

# Konzeption und Aufnahmeplanung einer orchestralen Samplelibrary

Bachelorarbeit im Studiengang „Audiovisuelle Medien“

Vorgelegt am 15. September 2016  
an der Hochschule der Medien Stuttgart  
zur Erlangung des akademischen Grades  
„Bachelor of Engineering“

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt  
Zweitprüfer: Tilman Sillescu  
Autor: Steffen Brinkmann  
Matrikelnummer: 26672

## **Sperrvermerk**

*Die vorgelegte Abschlussarbeit basiert auf internen vertraulichen Daten und Informationen des Unternehmens Dynamedion GbR. In diese Arbeit dürfen Dritte, mit Ausnahme der Gutachter und befugten Mitglieder des Prüfungsausschusses, ohne ausdrückliche Zustimmung des Unternehmens keine Einsicht nehmen. Eine Vervielfältigung und Veröffentlichung dieser Abschlussarbeit, auch auszugsweise oder in digitaler Form, ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Unternehmens nicht erlaubt. Diese Geheimhaltungspflicht ist auf zwei Jahre nach der Vorlage der Arbeit begrenzt.*

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Steffen Brinkmann, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Konzeption und Aufnahmeplanung einer orchestralen Samplelibrary“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

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

---

Unterschrift

---

Ort, Datum

## **Kurzfassung**

Orchestrale Samplelibrarys sind seit den Anfängen des digitalen Samplings insbesondere für Film- und Medienkomponisten ein essentielles Arbeitswerkzeug. Mit dem Übergang von Hardware- zu Software-Samplern eröffneten sich Anfang des neuen Jahrtausends zahlreiche technische Möglichkeiten, mit denen die samplebasierte Simulation eines Sinfonieorchesters noch realistischer umgesetzt werden konnte.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den grundlegenden Techniken und Anforderungen die eine orchestrale Samplelibrary auf dem Stand der Technik erfüllen sollte. Anschließend wird der Konzeptionsprozess einer solchen Library beschrieben und die Aufnahmeplanung für die Sample-Recordings von wirtschaftlicher, technischer und musikalischer Seite beleuchtet und ausgewertet.

## **Abstract**

Since the development of digital sampling, orchestral samplelibraries have been an essential tool for film and media composers all around the world. The transition from hardware to software samplers in the early 2000s opened a numerous new technical possibilities, that allowed for even more realistic sample based simulation of symphonic orchestras.

This thesis seeks to describe and analyze the fundamental techniques and the requirements an orchestral sample library has to meet to be placed successfully on the market. Furthermore the process of conception of such a library is examined. Also the planning and preparation of the sample recording sessions is described and evaluated in detail from a technical, musical and economical perspective.

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Sampling.....	3
2.1 Begriffsunterscheidung .....	3
2.1.1 Technisches Sampling .....	3
2.1.2 Musikalisches Sampling .....	3
2.1.3 Instrumentales Sampling/Multisampling.....	4
2.2 Funktionsweise und Methoden .....	5
2.2.1 Sampler .....	5
2.2.2 MIDI-Sequencer.....	6
2.2.3 Das MIDI Protokoll.....	7
2.2.4 Mapping - Sample Pitching .....	11
2.2.5 Patch-Kategorien .....	12
2.2.6 Velocity Switching .....	13
2.2.7 Velocity Crossfading .....	14
2.2.8 Looping .....	16
2.2.9 Release Trigger .....	17
2.2.10 Round Robin Samples .....	18
2.2.11 Legato Transitions .....	19
2.2.12 Zusammenfassung.....	21
3. Markt Betrachtung.....	22
3.1 Geschichte .....	22
3.2 Heute.....	28
3.2.1 Modulare Serien.....	28
3.2.2 Produkte für Spezialanwendungen .....	29
3.2.3 Instrumentale Komplettpakete .....	30
4. Konzeption und Aufnahme einer orchestralen Samplelibrary .....	31
4.1 Grundidee .....	31
4.2 Content-Anforderungen .....	32

4.3	Einschätzung der Aufnahmezeit .....	34
4.4	Sessionstruktur .....	35
4.5	Notensatz.....	36
4.5.1	One-Shot-Artikulationen.....	37
4.5.2	Sustain-Artikulationen .....	40
4.5.3	Transitions.....	41
4.6	Zeitplanung .....	43
4.6.1	Kalkulation der Aufnahmezeit.....	43
4.6.2	Erstellung des Sessionplans .....	44
4.7	Erkenntnisse aus den Aufnahmen.....	46
4.7.1	Flexibilität der Kontrabässe.....	48
4.7.2	Intonation im Blechbläser-Ensemble.....	49
4.7.3	Instrumentenspezifische Atempausen .....	49
4.7.4	Geschwindigkeit im Klicktrack.....	51
4.7.5	Marcato-Aufnahmen .....	52
4.7.6	Ermüdung bei Blechbläsern .....	53
4.7.7	Taktzahlen .....	54
4.7.8	Aufteilung nach Dynamikstufen .....	55
5.	Schlusswort.....	57
6.	Quellenverzeichnis.....	58
7.	Darstellungsverzeichnis.....	59
8.	Anhang .....	60
	Session Plan A March 2016 .....	60
	Session Plan B June 2016 - BUDAPEST .....	63
	Sessionblock A - Zeitverlauf.....	66
	Sessionblock B - Zeitverlauf.....	69
	Korrekturfaktoren.....	72

# 1. Einleitung

Die Verwendung von virtuellen Instrumenten ist aus der digitalen Musikproduktion kaum mehr wegzudenken. Synthesizer, Sampler und Audio-Loops werden von Komponisten, Musikproduzenten und Audioenthusiasten auf der ganzen Welt verwendet und prägen einen nicht unwesentlichen Teil der Musikindustrie. Scheinbar eine Nische in diesem Feld ist die digitale Nachbildung des Klangkörpers eines vollen Sinfonieorchesters mithilfe von digitalem Multisampling. Tatsächlich finden diese virtuellen Instrumente jedoch häufig Verwendung in Film- und Medienproduktionen – sei es zu Demozwecken um einen Kunden vor der echten Aufnahme von einem Musikstück zu überzeugen, oder immer öfter sogar zur Erstellung der finalen Tonaufnahme. Das Feld des orchestralen Samplings hat mittlerweile eine solche Stufe der technischen Finesse erreicht, dass ungeschulte Ohren Schwierigkeiten haben können, eine digitale Nachbildung eines Orchesters von einer echten Aufnahme zu unterscheiden.

Während die synthetische Klangerzeugung der Gegenstand weitreichender akademischer Forschung ist, wird die Verwendung von Samplern in der Fachliteratur meist nur am Rande behandelt. Noch weniger wird die Erstellung von professionellen Samplelibrarys thematisiert, da das Feld in seiner heutigen Ausprägung relativ jung ist und kommerzielle Hersteller die Details ihrer Produktionen, möglicherweise zugunsten ihrer Marktstellung, geheim halten.

Der Autor dieser Arbeit hatte die Gelegenheit, die Produktion einer orchestralen Samplelibrary mit dem deutschen Label *Sonuscore* federführend zu leiten und Erkenntnisse aus dem Produktionsprozess zusammenzufassen.

Im Verlauf dieser Arbeit werden die grundlegenden technische Funktionsweisen und gängigen angewendeten Techniken einer orchestralen Samplelibrary beschrieben und eine historische und aktuelle Marktbetrachtung der verfügbaren Produkte angeboten.

Anschließend wird die Konzeption, Planung und Aufnahme einer kommerziellen orchestralen Samplebibliothek beschrieben, die auf dem aktuellen Markt bestehen soll. Dabei wird hier der Fokus auf die Vorbereitung und Planung der Orchesteraufnahmen gelegt. Im Detail wird das Zusammenspiel von wirtschaftlichen, logistischen, technischen und musikalischen Faktoren in der Zeitplanung der Aufnahmesessions betrachtet und Erkenntnisse aus den Aufnahmen werden

zusammengefasst.

Um den Umfang der Arbeit nicht zu sprengen wird ein grundlegendes Wissen über die Klangerzeugung und Ausdrucksformen der Instrumente des klassischen Sinfonieorchesters vorausgesetzt.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Für detaillierte Informationen zur Klangerzeugung und Spielweise der Instrumente des Orchesters sei dem interessierten Leser „The Study Of Orchestration“ von Samuel Adler oder ein vergleichbares Standardwerk zur Lektüre empfohlen



## 2. Sampling

### 2.1 Begriffsunterscheidung

Der Begriff "Sampling" im Sinne der Musikproduktion kann in unterschiedlichen Zusammenhängen grundlegend drei verschiedene Bedeutungen haben. Diese drei Bedeutungen müssen zunächst unterschieden werden, um den Begriff in dieser Arbeit präzise anwenden zu können. Da eine allgemein anerkannte Definition und Unterscheidung nicht existiert, soll im Folgenden kurz eine Gegenüberstellung der Formen von Sampling in der Musikproduktion angeboten werden.

#### 2.1.1 Technisches Sampling

In der Tontechnik wird der Begriff Sampling im englischen Sprachraum für den Abtastvorgang gebraucht, bei dem ein kontinuierliches analoges Signal in eine Folge von Zeit- und Wertdiskreten Abtastwerten umgesetzt wird. Mit einer festgelegten Abtastfrequenz werden einzelne Werte (Samples) aus dem kontinuierlichem Signal entnommen und bilden bei ausreichender Abtastfrequenz das Ausgangssignal, abgesehen von Rundungsfehlern, ausreichend präzise ab. Aus diesem Prozess resultieren in der Analog/Digital Wandlung digitale Audiodaten die in der gängigen Software in verschiedensten Formen verarbeitet werden können.

#### 2.1.2 Musikalisches Sampling

Eine mit dem Aufkommen der Hip-Hop Kultur in den 1970er und 1980er Jahren zunehmend in der Populärmusik vertretene Technik ist die Verwendung von Ausschnitten aus Aufnahmen anderer Künstler um neue musikalische Werke zu schaffen. Bei diesen Musikausschnitten kann es sich um kurze Melodielinien, Schlagzeugrhythmen, oder ganze Arrangements handeln, die mit anderen Elementen kombiniert und in einen neuen musikalischen Kontext gestellt werden. Als die Technologie aufkam war das Thema Sampling urheberrechtlich ungeklärt, doch bald wurden Plattenlabel darauf aufmerksam und begannen vor Gericht Lizenzgebühren durchzusetzen.

"In the mid- to late 1980s, hip-hop artists had a very small window of opportunity to run wild with the newly emerging sampling technologies before the record labels and lawyers started paying attention. [...] But by 1991, no one paid zero for the records they sampled without getting

sued.”<sup>2</sup>

Mit dieser Entwicklung, begann ein Markt für lizenzfreie, kostengünstige Samplesammlungen zu entstehen der von mehreren Anbietern bedient wurde.

Heute werden vorproduzierte Musikausschnitte nicht nur in Hip-Hop und Popmusik angewendet, sondern finden auch zahlreiche Verwendung in kommerzieller Medienmusik. Virtuelle Instrumente wie Heavyocity's *Damage*, oder Sonuscore's Action Strings, die vorproduzierte Schlagzeugrhythmen und Streicherphrasen in einer übersichtlichen, spielbaren Benutzeroberfläche zusammenstellen, werden weltweit von Medienkomponisten in zahlreichen Kino- und Werbefilmen sowie Rundfunkproduktionen verwendet.

### 2.1.3 Instrumentales Sampling/Multisampling

Auch beim instrumentalen Sampling werden einzelne Tonaufnahmen von Instrumenten oder Ensembles verwendet um ein neues Gesamtwerk zu schaffen. Der entscheidende Unterschied zwischen musikalischem und instrumentalem Sampling ist die Länge und der musikalische Inhalt der Aufnahmen. Während beim musikalischen Sampling das Sample an sich eine musikalische Idee enthält, wie beispielsweise eine Melodie, einen Rhythmus oder gar ein vollständiges Arrangement mehrerer Instrumente, konzentriert sich das instrumentale Sampling auf das möglichst präzise Abbilden einzelner Töne und Klangfarben eines Instruments oder Ensembles. In Samplebibliotheken werden Tonaufnahmen einzelner Töne organisiert, mit deren Hilfe sich dann nach dem Baukastenprinzip eigene musikalische Ideen umsetzen lassen. Die Zielsetzung von instrumentalem Sampling ist also im weitesten Sinne, durch detaillierte kleinstteilige Aufnahme eines Instruments dem Benutzer eine möglichst flexible und realistische virtuelle Simulation des jeweiligen Instruments zur Verfügung zu stellen. Der Begriff „Multisampling“ deutet bereits darauf hin, dass hierbei oft eine große Menge von einzelnen Samples kombiniert wird. Dies geschieht in sogenannten Samplern, die heute zum größten Teil als Software in der Anwendung zu finden sind.

Mithilfe des MIDI-Protokolls kann mit diesen Software-Samplern dann beispielsweise ein

---

<sup>2</sup> McLeod (2004)

einzelnes Sample der Taste einer Klaviatur zugewiesen werden. Wird diese Taste gedrückt, spielt der Sampler die zugewiesene Tonaufnahme ab. Durch die Verwendung von Controllerdaten und erweiterten Skript-Techniken werden in Software-Samplern sehr komplexe virtuelle Instrumente möglich, die echte Instrumente mit immer größerem Realismus nachbilden können.

Von diesen drei Formen des Samplings soll Multisampling oder instrumentales Sampling der zentrale Gegenstand dieser Arbeit sein und im Folgenden genauer beschrieben werden.

## 2.2 Funktionsweise und Methoden

### 2.2.1 Sampler

Die Grundfunktionalität eines digitalen Samplers ist im Kern eine Weiterentwicklung der Wavetablesynthese.

„A generic wavetable synthesizer stores the attack and the sustain part of the waves. When the sample is triggered from the keyboard the synthesizer will play the first part of the waveform once (the attack) and then will keep looping the sustained portion until the key is released. This approach is needed in order to keep the size of the waveforms to a minimum, thus maximizing the number of waveforms stored. Modern wavetable synthesizers can hold several minutes of samples, therefore reducing the loop effect and rendering a much more accurate timbre.“<sup>3</sup>

Bei der Wavetablesynthese werden die Wellenformen aus einer Tabelle ausgelesen, und ein einzelner Zyklus der Wellenform wird wiederholt, wenn ein Ton gehalten wird. Anschließend kann der resultierende Ton mit Modulatoren und Effekten weiter gestaltet werden. Beim Sampling wird dieses Konzept ähnlich verfolgt, allerdings mit wesentlich mehr einzelnen Tonaufnahmen und längeren Samples, was den Klang lebendiger macht und die Instrumente realistischer abbildet. Während man für die Wavetable-Synthese einzelne Wellenformen aus Tonaufnahmen herausarbeitet, werden beim digitalen Sampling tatsächliche Tonaufnahmen wiedergegeben.

