größer, weniger gut orten zu

¹²¹ Vgl. Raffaseder (2010), S.258

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

können und somit bedrückend klingen zu lassen. Im Hörbeispiel wurden als Klangquelle zwei Sägezahnschwingungen benutzt, wie auch ein wiederholt durch eine Hüllkurve ausgelöstes Rauschsignal, um genügend Obertöne zur anschließenden Filterung zu erhalten. Zusätzlich wurde die Tonhöhe eines der Oszillatoren mit einem langsamen LFO moduliert, um mit den dadurch entstehenden leichten Phasenauslöschungen Bewegung im Klangverlauf zu erzielen. Zur weiteren Erzeugung von Bewegung im Klang wurde das Signal durch zwei parallel geschaltete Filter geführt, je ein Bandpass und eine Bandsperre. Durch Modulation der verfügbaren Parameter wie Grenzfrequenz, Bandbreite und Resonanz mit einer gemeinsamen, langsam ein- und ausschwingende Hüllkurve, sowie zwei LFOs wurde zusätzlich Bewegung im Klangverlauf erzeugt. Desweiteren wurde das Signal zu einem großen Anteil durch einen Halleffekt mit großer Nachhallzeit geschickt (Hörbeispiel 48). Zur Schaffung eines solchen Klangs sind viele verschiedene Konstellationen von Klangquellen und unterschiedlichen Bearbeitungsmöglichkeiten wie Filter, Effekten und Modulationen denkbar. Wichtigstes Merkmal sollte aber die Konzentration auf ein weitestgehend statisches, basslastiges und dadurch schwerer zu ortendes akustisches Ereignis sein.¹²²

Auch können vorgegebene Rahmenbedingungen und Zielsetzungen einer Produktion dazu führen, dass in der Gestaltung der akustischen Ereignisse bestimmte Klangfarben und Klänge angestrebt werden, damit eine glaubhafte und zum Produkt passende akustische Darstellung entsteht, welche die insgesamt beabsichtigte Stimmung widerspiegelt.¹²³ Speziell bei Produktionen, welche wegen ihrer futuristischen Ästhetik oder Handlung in der Zukunft angesiedelt oder frei erfunden sind, können sich künstlich hergestellte Klänge besonders eignen, da hier zu den eventuell gezeigten Vorgängen oder der Fantasie entlehnten Technologien aufgrund ihrer freien Imagination kein Erfahrungswert besteht. Als Beispiele dafür können hierfür Darstellungen von Magie, futuristischen Technologien oder die Bedienung von Menüpunkten einer interaktiven Anwendung angeführt werden.

¹²² Vgl. Raffaseder (2010), S.258

¹²³ Vgl. Raffaseder (2010), S.283

4. Herangehensweisen und Techniken der Gestaltung

Die mithilfe von Synthesizern konstruierten Soundeffekte zeigen, dass es möglich ist, mit verhältnismäßig einfachen Mitteln die offensichtlich wahrnehmbaren Eigenschaften eines Klangs nachzubilden. Je nachdem wie originalgetreu eine solche Nachbildung werden soll, erfordert es eine erhöhte Aufmerksamkeit auf Details eines akustischen Ereignisses, um diese nachzubilden und so einen authentischen Klang zu erzeugen. Aber auch prägnante Teilaspekte eines Klangs, welche einen hohen Wiedererkennungswert haben, reichen oft aus, um den beabsichtigten Effekt zu erzielen. Zudem kann mit der manuellen Steuerung einzelner im Synthesizer enthaltener Parameter ein formbares akustisches Ereignis erzeugt werden, dass in Kombination mit realen Aufnahmen eines solchen nachgebildeten Ereignisses zu sogenannten „*Larger-than-Life-Sounds*“¹²⁴ führen kann, die durch Überbetonung der markanten Merkmale des Klangs eine eindrucksvollere Wirkung erzielen können. Darüber hinaus können Klänge erzeugt werden, welche sich dazu eignen können Darstellungen und Vorgänge im Film, interaktiven Produktionen oder sonstigen Medien mit den im Synthesizer enthaltenen Möglichkeiten zu beschreiben, welche aufgrund ihrer erfundenen Herkunft keinen Klang besitzen. So ist es möglich, ähnlich wie bei der Gestaltung von Natur- und Alltagsklängen, mit bereits bekannten klanglichen oder anderen ersichtlichen Eigenschaften zu experimentieren oder grundsätzlich neue Eigenschaften zu benennen und im Klang zu betonen, sodass eine glaubhafte Verschmelzung von optischen und akustischen Reizen entsteht. Durch die Aufnahme so entstandener akustischer Ereignisse und deren weiterer Bearbeitung mit externen Effekten und den Werkzeugen einer Audibearbeitungssoftware lassen sich weitere Anpassungen am Tonmaterial vornehmen, um noch genauere und zur Produktion besser passende Ergebnisse zu erzielen.

124 Vgl. Raffaseder (2010), S.245

5. Fazit

Die dargelegten Syntheseverfahren sind weit verbreitet und stellen die überwiegend anzutreffenden Verfahren dar. Trotz ihrer unterschiedlichen Funktionsweise und der jeweiligen Umsetzung dieser, sind die grundlegenden Prinzipien der Klangformung aber allen gemein. Durch die in den Synthesizern integrierten Voreinstellungen stehen meist eine Fülle an fertigen spielbaren Klängen bereit, die in unterschiedliche Kategorien unterteilt sind, welche zur Handhabung in ihrer Konstruktionsweise jedoch nicht verstanden werden müssen. Anstatt sich so von vorgegebenen Klängen abhängig zu machen, ist es zur individuellen Erschaffung und Anpassung eines Klangs an den gegebenen Kontext einer Produktion daher von Vorteil, die zusammenhängenden Beziehungen und Möglichkeiten zwischen den einzelnen Parametern eines Synthesizers zu verstehen und so zu formen, dass ein gewünschter Klang entsteht, der sich zur Verwendung oder weiteren Bearbeitung eignet. Dies betrifft sowohl Klänge mit real existierendem Bezug, wie auch solche freier Einbildungskraft.

Dabei konnte gezeigt werden, dass anhand von markanten Merkmalen eines akustischen Ereignisses, musikalischer wie auch klanglicher Natur und dessen Annäherung mithilfe der in Synthesizern zur Verfügung stehenden Mitteln Klänge erzeugt werden können, welche den realen Vorbildern sehr nahe kommen können. Aber auch Klänge ohne reale Vorlagen oder Bezug zu solchem lassen sich dadurch erzeugen und können sich zur akustischen Repräsentation von derartigen surrealen oder erdachten Geschehnissen in Film, interaktiven Medien, Hörfunk usw. eignen. Darüber hinaus lassen sich auch im musikalischen Kontext spielbare Klänge erzeugen, die in ihrem Klangverlauf und ihrer Klangfarbe wenig mit realen Instrumenten gemein haben und dadurch eine eigene Ästhetik erzeugen, welche zu einem erhöhten Wiedererkennungswert eines Künstlers oder einer Produktion beitragen kann. Die Erzeugung von Klängen mithilfe von Synthesizern soll aber keinen Ersatz zur Verwendung realer Instrumente und Aufnahmen sein, sondern eine Ergänzung zu diesen darstellen, um zu einem besseren Ergebnis zu gelangen, wo dies aus

subjektiven Gründen sinnvoll erscheint. Schließlich haben alle der genannten Syntheseverfahren entweder aufgrund ihrer zugrundeliegenden Technik oder Umsetzung ihre Begrenzungen und eignen sich mal mehr mal weniger für einen entsprechenden Anwendungszweck. Daher ist eine Kombination von beiden Welten sowohl im Sounddesign wie auch in der Musik ratsam.

Ausblick

Zur tiefgreifenden Beschäftigung mit der Nachbildung realer und elektronischer Instrumente oder der grundsätzlichen Erschaffung von Klangerzeugern in Form von Software besteht die Möglichkeit, sich verstärkt mit der Modellierung dieser und deren Programmierung auseinanderzusetzen. Dazu bieten Audioverarbeitungsanwendungen, wie z.B. *Reaktor* der Firma Native Instruments, *Max/MSP* der Firma Cycling '74 oder auch die Open-Source Anwendung *Pure Data*, welche allesamt weitestgehend mit visuellen Bausteinen programmiert werden, die Möglichkeit, Synthesizer, Effekte usw. selbst zu konstruieren oder andere Gerätschaften nachzubilden, um diese anschließend selbstständig oder in der Umgebung einer Audibearbeitungsanwendung zu benutzen. Anschließend an diese Arbeit werden die hier gewonnen Erkenntnisse genutzt, um mit den eben genannten Programmen erste eigene Anwendungen und Instrumente zu konstruieren.