Das Prinzip des Samplings wurde allerdings bereits vor der Wavetable-Synthese und noch vor der digitalen Revolution angewendet. Das erste kommerziell erfolgreiche Sampler-Instrument

---

<sup>3</sup> Pejrolo & DeRosa 2008, S. 59

war das Mellotron, das 1963 auf dem Markt erschien und auf Tastendruck kurze Magnetbandaufnahmen wiedergab. Erste digitale Hardware-Sampler gab es bereits 1971, und wurden über die folgenden Jahre erschwinglicher und immer weiterentwickelt.<sup>4</sup>

Herausforderungen waren damals die Speicherung größerer Datenmengen, eine Problematik die die Grundmethoden des Samplings bis heute prägt. Heute spielen Software-Sampler innerhalb der *Digital Audio Workstation* (DAW) eine große Rolle und werden in zahlreichen Produktionen eingesetzt.

„Software samplers have practically replaced their hardware counterpart in any professional production environment. Their ability to take advantage of large memory sizes and [...] their unique feature of being able to stream the samples directly from the hard disk, basically has put an end to the limitations created by the RAM-based architecture of hardware samplers. The ability to edit and program a software sampler with a touch of the mouse, through clear and comprehensive graphic interfaces, has greatly contributed to the success of software samplers. This type of approach to sound creation constitutes the core of the modern MIDI and audio studios.“<sup>5</sup>

Nicht nur der erleichterte Umgang mit der Datenmenge, sondern auch die umfangreichen Möglichkeiten der Weiterentwicklung und Programmierung komplexer Funktionen sorgt dafür, dass Software-Sampler sehr realistische Ergebnisse erzielen können.

Entscheidend war bereits bei Hardware-Samplern die Möglichkeit, Samplebibliotheken von Drittanbietern zu erwerben und in die Geräte einzulesen. Heute wird bei Software-Samplern wie Native Instruments' KONTAKT dies noch zusätzlich durch eine eigene Programmiersprache erweitert, mit der Entwickler komplexe Interfaces, Skriptfunktionen und Samplingverfahren frei gestalten können. Diese Drittanbieter-Entwickler sind treibende Innovationskraft auf dem Markt.

### 2.2.2 MIDI-Sequencer

Sampler sind in allererster Linie Instrumente, die in Echtzeit vom Benutzer gespielt werden können. Abseits der Live-Performance finden Sampler in Studios in Kombination mit MIDI-Sequenzern vielfach Anwendung. Software-MIDI-Sequencer können als MIDI Daten eingegebene

---

<sup>4</sup> Davies, H. 1996 S.8

<sup>5</sup> Pejrolo & DeRosa 2008, S. 60

Tonfolgen speichern und zu jedem Zeitpunkt wiedergeben. So lassen sich ganze Arrangements aus mehreren Spuren mit MIDI-Daten für einzelne Instrumente aufbauen.

Bei der Wiedergabe können diese Spuren über MIDI-Kanäle und mehrere Sampler-Instanzen einzeln auf Sample-Patches verteilt werden. Diese Technik macht es möglich auf einem ausreichend leistungsfähigen System ein Arrangement zu erstellen, das für jede Instrumentengruppe des Sinfonieorchesters einen eigenen Sample-Patch anspricht. Im Gegensatz zum Live-Einspielen der einzelnen virtuellen Instrumente können so komplexe Arrangements erstellt werden, in denen in der Programmierung viel präziser auf die Möglichkeiten und Spielweisen der tatsächlich nachgebildeten Instrumente eingegangen werden kann.

Die Möglichkeiten der Orchestersimulation auf diesem Wege sind so effektiv, dass sie heute regelmäßig von Komponisten aller Musikrichtungen eingesetzt wird. Besonders aus der Arbeit von Medienkomponisten ist die Arbeit mit dem Sequenzer und hochwertigen Samplelibrarys nicht mehr wegzudenken.

### 2.2.3 Das MIDI Protokoll

Die vom Sequenzer an die Sampler-Instanzen weitergegebenen Daten entsprechen den Spezifikationen des MIDI-Protokolls, bei dem nicht nur Tonhöhen und -längen übertragen werden, sondern auch eine Vielzahl anderer Parameter, die zusätzliche Steuerung der virtuellen Instrumente ermöglicht.

„MIDI, [...], ist ein Datenübertragungsprotokoll für die Übermittlung, Aufzeichnung und Wiedergabe von umfassenden Steuerinformationen zur Klangerzeugung bzw. Musikproduktion zwischen Geräten, Instrumenten, Computern, Regiekonsolen u. a. Neben elementare Befehlen zu einzelnen Tönen wie Tonhöhe, Dauer, Beginn und Ende, Informationen zur Einhüllenden u. a. werden auch weitere komplexe und spezielle Befehle übermittelt“<sup>6</sup>

Das MIDI-Protokoll unterscheidet zwischen System Messages und Channel Messages. System Messages dienen der technischen Kommunikation zwischen verschiedenen Hardwareeinheiten, sowie der Synchronisation von mehreren Geräten, z.B. per Timecode oder Song Position. Channel Messages hingegen übertragen Informationen über die Performance am MIDI-Controller und die

---

<sup>6</sup> Dickreiter 2008, S. 88

erwünschte Interpretation der empfangenen Daten.

Da sich diese Arbeit mit marktüblichen Software-Samplern und dem dafür produzierten Content beschäftigt, sind für die weiteren Ausführungen nur jene MIDI-Befehle interessant, die aktuelle MIDI-Sequencer standardmäßig an eingebundene Software-Plugins abgeben können. Zusätzlich haben sich über die Jahre aus dem MIDI-Standard Konventionen herausgebildet, welche Controller und Befehle in virtuellen Instrumenten häufiger Anwendung finden.

Diese Befehle gehören allesamt zu den *Channel Voice Messages* nach der Spezifikation der MIDI Manufacturers Association und werden auf bis zu 16 Kanälen übertragen.

Im MIDI Protokoll wird jeder Taste auf der Klaviatur in einem Umfang von über 10 Oktaven ein numerischer Wert zwischen 0 und 127 zugewiesen. Das mittlere, eingestrichene C auf einer 88-Tastigen Klaviatur hat den Referenzwert von 60. Entsprechend geht der mögliche abzubildende Tonumfang in beide Richtungen fast zwei Oktaven über den Tonumfang eines handelsüblichen Klaviers hinaus. Die Kernaufgabe von MIDI ist in einem musikalischen Kontext Controllerdaten, Tonhöhen, Tonlängen und Dynamikinformationen zu übertragen. Diese Informationen können in 16 verschiedenen Kanälen übertragen werden – da es sich bei MIDI um eine serielle Schnittstelle handelt, werden alle Informationen nacheinander ausgewertet und bei großen Datenmengen kann es zu Verzögerungen kommen.

Wird auf der Klaviatur eines MIDI-Controllers eine Taste gedrückt, wird ein *Note-On* Befehl abgeschickt.

„Note On message: This message is sent every time you press a key on a MIDI controller. As soon as you press it, a MIDI message (in the form of binary code) is sent to the MIDI out of the transmitting device. The Note On message includes information about the note you pressed (the note number ranges from 0 to 127 or C-2 to G8), the MIDI channel on which the note was sent (1-16), and the velocity-on, which describes how hard you press the key and ranges from 0 to 127 (with a value of zero resulting in a silence).“<sup>7</sup>

Als direktes Gegenstück dazu registriert der *Note-Off*-Befehl das Loslassen einer Taste. Auch hier kann eine Anschlagsstärke, die sogenannte *Release Velocity*, übertragen werden. Diese Funktion nutzen allerdings nur wenige Controller, da um den Datenstrom zu reduzieren oft statt eines

---

<sup>7</sup> Pejrolo & DeRosa 2008, S. 5

echten *Note-Off* Befehls ein *Note-On* Befehl der gleichen Note mit einer Anschlagsstärke von 0 übertragen wird. Dies wird in den meisten Fällen gleichwertig zu einem *Note-Off* Befehl interpretiert. Damit ist es aber natürlich nicht möglich einen weiteren Velocity-Wert beim Loslassen zu übertragen, weshalb die *Release-Velocity* in virtuellen Instrumenten selten Anwendung findet.

Einige Hardware-MIDI-Controller haben Drucksensoren, die zusätzliche Informationen über den Druck auf einer Taste nach dem Anschlag übertragen. Wird auf eine Taste zwischen Anschlag und Loslassen zusätzlich Druck ausgeübt, werden *Aftertouch* Daten gesendet. Diese können entweder Mono- oder Polyphon sein, also konkret für jede einzelne Taste oder übergreifend für alle gedrückten Tasten des Channels übertragen werden. Da nicht alle Controller diese Funktion unterstützen wird sie ebenfalls von den handelsüblichen Samplern weitestgehend nicht genutzt. *Control Change (CC) Messages* werden übertragen, sobald sich ein Wert eines der 128 möglichen Controller verändert. Ein Teil der Controllernummern sind gezielt häufig genutzten Funktionsbereich zugeordnet, während andere von Herstellern beliebig genutzt werden können. Die Controller 32-61 bieten die Möglichkeit die Bittiefe der Controller 0-31 zu verdoppeln, eine Funktion die allerdings innerhalb von Software-MIDI Sequenzern nicht genutzt wird.

In der Praxis werden fünf Controllernummern regelmäßig angewendet:

- **CC01 Modulation Wheel:**

Das Modulationsrad (auch: Modwheel) wird verwendet um Parameter im Ausdruck des virtuellen Instruments zu steuern. In aktuellen Samplelibrarys steuert das Modwheel oft die Dynamikstufe des Instruments, jedoch sind auch andere Anwendungen, wie z.B. Vibrato, Artikulationsauswahl oder Intensität von Effekten gängig.

- **CC02 Breath Controller:**

Diese Controllernummer wird seltener verwendet, da sie anders als das Modwheel nicht durch einen häufig vorhandenen Regler am MIDI-Keyboard angesteuert wird, sondern ursprünglich für sogenannte Blaswandler reserviert war. Dies sind MIDI-Controller die Daten anhand der Luftstroms, zum Beispiel an einem Mundstück, ausgeben. Bei einigen Instrumenten kommt diese Controllernummer aber für Vibrato oder Dynamik zur Anwendung.

- **CC07 Channel Volume:**

Diese Controllernummer steuert in der Regel den Ausgangspegel des angesteuerten Instruments relativ zu einem Referenzpunkt. Da gängige Software-Sampler diese Steuerung fest implementiert haben, kann der Controller nicht effektiv anders eingesetzt werden.

- **CC11 Expression Controller:**

Der Expression Controller ist ursprünglich in Form des „Expression Pedals“ bei elektronischen Orgeln eingesetzt worden und findet in Instrumenten als zusätzlicher Dynamik- oder Volumecontroller Anwendung.

- **CC40 Sustain Pedal:**

Das Sustain-Pedal wird bei Klaviersimulationen als Haltepedal eingesetzt und hat aus dieser Gewohnheit heraus oft die Aufgabe, gespielte Töne über die Haltedauer der Tasten weiterklingen zu lassen. Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Controllern hat das Sustainpedal zwar theoretisch die Möglichkeit 128 verschiedene Werte anzunehmen, da es in einem vollen Datenbyte codiert wird, allerdings kann es nur zwei Zustände *on/off* bzw. gedrückt/nicht gedrückt annehmen.

Obwohl die Funktionsweise sehr ähnlich ist, ist der *Pitch Bend Change* Befehl nicht den *Control Change* Befehlen zuzuordnen. Das *Pitch Bend Wheel* ist an den meisten Keyboard-Controllern zu finden und ist für feinstufige Tonhöhenveränderungen entwickelt worden.

„This function is a special purpose pitch change controller, and messages are always sent with 14 bit resolution (2 bytes). In contrast to other MIDI functions, which may send either the LSB or MSB, the Pitch Bender message is always transmitted with both data bytes. This takes into account human hearing which is particularly sensitive to pitch changes.“<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> The MIDI Manufacturers Association, 1996 S.19



Während die Zuordnung einzelner Funktionen an die einzelnen Befehle beim Livebetrieb mit mehreren Geräten möglichst einheitlich sein mussten, ist es bei der Arbeit an einer DAW für Entwickler möglich, jeden Controller durch geschickte Programmierung eine Vielzahl von beliebig komplexen Funktionen kontrollieren zu lassen. So bieten Instrumente von Drittanbietern wie *Cinesamples*, *VSL* oder *Samplemodeling* dem Anwender die Möglichkeit, einzelnen Kontrollparametern des Instruments selbst Controllernummern zuzuweisen.

#### 2.2.4 Mapping - Sample Pitching

Ein wichtiger Schritt beim Sampling ist das sogenannte *Mapping*. Dies bezeichnet die Zuordnung von einzelnen Samples zu getriggerten MIDI-Noten. Naheliegender ist es zunächst, ein Sample der Tonhöhe zuzuordnen in der es aufgenommen wurde. Technische Einschränkungen, insbesondere die mangelnde Verfügbarkeit von ausreichender Speicherkapazität, machten es allerdings notwendig einzelne Samples für die Wiedergabe auf mehreren Tonhöhen zu verwenden.

„Ein Sample wird mit einer Originalfrequenz aufgenommen und im Speicher abgelegt. Wird dieses Sample nun auf der Tastatur gespielt, muss es entsprechend der gedrückten Taste transponiert werden. Technisch funktioniert das Transponieren durch Verdopplung der Auslesegeschwindigkeit am D/A-Wandler [...] Neben dieser Hardware-Variante lässt sich die Samplingrate auch softwaremäßig konvertieren, was aber recht aufwendig ist [...]“<sup>9</sup>

War diese Softwareseitige Konvertierung im Jahre 1991, als dieses Buch veröffentlicht wurde, noch recht aufwändig, wurden schon wenige Jahre später große Fortschritte mit den ersten Software-Samplern gemacht. Heute ist das softwareseitige Pitching von Samples keine Herausforderung mehr und wird in allen Samplern eingesetzt. Dennoch birgt die Tonhöhenanpassung im Sampler bis heute die gleichen Probleme, die Ackermann später beschreibt:

„Durch den Vorgang des Transponierens wird nicht nur die Grundfrequenz transponiert, sondern auch Resonanzen, Formanten, Geräusche (z.B. Atemgeräusche) und Raumreflexionen, so dass der Klang hörbar verfälscht wird. [...] Um dies zu umgehen, ist es üblich, in gewissen Tonhöhenabständen weitere Samples aufzuzeichnen und diese gemäss ihrer Originaltonhöhe über die Tastatur zu verteilen. Gute Klaviersamples enthalten auf jedem C bzw. G ein neues

---

<sup>9</sup> Ackermann 1991, S. 119

Sample, also in Quint- und Quartabständen.“<sup>10</sup>

Auch bei Pitching im Umfang weniger Halbtöne kann es bereits zu hörbaren Artefakten kommen und ein künstlicher Klangeindruck entstehen, insbesondere bei Instrumenten die einen höheren Geräuschanteil haben wie Streicher oder Flöten, weil dieser Geräuschanteil, wie Ackermann beschreibt, ebenfalls transponiert wird. Da durch technische Fortschritte Speicherplatz nicht mehr ein so großes Problem darstellte, gingen Hersteller dazu über die Samples in kleineren Tonabständen zu mappen. Heute sind die meisten erhältlichen Samplelibrarys diatonisch, oder in Ganztonabständen aufgenommen. Da Pitching über den Abstand eines Halbtons kaum hörbare Artefakte mit sich bringt, hat sich chromatisches Sampling bei Orchesterlibrarys bis heute nicht durchgesetzt.

### 2.2.5 Patch-Kategorien

„Jeder Einzelton eines Instruments kann in zwei oder drei zeitlich aufeinander folgende Abschnitte geteilt werden [...]:

- Klangeinsatz, Einschwingen: Zeitabschnitt in dem sich der Klang aus der Ruhe bis zu seinem eingeschwungenen Zustand entwickelt
- Quasistationärer Schwingungszustand: zentraler Teilabschnitt des Tons, in dem der Klang als relativ unveränderlich betrachtet werden kann; [...]
- Ausklingen: Zeitabschnitt, in dem der Klang nach dem Ende seiner Anregung bis zur völligen Ruhe ausklingt, vergleichbar dem Nachhall eines Raums.“<sup>11</sup>

Im englischen Sprachraum heißen diese drei Teile eines Einzeltons *Attack*, *Sustain* und *Release*. Grundsätzlich lässt sich im Sampling zwischen zwei Arten von Sample-Patches unterscheiden:

- *Sustain-Patches*: Diese Samples werden bei Instrumenten oder Artikulationen verwendet die über eine kontinuierliche Klanganregung verfügen, also länger gehaltene Töne erzeugt werden. Der Anwender soll in der Lage sein die Länge und den Ausdruck der Töne zu bestimmen, sofern dies den nachgebildeten Instrumenten möglich ist. Eine Sonderform des Sustain-Patches ist der *True-Legato-Patch*.
- *One-Shot-Patches*: Diese Samples verfügen in ihrer Natur nur über einen kurzen

---

<sup>10</sup> ebd.

<sup>11</sup> Dickreiter 2008, S. 56

quasistationären Schwingungszustand wie Staccato gespielte Streichernoten oder bestehen ausschließlich aus Ein- und Ausschwingzustand wie ein Klavierton.

Diese beiden Patch-Arten haben grundlegend unterschiedliche Anforderungen an die Sampling-Techniken die angewendet werden müssen, um für die jeweiligen Anwendungen in musikalischen Arrangements geeignet zu sein. So muss bei kurzen Streicher-Noten damit gerechnet werden, dass der gleiche Ton in kurzer Zeit mehrfach wiederholt wird und bei gehaltenen Tönen wiederum ein Weg gefunden werden um Dynamikänderungen wie Crescendos und Diminuendos innerhalb eines Tons umzusetzen. Um solche speziellen Herausforderungen zu lösen werden eine Reihe von Techniken eingesetzt die im Folgenden genauer betrachtet werden.

### 2.2.6 Velocity Switching

Dynamik ist ein wichtiger Teil musikalischen Ausdrucks. Lautstärkeunterschiede werden in der Musik gezielt dramaturgisch eingesetzt. Die Kontrolle über Dynamik ist bei der Anwendung von virtuellen Instrumenten entsprechend notwendig. Einfache Pegelunterschiede erzielen bei der Nachbildung von akustischen Instrumenten jedoch keinen realistischen Effekt.

„Die einzelnen Dynamikstufen oder -grade sind zwar durch den Pegel des Klangs gegeben, weit wichtiger ist aber ihre jeweils spezifische Klangstruktur. Es ist nämlich nicht möglich, durch einfaches Erhöhen der Abhörlautstärke [...] aus einem pp-Klang einen ff-Klang zu machen. [...] Die dynamischen Grade unterscheiden sich außer in Dauer und Struktur des Einschwingvorgangs hauptsächlich im spektralen Aufbau des quasistationären Klangs. Je stärker der dynamische Grad ist, umso mehr Teiltöne werden ausgebildet und umso mehr erhöht sich der Pegel der höheren Teiltöne.“<sup>12</sup>

Durch die deutlich unterschiedlichen komplexen Obertonspektren der Instrumente wird es notwendig, die einzelnen Töne in mehreren Dynamikstufen aufzunehmen um eine möglichst realistische Nachbildung zu ermöglichen.

Diese verschiedenen Dynamikstufen werden *Velocity-Layer* genannt. Beim *Velocity Switching* werden einzelne Samples nicht nur einer Tonhöhe, sondern auch einer Velocity-Spanne zugewiesen. Ein Note-On Befehl triggert damit, je nach dem darin enthaltenen Velocity-Wert,

---

<sup>12</sup> Dickreiter 2008, S. 62

unterschiedliche Samples, die der gespielten Dynamikstufe entsprechen. Wird eine Taste beispielsweise sehr kraftvoll angeschlagen, ertönt ein Fortissimo-Sample der höchsten Velocity-Stufe, bei einem sanften Anschlag wird ein Pianissimo-Sample abgespielt. Wenn Samples über einen größeren Velocity-Bereich gemappt sind, ist es üblich, zusätzlich abhängig von der MIDI-Velocity den Wiedergabepegel des Samples zu skalieren. Auf diese Art und Weise wird ein fließender Dynamikverlauf über die Werte 1-127 erreicht.

### 2.2.7 Velocity Crossfading

Theoretisch sind bis zu 127 Velocity-Layer pro Tonhöhe im Rahmen des MIDI-Protokolls umsetzbar. Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen werden für virtuelle Instrumenten aber deutlich weniger Dynamikstufen aufgenommen und über mehrere Velocitywerte gemappt. An den Grenzbereichen zwischen den Layern kann es dadurch zu hörbaren Sprüngen in der Wiedergabe kommen. Wenn ein *pp*-Sample über den Velocitybereich 1-31 und das *mf*-Sample über den Bereich 32-61 gemappt ist, wird sich die Klangfarbe zwischen einer MIDI-Velocity von 31 und 32 deutlich verändern, obwohl der tatsächlich gespielte Dynamikunterschied sehr gering ist. Um diesen unnatürlichen Sprung zu vermeiden kann man eine entsprechende Crossfadefunktion einbauen und die Samples so anordnen, „dass bei sanftem Tastenanschlag das ‚Soft Sample‘ zu hören ist, mit zunehmender Anschlagsstärke der Anteil des ‚Loud Sample‘ prozentual zunimmt, bis schliesslich bei maximalem Anschlag nur noch das ‚Loud Sample‘ zu hören ist. Damit erzielt man im ganzen Dynamikbereich eine authentische Klangfarbenänderung, die durch blosse Filterung nicht möglich wäre.“<sup>13</sup>

Dieses Verfahren der Überblendung mehrerer Velocity-Layer wird *Velocity Crossfading* genannt.

Bei Sustain-Samples genügt es jedoch nicht, zum Anschlagen einer Note die Dynamikstufe festzulegen, da sich hier im Gegensatz zu One-Shots in der Sustain-Phase die Lautstärke verändern kann. Ein An- und Abschwellen der Lautstärke innerhalb gehaltener Töne gehört zum Standardrepertoire des musikalischen Ausdrucks.

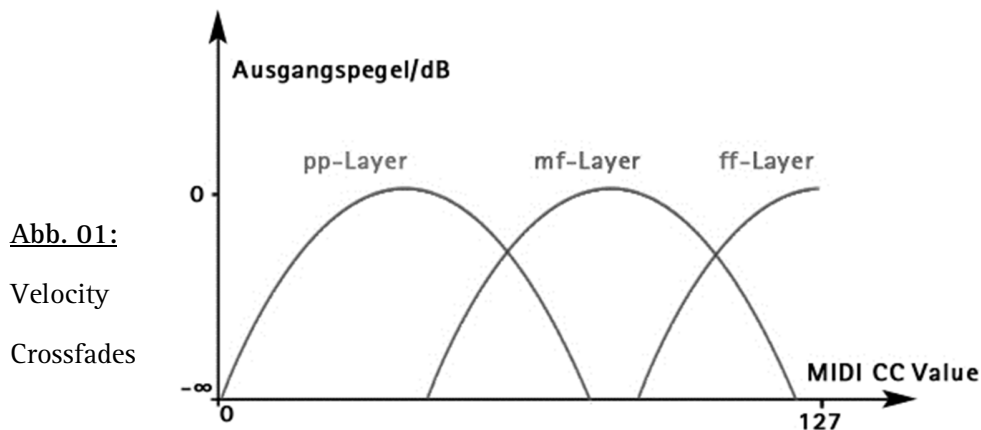
Um diese Spielweise zu ermöglichen kommen die MIDI *Control Change* Befehle zum Einsatz.

---

<sup>13</sup> Ackermann 1991, S. 120

Wird ein Note-On Befehl empfangen, werden alle Velocity-Layer der entsprechenden Note gleichzeitig abgespielt. Die Ausgangspegel der einzelnen Layer werden separat mit unterschiedlichen Übertragungsfunktionen durch den MIDI-Controller gesteuert.

Die folgende Abbildung demonstriert das Prinzip:



Auf diese Weise lassen sich je nach Bedarf sowohl lineare als auch exponentielle und logarithmische Crossfades zwischen mehreren Velocity-Layern durch MIDI-CC Input in Echtzeit umsetzen. Da mehrere Samples gleichzeitig abgespielt werden müssen, ist diese Technik technisch anspruchsvoller. Bei aktuellen Systemen stellen diese Anforderungen allerdings kein großes Problem mehr dar.

Beim Velocity-Crossfading erklingen je nach Controllerwert teilweise mehrere Samples gleichzeitig, was bei der Abbildung von kleinen Ensembles oder Solo-Instrumenten dazu führen kann, dass sich die wahrgenommene Ensemblegröße bei der Überblendung verändert. Dies tritt auf, wenn sich die einzelnen Velocity-Layer in Timbre und Tonhöhe zu sehr unterscheiden. Durch unvermeidliche Phasenunterschiede der Samples ist dieser Effekt jedoch ohne komplexe Berechnungen nur einzudämmen und nicht vollständig zu beseitigen.

### 2.2.8 Looping

Bei Sustain-Patches wird die Länge des klingenden Tons von den MIDI-Daten bestimmt und kann entsprechend beliebig lang ausfallen. Da die aufgenommenen Samples zwangsläufig zeitlich begrenzt sind, muss ein Weg gefunden werden, sie künstlich zu verlängern, falls die Länge der MIDI-Note die Spieldauer des entsprechenden Samples überschreitet.

Dies wird erreicht, indem der quasistationäre Teil des Samples als Schleife immer wieder abgespielt wird. Um hörbare Knackser zu vermeiden, müssen Beginn und Ende fließend überblendet werden, ohne dass Klangfarbenunterschiede im Übergang hörbar werden.

Diese Technik weist einige Herausforderungen auf, damit ein möglichst authentisches Ergebnis erzielt werden kann. Zunächst muss der Loop lang genug sein, dass er innerhalb eines gehaltenen Tons nicht zu häufig durchlaufen wird. Da ein Sample von akustischen Instrumenten in der Regel von Menschen eingespielt wird, und zahlreiche vor allem physikalische Faktoren eine Rolle bei der Klangerzeugung spielen, ist kein gespielter Ton vollkommen statisch und unverändert. Kleine Tonhöhenschwankungen und minimale Veränderungen in der Klangfarbe oder der Dynamik treten sowohl unabsichtlich, als auch gezielt als Teil des musikalischen Ausdrucks auf. In einem zu kurzen Loop ist die Wiederholung dieser Klangmuster deutlich wahrnehmbar und hinterlässt einen künstlichen Eindruck.

Zusätzlich dauert es bei einigen Instrumenten nicht unwesentlich lange, bis der Klang vollständig aufgebaut ist und ein gleichmäßiges Frequenzspektrum erreicht wird. Um einen „sauberen“, möglichst unauffälligen Loop zu erreichen, kann dieser Teil nicht in die Schleife einbezogen werden. Ähnlich verhält es sich mit Tönen, denen nach und nach Vibrato hinzugefügt wird, die sich also im Tonverlauf deutlich verändern. Hier lässt sich nur ein Teil des Samples als Loop einrichten, in der das Vibrato in Intensität und Geschwindigkeit über einen längeren Zeitraum gleichmäßig ist.

Bei der Überblendung ist es zusätzlich wichtig, dass die Tonhöhe an Loopbeginn und Ende identisch und auch das Vibrato in Phase ist, damit es nicht zu Schwebungen oder Phasing kommt. Bei Solo-Instrumenten ist dies insbesondere schwierig, da bei der Überblendung sonst wie beim Velocity Crossfading kurz der Eindruck entstehen kann, dass mehr als nur ein Instrument spielt.

All diese Faktoren bestimmen entsprechend maßgeblich, wie lang ein Sustain-Sample aufgenommen werden muss und wie viel Varianz im Verlauf der Einzeltöne möglich ist.

### 2.2.9 Release Trigger

Wenn die Tonlänge beim Spielen eines Sustain-Patches frei durch die MIDI-Daten bestimmt wird, kann der Ton auch bei jeder beliebigen Position innerhalb des Samples beendet werden. Ein einfaches Abbrechen der Wiedergabe oder graduelles Absenken des Ausgangspegels mithilfe einer Hüllkurve bei einem Note-Off-Befehl erzielt allerdings keinen realistischen Effekt, da der natürliche Abklingvorgang komplexeren Gesetzmäßigkeiten folgt.

„Nach Beendigung der Erregung eines Klanges ist in den Resonanzsystemen des Musikinstrumentes noch Energie gespeichert, die im Ausklingvorgang abgegeben wird. Je weniger ein Resonanzsystem bedämpft ist, desto länger klingt es nach. Meist sind höhere Teiltöne stärker bedämpft, so dass sich beim Ausklingen die Klangfarbe dunkler und weicher färbt.“<sup>14</sup>

Zusätzlich zum natürlichen Ausklingvorgang des Instruments fehlt durch ein bloßes Ausblenden des Samples der Nachhall des Aufnahmeraums, ein Faktor der je nach Länge der Nachhallzeit unterschiedlich stark ins Gewicht fallen kann. Entsprechend kann der Raumeindruck des virtuellen Instruments deutlich an Tiefe und Realismus einbüßen, wenn der natürliche Ausklingvorgang nicht ausreichend nachgebildet wird.

Dies kann durch die sogenannte *Release Trigger Funktion* erreicht werden. Wird ein Note-Off Befehl empfangen, wird eine Aufnahme des Ausklingvorgang des entsprechenden Tons abgespielt. Eine kurze Überblendung verhindert, dass es bei dem Übergang von Sustain- zu Release-Sample zu hörbaren Sprüngen oder Knacksern kommt. Durch diese Überblendung können ähnliche Probleme wie beim Looping auftreten: Das Release-Sample muss dem Sustain-Sample in Klangfarbe, Ausdruck und Intonation ähnlich genug sein, damit ein unauffälliger Übergang in kurzer Zeit möglich ist.