6. Anhang

6.1 Literaturverzeichnis

Ackermann, Philipp (1991): Computer und Musik – Eine Einführung in die digitale Klang- und Musikverarbeitung. Springers Angewandte Informatik, Herausgegeben von Helmut Schauer, Springer-Verlag Wien New York

Fricke, Jobst P. & Louven, Christoph (2011): Psychoakustische Grundlagen des Musikhörens. In H.Bruhn, R.Kopiez, A.C.Lehmann (Hrsg.), Musikpsychologie - Das neue Handbuch (S.413-436), 3.Auflage, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek

Jenkins, Mark (2013): Analog Synthesizers: Understanding, Performing, Buying. Focal Press, New York and London

Maempel, Hans-Joachim (2011): Medien und Klangästhetik. In H.Bruhn, R.Kopiez, A.C.Lehmann (Hrsg.), Musikpsychologie - Das neue Handbuch (S.231-252), 3.Auflage, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek

Raffaseder, Hannes (2010): Audiodesign. 2.Auflage, Carl Hanser Verlag München

Ruschkowski, André (2010): Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen. 2.Auflage, Philipp Reclam jun. GmbH & Co. KG, Stuttgart

Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling. Third edition, Focal Press, New York and London

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling, S.4

Abbildung 2: <https://emhistory.wikispaces.com/file/view/telharmonium-570x426.jpeg/377154496/telharmonium-570x426.jpeg>

<http://www.discretesynthesizers.com/archives/miessner/miessner01-5.jpg>

Abbildung 3: Ruschkowski, André (2010): Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen, S.89

Abbildung 4: <http://www.walkingheads.net/wp-content/uploads/2012/05/minimoog.jpg>

Abbildung 5: Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling, S.109 ff.

Abbildung 6: Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling, S.122

Abbildung 7: Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling, S.149

Abbildung 8: http://lookup.computerlanguage.com/host_app/search?cid=C999999&def=6672657175656e6379206d6f64756c617469666e.htm

Abbildung 9: Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling, S.271

Abbildung 10: Russ, Martin (2008): Sound synthesis and sampling, S.222

Abbildung 11: Screenshot aus Ableton Live 9

Abbildung 12: Screenshot aus Ableton Live 9

Abbildung 13: Screenshot aus Ableton Live 9

Abbildung 14: Screenshot aus Massive von Native Instruments

6.3 Filmographie

Raumschiff Enterprise (USA 1966 – 1969, Gene Roddenberry)

Star Trek Filme (USA 1979 – 2013, Gene Roddenberry)

6.4 Diskographie

Pink Floyd (1973): The Dark Side of the Moon. Harvest Records SHVL 804

The Who (1971): Who's Next. London: Track Records 2408 102

6.5 CD

Hörbeispiel 1: Bassdrum 1	Hörbeispiel 2: Bassdrum 2
Hörbeispiel 3: Bassdrum 3	Hörbeispiel 4: Snare 1
Hörbeispiel 5: Snare 2	Hörbeispiel 6: Snare 3
Hörbeispiel 7: Snare 4	Hörbeispiel 8: Clap
Hörbeispiel 9: Rimshot	Hörbeispiel 10: Tom tief
Hörbeispiel 11: Tom hoch	Hörbeispiel 12: Hihat geschlossen
Hörbeispiel 13: Hihat geöffnet	Hörbeispiel 14: Becken
Hörbeispiel 15: Bass 1	Hörbeispiel 16: Bass 2
Hörbeispiel 17: Bass 3	Hörbeispiel 18: Bass 4
Hörbeispiel 19: Bass 5	Hörbeispiel 20: Bass 6
Hörbeispiel 21: Flaechе/Pad 1	Hörbeispiel 22: Flaechе/Pad 2
Hörbeispiel 23: Flaechе/Pad 3	Hörbeispiel 24: Flaechе/Pad 4
Hörbeispiel 25: Flaechе/Pad 5	Hörbeispiel 26: Lead Synth 1
Hörbeispiel 27: Lead Synth 2	Hörbeispiel 28: Lead Synth 3
Hörbeispiel 29: Riser 1	Hörbeispiel 30: Riser 2
Hörbeispiel 31: Drop	Hörbeispiel 32: Becken rückwärts
Hörbeispiel 33: Hall rückwärts	Hörbeispiel 34: Schlagzeug Sampling
Hörbeispiel 35: Stottern	Hörbeispiel 36: Bass Resampling 1
Hörbeispiel 37: Bass Resampling 2	Hörbeispiel 38: Wind
Hörbeispiel 39: Meeresrauschen	Hörbeispiel 40: Unterwasser
Hörbeispiel 41: Regen	Hörbeispiel 42: Tropfen
Hörbeispiel 43: Vogelzwitschern	Hörbeispiel 44: Geröll

Hörbeispiel 45: Vehikel 1

Hörbeispiel 46: Vehikel 2

Hörbeispiel 47: Swoosh

Hörbeispiel 48: Drone