Ein weiteres Problem zeigt sich jedoch in der Natur eines Sustain-Patches wie im vorherigen Abschnitt bereits beschrieben. Ein gehaltener Ton hat naturgemäß einen gewissen

---

<sup>14</sup> Dickreiter 2008, S.61

Einschwingvorgang bis der Ton in voller Lautstärke erklingt und sich die Klangfarbe vollständig entwickelt hat. Ein Release-Sample das im quasistationären Teil des Tons einen glaubwürdigen Übergang und Ausklang bietet, kann als Release-Trigger in der Einschwingphase des Tons plötzlich herausstechen. Daher ist es wichtig, dass das Release-Sample möglichst ausschließlich den Ausklingvorgang enthält, und die Überblendung in den Ansatz des Release-Samples sehr schnell erfolgt. Um Dynamiksprünge zu vermeiden kann der Ausgangspegel je nach Laufzeit des Samples skaliert werden, sodass das Release-Sample im Einschwingvorgang nicht mit voller Lautstärke abgespielt wird.

Grundsätzlich kann das Release-Sample der ursprünglichen Aufnahme des Sustain-Samples entnommen werden, allerdings zeigt sich in der Praxis, dass es kein Problem ist Attack, Sustain und Release unterschiedlicher Samples in der Nachbearbeitung zu kombinieren um ein möglichst sauberes Gesamtsample zusammenzufügen.

### 2.2.10 Round Robin Samples

Bei der Benutzung von *One-Shot-Patches* mit kurzen Artikulationen kann es oft vorkommen, dass schnelle Ton-Repetitionen benötigt werden. Durch Velocity-Switching lassen sich rhythmische Akzente und Betonungen bereits gut umsetzen. Werden aber schnell hintereinander Töne auf der gleichen Tonhöhe mit ähnlicher Velocity angeschlagen, erklingen in kurzer Folge immer die gleichen Samples.

Dies führt zu dem sogenannten „Maschinengewehr-Effekt“, bei dem durch schnelles Wiedergeben eines identischen Samples mehr der Eindruck einer hängenden Schallplatte, oder eben eines Maschinengewehrfeuers entsteht, als der einer musikalischen Performance.

Um diesen Effekt zu verhindern, enthalten aktuelle Samplebibliotheken mehrere Alternationen jedes Samples. Diese sind in aller Regel unterschiedliche Aufnahmen und werden bei Tonrepetitionen abwechselnd wiedergegeben.

Die Reihenfolge in der diese Samples abgespielt werden wird oft nach dem Round Robin Verfahren bestimmt, eine Technik die auch *Cycle Round Robin* genannt wird. Hier wird eine Warteschlange der abzuspielenden Samples eingerichtet, nach der die Samples abgespielt



werden. Wurde ein Sample abgespielt, wird es an das Ende der Warteschlange gereiht, sodass jedes Sample einmal erklingen ist bevor das erste Sample wieder abgespielt wird. Daraus ergibt sich auch eine feste Reihenfolge der Samples, die durchgehend wiederholt wird. Wenn sich die Samples der Warteschlange im Timbre oder sogar der Dynamik leicht unterscheiden, kann es nun bei häufigen Tonwiederholungen auf der gleichen Velocitystufe zu ungewollten Betonungen kommen. Die einzelnen *Round-Robin Samples* einer Note müssen entsprechend klanglich so ähnlich wie möglich sein.

Eine Alternative zu *Cycle Round Robin* ist eine zufällige Reihenfolge der Samples. Dadurch entstehen logischerweise keine wiederkehrenden Muster, allerdings besteht das Risiko, dass in einer Phrase doch einmal das gleiche Sample direkt oder sehr dicht hintereinander abgespielt wird. Damit kann wieder ein unrealistischer Eindruck entstehen, dem die Alternationen entgegenwirken sollten. Auch wenn bei zufälliger Anordnung eigentlich nicht mehr nach dem Round Robin Verfahren gearbeitet wird, werden die einzelnen Alternationsamples im Sprachgebrauch als *Round Robin Samples* bezeichnet.

Bei der Erstellung eines One-Shot-Patches mit Round Robin Samples kann zwischen diesen beiden Methoden abgewogen werden, wobei die gängige Anwendung des Instruments eine wichtige Rolle spielt.

### 2.2.11 Legato Transitions

Wenn eine musikalische Phrase von einem Instrument gespielt wird, spielt eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle im musikalischen Ausdruck. Einige davon, wie die Dynamik wurden hier bereits betrachtet, und auch der Einsatz vom Vibrato ist vor allem bei längeren Tönen ein wichtiges Gestaltungsmittel. Doch ein anderes Feld, das besondere technische Herausforderungen mit sich bringt, sind die Tonübergänge zwischen einzelnen Noten. Die meisten Instrumente können Töne nicht nur abgesetzt, sondern auch legato, also gebunden, spielen.

In einer Studie zu Tonübergängen bei orchestralen Instrumenten stellte John Strawn 1986 Folgendes fest:

„Notes in musical performance are in fact connected; they do not occur in isolation. The Helmholtzian model [...] must be modified to include the transitional material.”<sup>15</sup>

Aufeinanderfolgende Töne, die gebunden gespielt werden, können also nicht nur als separate Klänge betrachtet werden, deren Ein- und Ausschwingvorgang überlappen. Die Töne sind unmittelbar verbunden und der Übergang zwischen den Tönen ist als gesondertes Ereignis zu betrachten.

Strawn beschreibt darüber hinaus, wie unterschiedlich Klang, Länge und Charakter der Tonübergänge bei verschiedenen Instrumentengruppen ist.<sup>16</sup> In Anbetracht der deutlich unterschiedlichen Klangerzeugung der Instrumente und den unterschiedlichen Methoden, mit denen Tonhöhenveränderungen daran hervorgerufen werden, ist dies nicht weiter verwunderlich.

Für die Simulation einer gebundenen Spielweise bedeutet dies allerdings, dass ein Weg gefunden werden muss, um diese Übergänge nachzubilden. Dies wird mit den sogenannten *Transition-Samples*, manchmal auch *True-Legato-Transitions* genannt, erreicht.

Das Grundprinzip ist in der Theorie so einfach, wie es in der Umsetzung aufwändig ist: Für jedes mögliche Intervall aufwärts und abwärts wird ein Tonübergang des jeweiligen Instruments aufgenommen. In aller Regel ist das größte aufgenommene Intervall die Oktave, da noch größere Intervalle in melodischen Phrasen seltener Verwendung finden als die kleineren. Es müssen hierfür also (abgesehen für Tonhöhen am Rand des Tonumfangs des Instruments) für jedes Sustain-Sample 24 Transition-Samples aufgenommen werden. Diese Tonübergänge werden dann isoliert editiert und als Transition-Samples im Sampler in ein *True-Legato-Skript* eingebunden. Überlappen sich zwei MIDI-Noten wird ein Transition-Sample abgespielt, das den Tonübergang zwischen Start- und Zielnote enthält. Eine sehr kurze Überblendung erfolgt zwischen dem Start-Sustain-Sample und der Transition, die nach nur einem Sekundenbruchteil in das Sustain-Sample der Zielnote überblendet wird.

Dieses Verfahren führt zu einer wahrnehmbaren Latenz zwischen dem Empfangen des Note-On Befehls und dem tatsächlichen Erklingen der Zielnote, die der Länge des Transitionsamples

---

<sup>15</sup> Strawn 1985, S. 878

<sup>16</sup> Strawn 1985, S. 870

entspricht. Die Spielbarkeit des virtuellen Instruments wird also zugunsten des Realismus' geschmälert. Um diesen Effekt so gering wie möglich zu halten, ist es wichtig, dass die Transitionsamples und die Überblendungen so kurz wie möglich sind, damit das Instrument trotzdem so flexibel wie möglich spielbar ist.

Damit es bei den Überblendungen nicht zu auffälligen Sprüngen kommt, müssen auch bei Legato-Transitions entweder mehrere Dynamikstufen aufgenommen werden oder durch geschickte Anwendung von Filtern die Klangfarbe dynamisch angepasst werden.

### 2.2.12 Zusammenfassung

Eine detaillierte Abbildung von akustischen Instrumenten bedarf einer Reihe von Methoden und Techniken, die über das einfache Aneinanderreihen von Einzeltönen hinausgeht und für verschiedene Anwendungen besondere Herausforderungen stellt.

Der Großteil der vorangehend beschriebenen Techniken finden in aktuellen kommerziellen Samplebibliotheken durchgehend Anwendung, wenn auch teilweise nur in einer der beiden Patch-Formen. Die folgende Tabelle soll einen kurzen Überblick darüber schaffen, welche Techniken bei One-Shot- und welche bei Sustain-Patches Anwendung finden. Obwohl in einigen Librarys auch für Sustain-Artikulationen Round-Robin Samples angeboten werden, hat sich diese Arbeitsweise in der Mehrzahl der Produkte nicht durchgesetzt.

Technik	One-Shot-Patch	Sustain-Patch
Sample Pitching	X	X
Velocity Switching	X	
Velocity Crossfading	X	X
Looping		X
Release Trigger		X
Round Robin Samples	X	(X)
Legato Transitions		X

Tabelle 1: Anwendung von Sample-Techniken

## 3. Marktbetrachtung

### 3.1 Geschichte

Die Anfänge des orchestralen Samplings gehen zurück bis zu den ersten kommerziell vermarkteten Samplern. Schon auf dem Mellotron wurden Flöten, Chöre und Streicher auf Tastendruck von Magnetbändern abgespielt. Erste digitale Sampler Anfang der 1970er konzentrierten sich noch sehr auf die Nachbildung von Orgelsounds und waren extrem teuer und aufwändig in der Verwendung. Die Wellenformen der Samples wurden von Lochkarten eingelesen, was neben dem hohen Preis der Instrumente das Erstellen von neuen Samples schwierig gestaltete. Das Aufkommen der ersten Versionen des *Fairlight CMI*, des *Synclaviers* und dem *E-mu Emulator* erleichterte dies deutlich.<sup>17</sup>

Diese ersten digitalen Sampler waren sogenannte *ROMpler*, also Sampler die ihre Samples von Read-Only-Memory (ROM) lesen. Die Entwicklung von ersten kommerziell erhältlichen Orchesterlibrarys für diese folgte von den Herstellern und Drittanbietern kurze Zeit nachdem die ersten Modelle Popularität erlangten. Ein Kernproblem der ROMpler war der Speicherplatz. Da nur wenig Speicherplatz zur Verfügung stand, mussten alle Samples sehr kurz sein, was dazu führte, dass eine sehr kurze Sektion des Samples geloopt werden musste um längere Töne zu spielen. Dies hatte zur Folge, dass auch bei hochwertigen Samples nach nur wenigen Sekunden ein synthetischer Eindruck entstand.<sup>18</sup> An Repetitionen, Velocity-Layer und Legato-Transitions war wegen der technischen Einschränkungen gar nicht zu denken.

Die Entwicklung der Hardware-Sampler wurde im Laufe der 80er Jahre fortgeführt und besonders bei Medienkomponisten entstand zunehmend Nachfrage nach möglichst hochwertigen Orchesterlibrarys, zu diesem Zeitpunkt noch auf Festplatten oder Disketten. 1989 veröffentlichte BigFishAudio die *Prosonus Orchestral* Kollektion, eine der ersten vollständigen Orchesterlibrarys.

In den 1990er Jahren, nachdem sich die Compact-Disc als Speichermedium durchgesetzt hatte, begann sich zunehmend ein signifikanter Markt für Samplelibrarys von Drittanbietern zu

---

<sup>17</sup> Davies, H. 1996, S. 8

<sup>18</sup> Vgl. Russ 2015

entwickeln und renommierte Komponisten und Musiker beschäftigten sich intensiv mit der Entwicklung möglichst realistischer Kompositionswerkzeuge.<sup>19</sup>

Generell ist in der Geschichte des Samplings oft zu beobachten, dass Innovation stark von Komponisten und Musikschaaffenden selbst vorangetrieben wurde, da sie sich von den vorhandenen Produkten in ihrer Arbeit eingeschränkt sahen.

So beschloss Komponist und Bassist Miroslav Vituos 1993, im Angesicht der Tatsache, dass es zu diesem Zeitpunkt keine konsistente vollständige Orchesterlibrary gab, selbst eine solche Library zu produzieren. In der Prager Dvorák Symphony Hall wurden mit aktueller 20-bit Technologie alle Instrumentengruppen der Tschechischen Philharmonie mit verschiedenen Spielweisen in ihrer üblichen Sitzposition aufgenommen. Auf diese Weise fügten sich die einzelnen Samples ohne größeren Mixing-Aufwand zu einem räumlich kohärenten Gesamtbild zusammen.

Die Samplebibliothek wurde kommerziell vermarktet, zunächst für die weit verbreiteten Sampler der Firma AKAI, später auch in den aktuelleren Formaten der Firmen E-MU und Roland und fand trotz enormer Datenmengen und sehr hohen Preisen großen Anklang.<sup>20</sup>

Kurz darauf im Jahr 1994 verfolgte Filmmusikkomponist und Musikproduzent Hans Zimmer das Ziel, eine eigene private Samplebibliothek zu produzieren und sie auf seine persönlichen Bedürfnisse anzupassen. Zimmer scheute keine Kosten und Mühen, nahm die Samples in der AIR Lyndhurst Hall mit dem London Symphonic Orchestra auf, und integrierte die umfangreiche Library in sein Studio. Über die Jahre wurde sie stetig erneuert, verbessert und auf aktuellere Sampler portiert.<sup>21</sup> Bis zum heutigen Tag ist diese private Library nicht öffentlich verfügbar. Branchenkenner vermuten, dass Hans Zimmer über viele Jahre im Besitz der bestklingendsten Library seiner Zeit war.

1995 veröffentlichte Doug Rogers mit seiner Firma *East West* die erste Klavierkollektion mit mehreren Dynamikstufen, was durch weitere technische Entwicklungen möglich gemacht wurde. Zu diesem Zeitpunkt und auch später stellte *East West* eine der größten Sample-Content

---

<sup>19</sup> Vgl. Davies, H. 1996, S. 9

<sup>20</sup> Vgl. Johnson 2006

<sup>21</sup> Vgl. Wherry 2007

Hersteller dar.

Wenige Jahre später setzte der Entwickler Peter Siedlaczek mit der deutschen Firma *Best Service* einen neuen Meilenstein im orchestralen Multisampling. Die Library *Peter Siedlaczek Advanced Orchestra*, die 1997 erschien, enthielt bisher beispiellos detailliert gesampelte Instrumente auf 5 CD-ROMs. Nicht nur hatten die meisten One-Shot-Artikulationen zwei Alternationen pro Ton, auch waren alle Sustain-Artikulationen in zwei Dynamikstufen aufgenommen und zahlreiche Sonderartikulationen, wie Arpeggios, Läufe und mit Dämpfer gespielte Töne waren enthalten.

1998 erregte *NemeSys* Aufsehen in der Musikwelt mit der Veröffentlichung des *GigaSamplers* auf der NAMM Show in Anaheim, Kalifornien. Der *GigaSampler* war ein Software-Sampler für Windows PCs, der die größten Einschränkungen aller Hardware-Sampler überwand, und dabei nur einen Bruchteil des Preises kostete. Die bahnbrechende Innovation des *GigaSamplers* war die Möglichkeit, Samples in Echtzeit von der Festplatte abzuspielen, anstatt sie vollständig in den Arbeitsspeicher laden zu müssen. *Direct-From-Disc-Streaming* markierte damit den Durchbruch der Software-Sampler. Erstmals war der Länge der Samples nicht mehr die engen Grenzen des Arbeitsspeichers gesetzt – das Problem des synthetischen Klangs bei länger gehaltenen Noten wurde behoben und künstliche Verlängerung von Tönen war nicht mehr zwangsläufig nötig. Eine Reihe von anderen Innovationen die der *GigaSampler* mit sich brachte, war ein Kopierschutz und komplexere Interfacefunktionen.<sup>22</sup>

Der Sample-Markt reagierte schnell, sowohl Siedlaczek als auch Vituos veröffentlichten ihre orchestralen Libraries für den *GigaSampler* und machten von den erweiterten Möglichkeiten der Software Gebrauch. So enthielt die Giga-Version des *Advanced Orchestra* bereits erste von MIDI-CC gesteuerte Velocity-Crossfade-Patches und sogar erste Keyswitch-Patches, bei denen durch das Drücken ansonsten unbenutzter Tasten schnell und intuitiv die Artikulation des Instruments geändert werden konnte.

Der *Gigasampler* ermöglichte außerdem Round Robin Wiedergabe von Sample-Alternationen und löste damit ein weiteres bekanntes Problem der Hardware-Sampler. Da *NemeSys* jedoch keine Mac-Version des *GigaSamplers* entwickelte, blieb Apple-Usern nichts Anderes übrig als über komplizierte Master-Slave Setups einen Mac und einen PC zusammenzuschließen um die

---

<sup>22</sup> vgl. Van Bushkirk 1998

neue Technologie zu nutzen. Dies resultierte in einer Marktlücke, die *Emagic* im Jahr 2000 mit der Veröffentlichung ihres *EXS24* Software Samplers für sich beanspruchte. Zwar unterstützte die erste Version des *EXS24* noch kein Festplatten-Streaming wie der *GigaSampler*, bot allerdings genügend andere Funktionen um den gängigen Hardware-Samplern trotzdem überlegen zu sein. Zusätzlich war es *EXS24* möglich, als Plugin direkt in den Software-Sequencer *Logic* eingebunden zu werden. Später wurde das Festplatten-Streaming hinzugefügt, was die Position des *EXS24* als Konkurrenzprodukt zum *Gigasampler* stärkte.<sup>23</sup>

Im gleichen Jahr begann ein weiterer Komponist und Musiker, unzufrieden mit den bisherigen Produkten, ein eigenes Konzept für eine Orchesterlibrary zu entwerfen. Im Herbst 2000 gründete der österreichische Cellist Herb Tucmandl die Vienna Symphonic Library GmbH (*VSL*). Mit einem neuartigen Konzept und enormen finanziellen Investitionen produzierte *VSL* die *First Edition*, eine vollständige Orchesterlibrary, die in der eigens dafür erbauten *Silent Stage* mit extrem wenig Raumanteil aufgenommen wurde. Die Instrumente wurden nicht nur in einer bisher nie dagewesenen Genauigkeit und Artikulationsvielfalt aufgenommen, sondern es wurden auch erstmals *Legato-Transitions* angeboten. Mit dem *Performance Tool* für *GigaSampler* bot die *Vienna First Edition* und alle darauffolgenden Produkte von *VSL* in Echtzeit spielbare True-Legato-Patches. Diese Technik stellte viele Jahre ein Alleinstellungsmerkmal von *VSL* dar. Durch den sehr hohen Preis der Produkte war die *Vienna Symphonic Library* ganz klar auf Berufsmusiker ausgerichtet.

Eine Reihe von preiswerteren Produkten, wie das *Garritan Personal Orchestra (GPO)* oder das *Roland Edirol HQ* lagen in einer wesentlich niedrigeren Preisklasse. Das *GPO* war zum Release im November 2003 für nur 249 US\$ erhältlich und sprach gezielt Einsteiger, Studenten und Hobbymusiker an, indem es Einsteigerversionen der Sequenzersoftware *Cubasis VST 4* von *Steinberg* und der Notationssoftware *Overture LE* in den Lieferumfang einbezog.

Mit der Veröffentlichung von *Native Instruments' KONTAKT* war der erste Software-Sampler auf dem Markt, der sowohl von Mac als auch von Windows-Systemen unterstützt wurde. Mit *Direct-From-Disc-Streaming*, komplexen Effekten und Funktionen ausgestattet und einer später eingeführten eigenen Skriptsprache setzte sich *KONTAKT* in sehr kurzer Zeit als neuer Standard

---

<sup>23</sup> Vgl. Russ 2015

durch. Unter anderem auch, weil es außerdem in der Lage war die Formate all seiner damaligen Konkurrenzprodukte einzulesen und abzuspielen.

Der Markt verdichtete sich zunehmend auf *KONTAKT* und weitere hochwertige Librarys verschiedener Hersteller erblickten das Licht der Welt. *East West* veröffentlichte 2003 das *East West Quantum Leap Symphonic Orchestra*, eine vollständige Orchesterlibrary, detailliert aufgenommen in der Orchestersitzordnung in einer Konzerthalle, mit großer Artikulationsvielfalt und mehreren Mikrofonpositionen. Mit unterschiedlich umfangreichen Ausführungen ihrer großen Orchesterkollektionen begannen *East West* und *VSL* das mittel- und hochpreisige Segment des Marktes anzuführen.

Im Jahr 2005 trat eine Reihe von neuen Entwicklerfirmen auf den Markt und brachte mit *MOTU Symphonic Instrument*, *Halion Symphonic Orchestra* und der *Sonic Implants Orchestral Collection* neue Alternativen zu den Mid-Level und High-End Produkten von *East West* und *VSL* auf den Markt.

Gleichzeitig machte sich mit der zunehmenden Popularität des Internets bemerkbar, dass der Kopierschutz der *KONTAKT* Software unzureichend war. Raubkopierer verbreiteten zahlreiche Samplelibrarys im Internet und brachten einige Entwickler in finanzielle Schwierigkeiten. *Native Instruments* verlangte zusätzlich hohe Gebühren für die Lizenzierung einer Library für eine kostenlose Player-Version ihres Samplers, was größere Entwickler unter anderem dazu bewegte ihre eigenen Sample-Player zu entwickeln. 2005 stellte *VSL* seinen proprietären *Vienna Instruments* Player vor, zwei Jahre später folgte *East West* mit der eigenen *PLAY Engine*.<sup>24</sup>

Das Internet hatte jedoch nicht nur negative Effekte. In Foren begannen sich bald Communities zu bilden in denen sich Nutzer von Sample Librarys auf der ganzen Welt austauschen konnten. Eine Gruppe von fünf Komponisten beschloss eine eigene private Library zu produzieren, die ihren hohen Ansprüchen genüge und begründeten das *Project Prague*. Unter einem strengen Geheimhaltungsabkommen investierten die Komponisten gemeinsam hohe Summen in eine eigene Library und entwickelten geheimgehaltene Methoden um besonders realistische Ergebnisse zu erzielen. Sample-Mockups von diesen Komponisten erhielten große

---

<sup>24</sup> Vgl. Russ 2015



Aufmerksamkeit in Internet-Communitys und machten deutlich, dass mit der aktuellen Sampling-Technologie viel mehr möglich war, als die kommerziell erhältlichen Libraries anboten.<sup>25</sup>

2006 formten 40 Mitglieder des Internetforums *vi-control.net* eine geheime Gruppe, in der gemeinsam die Anforderungen an eine überlegene Samplelibrary gesammelt wurden. Anschließend zahlte jedes Mitglied 1000 US\$ in eine gemeinsame Kasse ein, wovon innerhalb von 6 Monaten in Kollaboration der Mitglieder eine vollständige private Orchesterlibrary produziert wurde. Das augenzwinkernd benannte *Virtual Instruments Peasant's Revolt Orchestra* wurde in zahlreichen Videospiel-, Film- und Fernsehproduktionen eingesetzt und bis heute nie veröffentlicht.<sup>26</sup> Einige der Mitglieder gingen schließlich Jahre später selbst dazu über, die nächste Generation hochwertiger kommerzieller Orchesterlibrarys mitzuentwickeln.

Die größte technische Einschränkung der Software-Sampler war trotz des Festplatten-Streamings, wie schon zuvor bei den Hardware-Samplern, der Arbeitsspeicherbedarf. Zwar musste nicht mehr das komplette Sample, sondern jeweils nur ein kleiner Pufferanteil in den Arbeitsspeicher geladen werden um die Latenz beim Festplattenzugriff auszugleichen, doch wurden die Samplelibraries durch diese Möglichkeit rasch größer. Wenn gleichzeitig zahlreiche Instrumente, Artikulationen und sogar Mikrofonpositionen geladen werden müssen, steigt der Arbeitsspeicherbedarf extrem an, sodass auch leistungsstarke Systeme an ihre Grenzen kamen. Dies lag vor allem daran, dass 32-Bit Anwendungen nur maximal 4 GB Arbeitsspeicher adressieren können.<sup>27</sup> Um eine größere Zahl von komplexen Instrumenten parallel zu nutzen musste sich ein Komponist also mit einer Master-Slave Konfiguration mehrerer Rechner behelfen, was sowohl finanziell als auch technisch einen beträchtlichen Aufwand darstellt.

Obwohl 64-Bit fähige Betriebssysteme und Prozessoren bereits seit Anfang des neuen Jahrtausends auf dem Markt sind, gab es erst sehr spät stabile Audiotreiber und DAWs die nativ 64-Bit programmiert waren. Da bei der Musikproduktion zahlreiche verschiedene Plugins und Treiber verschiedener Hersteller verwendet werden, dauerte es entsprechend bis alle wichtigen Hersteller den Schritt zu 64 Bit gewagt hatten und die Technologie ohne Einschränkungen

---

<sup>25</sup> Russ 2015

<sup>26</sup> Ebd.

<sup>27</sup> Vgl. Novy 2009, S. 125

genutzt werden konnte.

Mit dem Erscheinen von Cubase 5 und Logic Pro 9 im Jahr 2009 unterstützten die beiden populärsten DAWs für MIDI-Produktion nativ 64-Bit Speicheradressierung. Daraufhin ging ein großer Teil der Anwender dazu über ihre Samplelibraries in einer 64-Bit Umgebung zu verwenden, in der wesentlich mehr Arbeitsspeicher adressiert werden konnte.

Mit dem Übergang zur 64 Bit Architektur wurde es möglich, zahlreiche hochwertige Samplelibraries auf einem einzelnen System zu nutzen. Durch den technischen Fortschritt der 2000er Jahre war nicht mal mehr ein herausragend leistungsfähiger Rechner dazu notwendig.

Dies öffnete den Markt der hochwertigen orchestralen Samplelibraries endgültig für Hobbymusiker, semiprofessionelle Anwender, Technikenthusiasten und Komponisten mit begrenzten finanziellen Mitteln. Zusätzlich wurde es auch für professionelle Komponisten einfacher und sinnvoller, viele verschiedene virtuelle Instrumente für verschiedene Anwendungen zu nutzen.

Dies resultierte in dem vielseitigen Angebot von unterschiedlich spezialisierten orchestralen Sample Libraries, das heute auf dem Markt zu finden ist.

## 3.2 Heute

Aktuell ist der Markt für orchestrale Samplelibraries sehr belebt und mit zahlreichen Produkten unterschiedlicher Preisklassen gefüllt. Unterschieden werden kann hier zwischen drei verschiedenen Arten von Produkten:

### 3.2.1 Modulare Serien

Der Trend zu modularen Serien, der sich bereits Anfang des neuen Jahrtausends abzeichnete, ist in den letzten Jahren noch stärker in den Vordergrund gerückt. In hochwertigen Libraries werden die Instrumentengruppen des Orchesters, Streicher, Holzbläser, Blechbläser und Schlagwerk, einzeln sehr detailliert aufgenommen und nacheinander veröffentlicht. So liegen meistens mehrere Jahre zwischen der Veröffentlichung der ersten und der letzten Kollektion einer Reihe.

Die Genauigkeit und Artikulationsvielfalt mit der die Library aufgenommen wurde, bestimmt in aller Regel den Preis der einzelnen Teile einer modularen Serie. Die Preisspanne für die einzelnen Produkte ist breit und reicht von etwa 200€ bei älteren, mittlerweile reduzierten Produkten, bis über 1000€, was die meisten Produkte für eine volle Orchesterbesetzung im hochpreisigen Bereich des Marktes ansiedelt.

Diese Aufteilung hat im hochpreisigen Segment einige Vorteile für die Hersteller von orchestralen Samplelibrarys. Das Kapital das investiert werden muss, bevor ein erstes Produkt veröffentlicht wird, ist nur ein Bruchteil dessen, was für eine volle orchestrale Library des gleichen Umfangs erforderlich wäre. Der gesamte Produktionszyklus ist bei diesem modularen Ansatz kürzer, und idealerweise kann aus den Erlösen des ersten Produkts bereits das nächste Produkt in Teilen finanziert werden. Damit wird bei dieser Herangehensweise sowohl das wirtschaftliche Risiko gesenkt, als auch eine detaillierte Auseinandersetzung mit einer einzelnen Instrumentengruppe ermöglicht.

Aus diesen Gründen gibt es aktuell auf dem Markt zahlreiche Hersteller die solche modularen Serien veröffentlichen. Darunter sind etablierte Hersteller wie *East West*, *VSL* und *Native Instruments*, jedoch auch zahlreiche „jüngere“ Firmen wie *Orchestral Tools*, *Cinesamples* und *Sonokinetic*.

### 3.2.2 Produkte für Spezialanwendungen

Neben diesen umfangreichen Librarys die das Ziel verfolgen alle Instrumente des Sinfonieorchesters einzeln möglichst realistisch, umfangreich und vielseitig abzubilden, sind auf dem Markt eine große Zahl von kleinen und großen Samplelibrarys erhältlich, die sich mehr auf einzelne Anwendungen konzentrieren. Ein Teil dieser Librarys sind Produkte wie die *Albion*-Reihe von *Spitfire Audio*, *Symphobia* von *Project Sam* oder *Metropolis Ark* von *Orchestral Tools*, die dem Anwender vollständige, gemeinsam aufgenommene Ensembles zur Verfügung stellen. Diese Librarys mit vorgefertigten Instrumentkombinationen verfolgen weniger das Ziel, realistische Orchestrationen umzusetzen, sondern setzen vielmehr auf einen vollen Gesamtklang und die Möglichkeit in kurzer Zeit auch mit geringen Kenntnissen der Orchestrationslehre ein hochwertiges Ergebnis zu erzielen.

Andere Librarys konzentrieren sich nur auf einen kleinen Teil der musikalischen Ausdrucksweise

eines Instruments oder einer Instrumentengruppe. So sind *Hollywoodwinds* von *Cinesamples* oder die *Orchestral String Runs* von *Orchestral Tools* alleinstehende Produkte, die eine realistische Umsetzung von schnellen Holzbläser- und Streicherläufen ermöglichen sollen. Insbesondere für Solo-Instrumente, aber auch für orchestrale Effekte und ähnliche Sonderanwendungen gibt es einen erwähnenswerten Markt für alleinstehende Produkte, die nicht Teil einer vollorchestralen modularen Reihe sind.

### 3.2.3 Instrumentale Komplettpakete

Durch die starke Durchsetzung des modularen Ansatzes aus oben genannten Gründen, gibt es nur eine begrenzte Menge von Produkten, die alle Instrumente des Sinfonieorchesters einzeln für eine allgemeine Anwendung in einem einzigen Paket anbieten.

Ein großer Teil der Produkte dieser Art sind entweder schon sehr alt oder stellen eine Zusammenfassung und gegebenenfalls eine Reduktion einer größeren modularen Serie dar. So ist beispielsweise die *VSL Special Edition* eine reduzierte Version des umfangreichen *Symphonic Cube*, und die *CineSymphony LITE* von *Cinesamples* eine Zusammenstellung von Samples aus der modularen Serie des gleichen Herstellers. Eigenständige Librarys mit der Zielsetzung, alle wichtigsten Instrumente und Artikulationen des Orchesters zusammenzufassen, sind rar gesät und konkurrieren in der mittleren und unteren Preisklasse mit Neuauflagen älterer Produkte wie dem *East West QL Symphonic Orchestra*, *Garritan Personal Orchestra* oder *Miroslav Philharmonik 2*.

## 4. Konzeption und Aufnahme einer orchestralen Samplelibrary

### 4.1 Grundidee

In den folgenden Kapiteln wird die Konzeption und Produktion einer eigenständigen orchestralen Samplelibrary behandelt, die alle gängigen Samplingtechniken und Skriptfunktionen anwendet. Im September 2015 wurde von dem deutschen Sample-Label *Sonuscore* ein Pitch-Dokument zu dem Produkt *No-Nonsense Orchestra (Arbeitstitel)* in Auftrag gegeben. Der Wortlaut der Logline lautete:

„With the No-Nonsense Orchestra, Sonuscore/Dynamedion provides a compact multisampled orchestral library for both quick sketching and full orchestration. Without heavy loading times and mixing efforts the user has a full orchestra at his fingertips. Both pre-orchestrated ensembles and single instruments are available with a low memory footprint and high playability.“<sup>28</sup>

Das Ziel war, eine orchestrale Library zu konzipieren, die mit einem möglichst einfachen und übersichtlichen Bedienkonzept möglichst hochwertige Ergebnisse erzielen kann. Anstatt unzählige Sonderartikulationen aufzunehmen sollten nur die grundlegendsten Artikulationen aufgenommen werden und dafür konsistent für jedes Instrument verfügbar sein. Dem Anwender soll im kreativen Prozess möglichst viel Arbeit abgenommen werden, wofür Einbußen in der Flexibilität in Kauf genommen werden. Ein möglichst geringer Speicherbedarf soll die Anwendung auf mobilen Systemen und für Einsteiger oder Hobbymusiker ermöglichen.

Kurz und gut: Die Library sollte nur das Allernötigste enthalten – aber das möglichst vollständig, hochwertig und benutzerfreundlich.

Teil des Konzepts waren mehrere innovative Skript- und Anwendungsfunktionen in denen mehrere Instrumente und Artikulationen unmittelbar in einer Sampler-Instanz zur Verfügung stehen und in Echtzeit miteinander kombiniert werden können. Ein Arpeggiator-Konzept das aus statischem MIDI-Input bewegte Orchestrationen in Echtzeit erstellt ist ebenfalls Teil des Produktkonzepts. Um den Umfang dieser Arbeit nicht zu sprengen soll auf Postproduktion und Funktionen im Skripting des Produkts nicht weiter eingegangen werden.

---

<sup>28</sup> Unveröffentlichtes firmeninternes Dokument

## 4.2 Content-Anforderungen

Schon im Pitch-Paper wurde ein Modellplan integriert, in der die vollständige benötigte Studiozeit einzelner Sektionen und Artikulationen aufgeführt wurde. Aufgenommen werden sollten folgende Instrumente bzw. Instrumentengruppen:

Streicher	Holzbläser	Blechbläser	Schlagwerk etc.	
1. Violinen (12)	Flöte (Solo)	Trompeten (3)	Pauke	<u>Tabelle 2:</u> <u>Auswahl der</u> <u>Instrumente</u>
2. Violinen (10)	Oboe (Solo)	Hörner (4)	Hängebecken	
Violas (8)	B-Klarinette (Solo)	Tenorposaunen (3)	Röhrenglocken	
Celli (6)	Fagott (Solo)	Tuba & Bassposaune (2)	Konzertharfe	
Kontrabässe (5)	Kontrafagott (Solo)			

Die Entscheidung, Solo-Holzbläser aufzunehmen ging aus der Annahme hervor, dass Holzbläser in modernen Kompositionen mehr solistisch oder in Akkorden eingesetzt werden, als unisono zu spielen. Umgekehrt ist es bei Blechbläsern zwar durchaus üblich solistische Passagen zu schreiben, allerdings könnten Samples von Solo-Instrumenten nicht den häufig gewünschten kraftvollen Klang eines Blechbläserensembles erzeugen. Tuba und Bassposaune sollten gemeinsam aufgenommen werden, um den fülligen, warmen Klang der Tuba und die scharfe Durchsetzungskraft der Bassposaune in einem Patch zu kombinieren.

Die Artikulationauswahl sollte durch alle Instrumente hindurch möglichst konsistent sein und sich nur auf die nötigsten Spielweisen beschränken:

Instrument	Sustain	True Legato	Staccato	Marcato	Pizzicato	Tremolo	
1. Violinen	X	X	X	X	X	X	<u>Tabelle 3: Artikulations-</u> <u>Auswahl für einzelne</u> <u>Instrumente</u>
2. Violinen	X	X	X	X	X	X	
Violas	X	X	X	X	X	X	
Celli	X	X	X	X	X	X	
Kontrabässe	X	X	X	X	X	X	
Flöte	X	X	X	X			
Oboe	X	X	X	X			
B-Klarinette	X	X	X	X			
Fagott	X	X	X	X			
Kontrafagott	X	-	X	X			
Trompeten	X	X	X	X			
Hörner	X	X	X	X			
Posaunen	X	X	X	X			
Tuba & Bassposaune	X	-	X	X			

Nur für Kontrafagott sowie Tuba und Bassposaune sollten keine Legato-Transitions aufgenommen werden, da diese Instrumente selten allein bei Legato-Linien im Vordergrund stehen und die Artikulation daher als verzichtbar eingestuft wurde.

Für Pauke und zwei verschieden große Hängebecken sollten sowohl einzelne Schläge als auch statische und dynamische Wirbel aufgenommen werden. Für Harfe und Röhrenglocken wurden nur einzeln angeschlagene bzw. gezupfte Töne benötigt.

Auch die Zahl der Velocity-Layer und Round-Robin Samples für jede Artikulation musste festgelegt werden. Hierfür wurde ein Mittelwert eingeschätzt, indem direkte Konkurrenzprodukte auf dem Markt verglichen wurden und die Mindestanforderungen an eine konkurrenzfähige Library gegen die Ressourcenlast abgewogen wurden. Die Ergebnisse dieser Einschätzung ergab folgende Verteilung für Bläser und Streicher:

Artikulation	Velocity-Layer	Round Robin Samples
Sustain	3	-
Legato-Transitions	2	-
Staccato	3	5
Marcato	3	-
Pizzicato	2	2
Tremolo	2	-

Tabelle 4: Patch-Spezifikationen für Bläser und Streicher

Für die übrigen Instrumente wurden folgende Werte gewählt:

Instrument	Single Hit RR	Velocity-Layer	Crescendo Roll Versionen
Pauke	5	5	4
Cymbals	5	3	4
Harfe	2	3	-
Röhrenglocken	2	3	-

Tabelle 5: Patch-Spezifikationen für Schlagwerk und Harfe

Mit Ausnahme der Pauke sollten alle Instrumente diatonisch in ihrem vollen gebräuchlichen Tonumfang aufgenommen werden.

### 4.3 Einschätzung der Aufnahmezeit

Für das Pitch Paper wurde auf Grundlage dieser Rahmendaten eine Modellkalkulation zur insgesamt benötigten Aufnahmezeit und ein vorläufiger Aufnahmeplan erstellt. Die Berechnung der Aufnahmezeit einer Artikulation erfolgte aufgrund von mehreren Faktoren:

- $n$ , Die Gesamtanzahl der aufzunehmenden Tonhöhen der Artikulation
- $L$ , Die Zahl der benötigten Velocity-Layer
- $m$ , Die Menge der Takte (4/4) in denen das nötige Samplematerial für einen Ton und einen Layer notiert werden kann
- $T$ , Das Tempo in Schlägen (1/4) pro Minute, mit dem das Notenmaterial gespielt werden sollte, damit sich der Ausklang des vorangehenden Samples nicht mit dem Einschwingvorgang des kommenden Samples überschneidet
- $k$ , Ein Faktor, der nötige Korrekturen durch Intonations- und Timingfehler in die Berechnung einbezieht

Die benötigte Aufnahmezeit in Minuten berechnet sich aus der folgenden Formel:

$$t = n * 4m/T * L * k$$

Im Kern wird also die ermittelte Spieldauer des Notenmaterials mit einem Korrekturfaktor multipliziert.

Der Korrekturfaktor muss aufgrund der Schwierigkeit des Materials und Erfahrungswerten geschätzt werden, ist also eine mögliche Fehlerquelle die zu Fehleinschätzungen führen kann. In die Zeitplanung der Aufnahmen mit einzubeziehen war außerdem die Vorgabe, dass in einer gebuchten Stunde Aufnahmezeit den Musikern und Tontechnikern zehn Minuten Pause zu gewähren sind.

Nach diesem Verfahren wurde zunächst nur grob die vorläufige Aufnahmezeit für die einzelnen Instrumente berechnet und ein vollständiger Zeitplan einer fünfeinhalbtägigen Session erstellt. Aufgrund dieser Zeitkalkulation der Aufnahmeanforderungen wurde ein Angebot bei dem italienischem Produktionsdienstleister *Soundiva SRL* eingeholt, mit welchen Kosten bei den



Sampleaufnahmen mit dem Budapest Art Orchestra im Studio 22 des Ungarischen Staatsradio zu rechnen wäre.

Mit dem durch die Modellrechnung und den Finanzrahmen ergänzten Pitch-Dokument wurden nun zwei etablierte Branchengrößen, *Native Instruments* und *Best Service*, angefragt um mit einer Partnerschaft die Marktreichweite des Produkts zu erhöhen. *Native Instruments* lehnte das Angebot aufgrund der konkurrierenden eigenen Produktreihe ab, doch *Best Service* zeigte sich interessiert und konnte nach Verhandlungen schließlich als Partner für die Produktion gewonnen werden.

Im Januar 2016 wurde der offizielle Startschuss für die Produktion gegeben.

#### 4.4 Sessionstruktur

Da es zu diesem Thema weder Literatur gibt, noch zu einem Projekt dieses Umfangs konkrete Erfahrungswerte vorhanden waren, war es schwierig im Voraus verlässliche Einschätzungen zum genauen Ablauf der Aufnahmen zu machen.

Daher sollten die Aufnahmen der Samples in zwei gleich große Teile aufgeteilt und mit einem Abstand von mindestens einem Monat durchgeführt werden. Auf diese Weise konnten die Aufnahmen des ersten Blocks bereits ausgewertet, gemischt und in Teilen editiert werden, bevor Musiker und Studiozeit für den zweiten Block gebucht werden mussten. Eventuelle Fehlkalkulationen konnten damit im zweiten Block korrigiert, und wegen Fehleinschätzungen missglückte Aufnahmen des ersten Blocks im zweiten Block wiederholt werden.

Damit dieser Grundgedanke so gut wie möglich angewendet werden konnte, musste die erste Session eine möglichst bunte Mischung aus Instrumentengruppen beinhalten. Bei der Aufnahme können mit Streichern ganz andere Probleme auftauchen, als bei Blech- oder Holzbläsern, daher ließen sich aus Streicheraufnahmen kaum verlässliche Rückschlüsse auf Bläseraufnahmen schließen und umgekehrt.

Sessionblock A 03/2016	Sessionblock B 06/2016	Sessionblock C 08/2016
Violas, Celli, Kontrabässe	1. Violinen, 2. Violinen	Violas & Celli Korrekturen
Flöte, B-Klarinette, Fagott,	Oboe	
Kontrafagott	Trompeten, Tuba & Bassposaune	
Hörner, Posaunen	Pauke, Röhrenglocken, Hängebecken, Harfe Holz- und Blechbläser Korrekturen	

Tabelle 6: Aufteilung der Instrumente auf die Sessionblöcke

Sessionblock A fand vom 21. bis 23. März, Sessionblock B vom 1. bis 3. Juni in Budapest statt. Im zweiten Sessionblock mussten einige Artikulationen der Holz- und Blechbläser aus Sessionblock A korrigiert und erneut aufgenommen werden.

Am 5. August wurden zusätzlich in einer Remote-Session weitere Korrekturaufnahmen mit Violas und Celli gemacht.

## 4.5 Notensatz

Das Notenmaterial legt die Grundlage für den Verlauf der Aufnahmesession und die Zeitplanung. Entscheidend für den Notensatz waren die genauen Daten, welcher Samplecontent benötigt wird, und welche Artikulationen aufgenommen werden sollen. Für unterschiedliche Instrumente und Artikulationen stellen sich unterschiedliche Aufnahmemethoden und -voraussetzungen heraus, die in der Notation beachtet werden müssen. Abgesehen von der Pauke sollten alle Instrumente diatonisch aufgenommen werden. Die Aufnahmen würden im Studio 22 des Magyar Radio in Budapest stattfinden, das eine Nachhallzeit von etwa 1,2 Sekunden hat. Diese Nachhallzeit musste neben dem natürlichen Ausschwingverhalten der einzelnen Instrumente berücksichtigt werden, wenn der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Samples im Notenmaterial festgelegt wird. Die Musiker hören bei der Aufnahme auf Kopfhörern einen Metronom-Klick dem sie anstelle eines Dirigenten bei der Interpretation der Noten folgen.

Zur Erstellung des Notenmaterials für die Sampleaufnahmen wurde das Notensatzprogramm Sibelius 7.5 genutzt.

#### 4.5.1 One-Shot-Artikulationen

Für alle Staccato-Patches wurden fünf *Round-Robin-Samples* und drei *Velocity-Layer* benötigt. Bei einem Instrument mit einem Tonumfang von beispielsweise 3 Oktaven führt dies bei diatonischem Sampling zu 330 einzelnen Samples die eingespielt werden müssen. Wichtig bei einer Aufnahme solcher Samples ist es daher, einen flüssigen Arbeitsprozess zu etablieren, in dem die Musiker möglichst wenig unterbrochen werden müssen und idealerweise ohne große Korrekturen alle Samples an einem Stück einspielen können. Kommunikation mit den Musikern und Taktansagen aus der Aufnahmeregie um einzelne Samples zu wiederholen kosten bei dieser Menge von Content deutlich mehr Zeit, als direkt mit Redundanz aufzunehmen. So verlängert das Hinzufügen eines zusätzlichen Alternation-Samples in den Noten die Aufnahmezeit bei dem obigen Beispiel um nur 132 Sekunden, während eine einzelne Sample-Korrektur bei der Aufnahme bis zu einer Minute in Anspruch nehmen kann. Da bei einer Aufnahme mit weit mehr als einer Korrektur pro Artikulation zu rechnen ist, spart die Notation mit Redundanz damit deutlich Studiozeit ein.

In einer Testaufnahme im August 2015 mit den 1. Violinen des Budapest Art Orchestra hatte sich herausgestellt, dass aus acht in Folge notierten Staccato Noten auf der gleichen Tonhöhe im Durchschnitt fünf fehlerfrei gespielte Samples in einem Durchlauf hervorgehen. Korrekturen waren nur sehr begrenzt notwendig. Aufgrund dieser Beobachtung wurden bei allen One-Shot Artikulationen im Notensatz mit Redundanz in den Alternationen gearbeitet.

Damit nicht bei jeder Velocity die Intonation neu gefunden werden muss, wurden für jeden Ton die Velocity-Layer direkt hintereinander aufgenommen. Das Notenbild eine Staccatoaufnahme sah wie folgt aus:

♩ = 120

14 *ff* *mf*

28 *p*

Abb. 2 – Notenbild für Cello-Staccato

Ein wichtiges Element in diesem Notensatz ist die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit, damit sich die Musiker bei sich stetig wiederholendem Material nicht verzählen, und in der Zeile oder im Takt verrutschen. Die Systemumbrüche waren ein wichtiges Mittel um eine Übersichtlichkeit und Konsistenz innerhalb der Noten zu erreichen. Jede Tonhöhe nimmt immer die gleiche Anzahl von Systemen ein, im obigen Beispiel zwei Systeme. Der Systemumbruch ist immer an der gleichen Stelle, im obigen Fall nach der ersten Hälfte des zweiten Velocity-Layers, und um die Dynamikstufen klar abzugrenzen

Da Staccato-Noten sehr kurz gespielt sind und per Definition nur einen sehr kurzen natürlichen Ausschwingvorgang bei allen Instrumenten haben, ist eine Dauer von einem Takt bei 120 Schlägen pro Minute, was zwei Sekunden entspricht, ausreichend. Auch die Nachhallzeit von 1,5 Sekunden des Aufnahmestudios ist dabei ausreichend berücksichtigt.

Für Töne die länger ausklingen, wie beispielsweise Pizzicato-Samples bei Streichern oder Marcato-Samples, bei denen die Töne generell über einen vollen Takt gespielt werden sollen, ist entsprechend eine längere Pause zwischen den Samples erforderlich. Bei Pizzicato-Samples wurde das je nach Instrument mit langsameren Tempoangaben gelöst, bei Marcato-Samples wurde nach jedem Sample ein zusätzlicher Leertakt eingeschoben.

Eine besondere Problematik stellte die Aufnahme der Schlaginstrumente und der Harfe dar. Pauke, Hängebecken, Röhrenglocken und auch die tiefen Register der Harfe klingen bis zu 25 Sekunden lang hörbar nach. Dabei ist die Länge des Ausklangs jedoch unmittelbar von der Tonhöhe und Anschlagstärke des Einzeltons abhängig. Mit steigender Tonhöhe wird der Ausschwingvorgang deutlich kürzer. Um die Aufnahmen möglichst zeiteffizient zu gestalten, reicht es also nicht aus, feststehende Zeiten für den Ausklang zu definieren.

Da aber bei diesen Instrumenten für die Aufnahme immer nur ein einzelner Musiker benötigt wird, müssen - anders als bei Ensembleaufnahmen - die einzelnen Töne nicht explizit eingezählt werden. Ein Metronom wurde also nicht benötigt und der Musiker konnte in der Session angewiesen werden, den nächsten notierten Ton erst anzuschlagen, wenn der vorherige Ton vollständig ausgeklungen ist.

Eine weitere Besonderheit dieser Instrumente ist, dass es trotz des langen Ausschwingvorgangs in der Anwendung der Samples besonders üblich ist, mehrere Samples in kurzer Zeit

wiedergeben, wie z.B. bei Arpeggios in der Harfe oder rhythmischen Pattern auf der Pauke. Dies führt zu einem besonders auffälligen sogenannten *Noise-Buildup*. Während nach einer Musikaufnahme für gewöhnlich nur eine einzige Aufnahme der Signalkette im Studio gleichzeitig wiedergegeben wird, werden bei der Anwendung von Samplelibraries zahlreiche Aufnahmen gleichzeitig wiedergegeben. Quantisierungsrauschen, thermisches Rauschen und konstante Nebengeräusche im Studio wie z.B. eine Klimaanlage, können sich dabei aufaddieren und sehr negativ auffallen. Ein möglichst hoher Rauschabstand für alle Dynamikstufen ist daher besonders wünschenswert bei Instrumenten wie Pauke oder Harfe, bei denen sich schon bei einem einzelnen Instrument mehrere Samples überlagern können. Anders als bei den Streichern und Bläsern sollten deshalb die Dynamikstufen für diese Instrumente getrennt voneinander aufgenommen werden, damit zwischen den Aufnahmen die Vorverstärkung angepasst werden konnte.

Im Notenmaterial für die Pauke wurde dies wie folgt notiert:

Let every note ring, play the next note when sound has decayed

♩ = 100

2 3 4 5 6 7 8

4 Playthroughs  
pp, mp, mf, ff

Timpani

Abb. 03 – Notenbild für Timpani Hits & Rolls

Speziell bei der Pauke wurden auch Wirbel mit statischer Dynamik aufgenommen, was in einem Durchlauf mit den Einzelschlägen notiert wurde. Dies brachte zusätzliche Zeitersparnis, da die Pauke zwischen jedem Ton kurz umgestimmt werden musste und dieser Prozess so nicht doppelt durchgeführt werden musste. Die Tempoangabe diente dem Paukisten zur Orientierung, wie lange der Wirbel ausgehalten werden soll und die anschließende Fermate deutete darauf hin, dass der Ausklang wieder vollständig abgewartet werden soll. Ähnlich wurde auch für die Aufnahmen der Becken-Wirbel notiert.

#### 4.5.2 Sustain-Artikulationen

Bei Sustain-Artikulationen ist es in allererster Linie wichtig, dass die aufgenommenen Samples lang genug sind, um einen sauberen Loop bilden zu können. Eine Dauer von sechs Sekunden stellte sich dafür in Testaufnahmen als ausreichend heraus. Auch hier wurden die einzelnen Dynamikstufen für jeden Ton direkt hintereinander aufgenommen um die Intonation zu erleichtern.

Wenn ein Musiker einen einzelnen Ton ohne Dynamikanweisungen im Notentext spielt, wird er in den meisten Fällen versuchen, den Ton dynamisch zu formen. Der langjährige Orchestrator Tim Davies beobachtet beispielsweise, dass Streicher in niedrigen Dynamikstufen dazu tendieren jede Phrase mit einem leichten Crescendo zu beginnen.<sup>29</sup> Dieser Effekt ist bei Sampleaufnahmen aber nicht wünschenswert und sollte mit einer zusätzlichen Anweisung an die Musiker reduziert werden.

Die Stärke des Vibratos ist eine ästhetische Frage und ist stark abhängig von der Anwendung der Samples. Im musikalischen Ausdruck wird Vibrato eingesetzt, um einzelne Instrumente verstärkt vom Rest des Orchesters abzuheben. Für eine lyrische Solopassage kann ein starkes Vibrato daher sehr ausdrucksvoll wirken, in einer Akkordstruktur jedoch negativ auffallen. Da für dieses Produkt nur ein einziger Vibratostil pro Instrument aufgenommen werden sollte, musste hier ein geeigneter Mittelweg gefunden werden.

Im Fall der Sustain-Samples wurde für jeden Ton genau eine Notenzeile verwendet um eine bessere Übersichtlichkeit des Notenbilds zu erreichen.

poco vibrato, play without accent but with immediate attack  
 ♩ = 120

The image shows a musical staff with a treble clef and a 3/4 time signature. It contains three measures, each with a single note. The first note is marked *ff*, the second *mf*, and the third *p*. Each note is slurred and has a vibrato line underneath it. Above the staff, the text reads "poco vibrato, play without accent but with immediate attack" and "♩ = 120".

Abb. 4 – Notenbild für Violas Sustain

<sup>29</sup> Davies, T. 2013

### 4.5.3 Transitions

Für Legato-Transitions bieten sich zunächst verschiedene Methoden der Notation des Materials an. Das Ziel ist, gebunden gespielte Tonübergänge für jedes Intervall bis zu einer Oktave auf und abwärts als Sample aus den Aufnahmen zu extrahieren. Diese Samples sollten durch die bereits beschriebenen Skriptfunktionen einen glaubwürdigen Übergang zwischen zwei Sustain-Samples schaffen können. Da der Klang eines Tonübergangs auch von der Geschwindigkeit der gespielten Phrase abhängt, werden von einigen Herstellern mehrere verschiedene Legato-Typen aufgenommen. Da bei diesem Produkt nur eine Art von Transitions eingeschlossen sein soll, musste hier erneut ein Mittelweg gefunden werden. Skriptseitig ist es leichter, ein Sample ohne hörbare Artefakte zu verkürzen, als es zu verlängern. Es lag also nahe, keine allzu hohe Geschwindigkeit für die Aufnahme der Tonübergänge zu wählen.

Aus den Aufnahmen für ein früheres Projekt existierten bereits Erfahrungswerte für Transition-Aufnahmen bei Streichern. Diese wurden bei 100 BPM (1/4) einzeln in Aufwärts- und Abwärtsschritten aufgeteilt eingespielt.

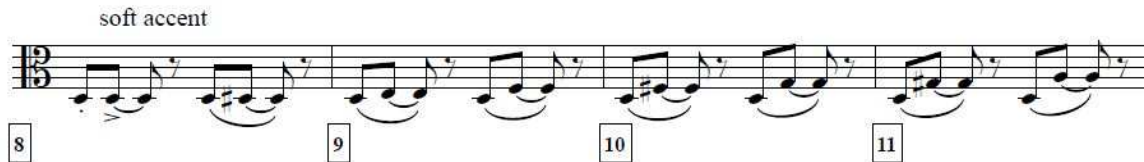


Abb. 5 – Notenbild für Violas Up-Transitions 2014

Diese Transition-Samples waren für die Verbindung von live eingespielten Arpeggio Phrasen konzipiert, eigneten sich aber in Testläufen nicht für die expressive Spielbarkeit bei der Kombination mit Sustain-Samples. Dies lag vor allem daran, dass die einzelnen Noten für langsamere Melodien zu schnell hintereinander gespielt wurden.

Um den gewünschten Ausdruck in den Übergängen zu erreichen, müsste das gleiche Notenmaterial in etwa der halben Geschwindigkeit interpretiert werden. Dies würde eine wesentlich erhöhte Dauer der Aufnahmen nach sich ziehen, was die Suche nach einer alternativen Methode nahelegt.

Als Lösung für die Problematik wurde die folgende Notation entwickelt:

♩ = 100

play 2x  
 1. espressivo, forte  
 2. dolce, piano

Sonuscore

Abb. 6 – Notenbild für Flöten Up/Down-Transitions 2016

Aufwärts- und Abwärtsintervalle werden so in einem einzelnen Takt und innerhalb einer einzelnen Phrase aufgenommen. Mit beiden betrachteten Methoden werden alle benötigten Intervalle für eine Tonhöhe in zwölf Takten bei gleichem Tempo notiert, jedoch sind die einzelnen Notenwerte in der zweiten Methode doppelt so lang wie in der ersten. Die Tonübergänge werden entsprechend langsamer gespielt und entsprechen mehr der Spielweise in expressiven Melodielinien.

Systemumbrüche wurden auch hier konsistent platziert, jede Tonhöhe wird in zwei Zeilen notiert, inklusive eines Pausentaktes, damit die Musiker leichter konzentriert bleiben können und die Bläser Zeit zum Durchatmen haben.

Die Legato-Transitions sollten in zwei Dynamikstufen aufgenommen werden, in der Annahme, dass sich die mittlere Dynamikstufe der Sustain-Samples dennoch gut mit einer der beiden Transitionvarianten kombinieren lassen würde.



## 4.6 Zeitplanung

### 4.6.1 Kalkulation der Aufnahmezeit

Für die Zeitplanung der Session musste eine möglichst realistische Einschätzung der benötigten Aufnahmezeit für jede Artikulation und jedes Instrument gemacht werden. Da die Buchung des Studios und der Musiker jedoch mehrere Wochen im Voraus abgewickelt werden musste, war zu diesem Zeitpunkt das Notenmaterial noch nicht vorbereitet. Um die Kalkulation der Aufnahmezeit der einzelnen Artikulationen nach der für das Pitch-Dokument verwendeten Methode durchzuführen, musste entsprechend die Menge der notierten Takte im Voraus berechnet werden, ohne dass das finale Notenmaterial vorlag.

Bei dieser vorzeitigen Einschätzung kam es daher zu einigen Abweichungen zum finalen Notenmaterial, die in die Zeitplanung der Aufnahmen mit einfließen. So wurden bei mehreren Artikulationen zusätzliche Pausentakte nicht eingerechnet. Auch wurde nicht beachtet, dass bei Legato-Transitions durch die obere Begrenzung des Tonumfangs eines Instruments in obersten Oktave nicht mehr zwölf Intervalle aufgenommen werden müssen. Daher kam es insbesondere bei den Transitions zu sehr großen Abweichungen und es wurde bei den meisten Instrumenten mit bis über 100 Takten mehr gerechnet als schließlich notiert wurden. In der Einschätzung der Aufnahmezeit wurde dies berücksichtigt und ein niedrigerer Korrekturfaktor für die Transition-Aufnahmen angesetzt.

Die Korrekturfaktoren wurden bei der Zeitplanung der Sessions für alle Artikulationen einheitlich festgelegt, da instrumentenspezifische Erfahrungswerte fehlten. Die Korrekturfaktoren für Sustain und Staccato wurden aus Erfahrungen vergleichbarer Sessions für andere Projekte abgeleitet.

Artikulation	Korrekturfaktor
Sustain	4
Tremolo	4
Staccato	2
Marcato	2
Pizzicato	2
Transitions	2,5

Tabelle 7: Pauschale Korrekturfaktoren zur Berechnung der Aufnahmezeit

Bei Staccato, Marcato und Pizzicato wurde ein deutlich niedrigerer Korrekturfaktor als bei Sustain und Tremolo angesetzt, da diese Artikulationen wie beschrieben mit Redundanz notiert wurden.

#### 4.6.2 Erstellung des Sessionplans

Für die Buchung des Studios und der Musiker wurde ein möglichst detaillierter Zeitplan benötigt, da sich eine Vielzahl verschiedener Musiker abwechseln mussten und konkrete Start- und Endzeiten für jeden Musiker definiert werden mussten.

Für eine genaue Erstellung spielten eine Reihe von technischen und finanziellen Faktoren eine Rolle. Zusätzlich gab es seitens des Studios und des Contracting-Dienstleisters klare Vorgaben, die bei den Aufnahmen und der Buchung einzuhalten waren. Diese Vorgaben resultieren aus feststehenden Vereinbarungen mit den regelmäßig gebuchten Musikern und waren für diese Produktion nicht veränderbar. Zielsetzung der Zeitplanung war also einen Sessionplan zu erstellen, bei dem all diese Faktoren berücksichtigt werden und der gleichzeitig eine möglichst preiswerte Buchung ermöglicht, indem die gebuchte Zeit möglichst effizient genutzt wurde.

Eine Vorgabe seitens des Studios war die Gewährung von durchschnittlich 10 Minuten Pause pro Stunde gebuchter Aufnahmezeit. Werden Musiker für 120 Minuten gebucht, resultiert dies also in 100 Minuten Netto-Aufnahmezeit. Die Mindestbuchungsdauer für Musiker beträgt 2 Stunden - ein Musiker der nur für 80 Minuten benötigt wird, muss trotzdem für die vollen zwei Stunden bezahlt werden. Eine Mittagspause von einer Stunde ist einzuplanen, diese wird nicht in Studiomiete und Musikergage eingerechnet und wird generell in der Preiskalkulation nicht beachtet. Ein Musiker kann also für eine Stunde vor, und eine Stunde nach der Mittagspause gebucht werden, und die Mindestbuchungsdauer wird trotzdem erfüllt. Für jeden Aufnahmetag wird eine zusätzliche Stunde Studiomiete für Aufbauarbeiten vor den Aufnahmen und Datensicherung am Ende des Tages berechnet. Ein Aufnahmetag sollte daher möglichst vollständig genutzt werden, auch da zusätzlich für jeden Tag Kosten für die Übernachtung der Mitarbeiter anfallen, die die Session vor Ort in Budapest betreuen sollten.

Finanziell am schwersten wiegt bei der Zusammensetzung der Gesamtkosten die Studiomiete. Die Höhe der Musikergagen ist je nach Sektion unterschiedlich und abhängig von der Anzahl

und den genauen Einzelgagen der Musiker einer Sektion. Da die Lebenserhaltungskosten in Budapest deutlich niedriger liegen als in einer vergleichbaren deutschen Stadt sind die einzelnen Stundenlöhne der Musiker vergleichsweise gering. Es konnte daher finanziell günstiger sein, Teile der gebuchten Zeit mit einem Musiker verfallen zu lassen um die Studiozeit ideal und lückenlos zu nutzen.

Neben diesen Rahmenbedingungen gab es bei der Zeitplanung auch die besondere Belastung der Sampleaufnahmen für die Musiker zu beachten. Dies ist insbesondere für die Holz- und Blechbläser relevant. Die Streicher werden oft als das "Arbeitspferd" des Orchesters bezeichnet und sind es gewohnt in einem Musikstück über lange Passagen ohne längere Pausen zu spielen. Holz- und insbesondere Blechbläser werden oft hingegen wesentlich weniger durchgehend beansprucht und Passagen mit einer hohen Lautstärke wechseln sich mit leiseren Passagen oder längeren Pausen ab. Diese Ruhepausen sind nicht nur wegen der musikalischen Dramaturgie erforderlich, da laute Passagen vor allem für Blechbläser körperlich anspruchsvoll sind und eine Ermüdung der Lippen den Ansatz beeinträchtigt. Bei Sampleaufnahmen werden im Gegensatz zu Musikaufnahmen keine solchen natürlichen Erholungspausen gewährt, was eine höhere Ausdauer, Disziplin und Konzentration erfordert als Musikaufnahmen. Bei der Zeitplanung muss daher für die Blechbläser darauf geachtet werden, dass entsprechende Pausen zur Erholung in angemessenen Zeitabständen gewährt werden. Damit in der Zeit, die die Musiker zur Regeneration benötigen, jedoch keine wertvolle Studiozeit ungenutzt verstreicht, wurden alle Blechbläseraufnahmen als kombinierte Sessions geplant. Hörner und Posaunen, sowie Trompeten und Tuba/Bassposaune wurden über mehrere Stunden überlappend gebucht. Planmäßig wurden so immer zwei Bläsersektionen abwechselnd aufgenommen, sodass sich immer eine Bläsersektion erholen konnte während die andere im Studio war. Dadurch mussten die Pausenzeiten die vorgeschriebenen 10 Minuten pro Stunde nicht überschreiten und die Musiker wurden nicht überfordert.

Mit all diesen Rahmenbedingungen und den berechneten Aufnahmezeiten der einzelnen Artikulationen und Instrumente konnten nun detaillierte Zeitpläne erstellt werden.

Da es sich dennoch nur um Schätzungen handelte, wurden, sofern es möglich war ohne zusätzliche Kosten zu verursachen, am Ende eines Aufnahmetages Pufferzeiten angesetzt. Alle Musiker, mit denen aufeinanderfolgend aufgenommen werden sollte, wurden zusätzlich mit einer

Überlappung von einer halben Stunde gebucht. So konnte flexibel mit einem Instrument in kleinem Rahmen überzogen, oder auch früher begonnen werden, wenn das vorangehende Instrument besonders schnell aufgenommen werden konnte.

Im Anhang dieser Arbeit befinden sich die vollständigen Session-Pläne für die Sessionblöcke A und B, in denen auch die jeweiligen Buchungszeiten der Musiker festgehalten sind.

## 4.7 Erkenntnisse aus den Aufnahmen

Im März und Juni 2016 fanden die Sessionblöcke A und B im Studio 22 des Magyar Rádió in Budapest mit den Musikern des Budapest Art Orchestra statt. In diesem Studio werden regelmäßig Orchesteraufnahmen für Videospiele, Filme und Klassikproduktionen durchgeführt und alle Musiker wurden in ihren üblichen Sitzpositionen mit dem gleichen Mikrofonsetup aufgenommen, das für volles Orchester üblicherweise verwendet wird. Beide Sessionblöcke fanden über je drei Tage statt, bei denen zwei Mitarbeiter (darunter der Autor dieser Arbeit) in der Aufnahmeregie die Aufnahmen koordinierten und Qualitätssicherung durchführten. Die Aufnahmen verliefen im Großen und Ganzen erfolgreich und alle geplanten Artikulationen konnten im gegebenen finanziellen Rahmen aufgenommen werden, obwohl Teile des ersten Sessionblocks, wie angenommen, im folgenden Sessionblock wiederholt und korrigiert werden mussten. Durch Nutzung der Pufferzeiten war es sogar teilweise möglich, zusätzliches Material aufzunehmen – so konnten mit den Violas Flageolettöne (Harmonics) aufgenommen werden, und bei Flöte und Klarinette verschiedene Vibratovariationen der Sustain-Artikulation. Auch bei Harfe und Pauke war es möglich zusätzliche Artikulationen aufzunehmen.

Bei der Auswertung der Aufnahmen lassen sich zahlreiche Abweichungen vom ursprünglichen Zeitplan feststellen und auch wertvolle Schlüsse über die Strukturierung und Notation für Sampleaufnahmen ziehen. Im Folgenden sollen diese Erkenntnisse betrachtet und zusammengefasst werden und Erklärungsansätze für instrumentenspezifische Korrekturfaktoren gesucht werden.

Im Anhang der Arbeit befinden sich detaillierte Dokumentationen des Zeitverlaufs der Sessionblöcke A und B, in dem für jeden Ablaufpunkt die geplante und die tatsächliche Dauer

niedergeschrieben sind. Aus diesem Zeitverlauf lassen sich nun die tatsächlichen Korrekturfaktoren der vorherigen Formel zur Berechnung der Aufnahmezeit ableiten.

Anders als bei der vorläufigen Berechnung der Aufnahmezeit kann hierfür nun mit dem bereits finalen Notenmaterial gerechnet werden und entsprechend kann der Korrekturfaktor rückwirkend präzise berechnet werden.

- T ist das tatsächliche Recordingtempo
- t ist die tatsächliche Aufnahmedauer
- m ist die Gesamtzahl der Takte im finalen Notenmaterial
- k ist der Korrekturfaktor

$$k = t/(4m/T)$$

Ziel dieser Berechnung ist, Faktoren zu ermitteln, die bei einer ähnlichen Aufnahme für eine möglichst zuverlässige Zeitplanung verwendet werden können. Die tatsächliche Zeit die eine Aufnahme erfordert hängt allerdings von einer Vielzahl verschiedener Einflüsse ab, wie zum Beispiel der technischen Versiertheit und der Tagesform der Musiker. Der einzelne Erfahrungswert der Aufnahmen ist nicht repräsentativ und die Aufnahmedauer einzelner Artikulationen kann mit dem gleichen Material länger oder kürzer ausfallen. Daher sollte für eine Projektplanung unter ähnlichen Bedingungen ein etwas höherer Korrekturfaktor als der unmittelbar errechnete Faktor verwendet werden, um eventuelle Schwankungen abzufangen.

Im Anhang dieser Arbeit befindet sich eine Liste der auf 0,25-Schritte aufgerundeten Korrekturfaktoren aller Artikulationen der Streicher und Bläser. Unter *Factor Expected* ist zusätzlich der jeweils bei der ursprünglichen Zeitplanung verwendete Korrekturfaktor eingetragen.

Hier zeigt sich, dass bei der gleichen Artikulation zahlreiche Instrumente ähnliche Korrekturfaktoren aufweisen, einzelne Instrumente aber zum Teil stark von diesem „Mittelwert“ abweichen. Im Folgenden sollen Erklärungsansätze für diese auffälligen Abweichungen angeboten werden und allgemeine Erkenntnisse aus der Session formuliert werden.

#### 4.7.1 Flexibilität der Kontrabässe

Grundsätzlich sind die Streicher in Klangfarbe und Klangerzeugung die homogenste Instrumentengruppe im klassischen Orchester. Während der Sampleaufnahmen stellte sich jedoch heraus, dass die Kontrabässe durch ihre wesentlich größere Bauweise in einigen Fällen andere Anforderungen haben. Bei den Korrekturfaktoren ist dies an den auffällig hohen Werten bei Transition- und Sustainaufnahmen zu erkennen.

Die Saiten eines Kontrabasses sind beinahe doppelt so lang wie die eines Cellos. Selbst kleine Intervalle sind daher auf dem Griffbrett besonders in den niedrigen Lagen durch größere Entfernungen repräsentiert. Dadurch ist der Kontrabass nicht ganz so flexibel wie andere Streichinstrumente des Orchesters. Bei der Aufnahme von Legato-Transitions spielt diese Tatsache eine nicht unwesentliche Rolle, da bei größeren Intervallen oft die linke Hand des Musikers eine größere Entfernung überbrücken muss. Dies stellt eine mögliche Fehlerquelle sowohl im Timing als auch in der Intonation dar, die bei der Aufnahme im Sessionblock A viel Zeit gekostet hat.

Es ist denkbar, dass dieser Effekt reduziert werden könnte, indem die Transitions mit den Kontrabässen in einem niedrigeren Tempo aufgenommen werden.

Nicht nur ist das Instrument deutlich größer, der Bogen eines Kontrabasses ist auch schwerer und ein wenig kürzer als der Bogen mit dem ein Cello gespielt wird. Längere Tremolo-Passagen sind daher schwerer auszuführen und stellen eine größere körperliche Belastung für die Arme der Musiker dar. Bei den Sampleaufnahmen war es daher notwendig das Notenmaterial in vier gleich große Abschnitte einzuteilen und diese nacheinander mit kurzen Erholungspausen aufzunehmen. Diese Einteilung hätte bei der Notation bereits vorgenommen und so den Musikern effizienter kommuniziert werden können. In den Korrekturfaktoren zeigt sich jedoch, dass diese Einteilung keinen negativen Effekt auf die Dauer der Aufnahmen hatte, sondern im Gegenteil die Kontrabässe sogar den niedrigsten Korrekturfaktor aufweisen.

Bei den Sustains zeigt sich bei den Kontrabässen ebenfalls ein hoher Korrekturfaktor. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei den Aufnahmen öfters einzelne Samples wiederholt werden mussten, da Nebengeräusche von der Bogenbewegung aufgetreten waren. Da der Bogen eines Kontrabasses der kürzeste der Instrumentenfamilie ist, muss besonders längeren lauten Tönen

innerhalb des Tones mehrfach die Bogenrichtung gewechselt werden. Dieser Bogenwechsel ist als ruckartiger Richtungswechsel besonders anfällig für Nebengeräusche, auch weil das Instrument so viel größer und der Bogen schwerer, und damit etwas träger ist.

#### **4.7.2 Intonation im Blechbläser-Ensemble**

Die Intonation aller Blasinstrumente hängt maßgeblich von der Kontrolle des Ansatzes und des Luftstroms ab. Bei Blechblasinstrumenten bestimmt die Lippenspannung maßgeblich die Tonhöhe. In den Korrekturfaktoren zeigt sich, dass Trompeten-, Hörner- und Posaunenensemble bei Sustain-Aufnahmen mehr Zeit erfordern als die Solo-Holzbläser. Dies lässt sich damit erklären, dass es bei Blasinstrumenten aufgrund der Tonerzeugung deutlich leichter zu unerwünschten Tonhöhenschwankungen kommen kann als bei Streichern. Bei Solo-Holzbläsern fallen diese Abweichungen nicht so sehr auf und können in der Postproduktion mit relativ wenig Aufwand behoben werden. Auch bei Streichern gibt es Abweichungen in der Intonation zwischen den einzelnen Musikern, die jedoch durch die Größe des Ensembles nicht negativ auffallen. Bei den Blechbläser-Ensembles müssen die einzelnen Musiker des Ensembles unbedingt gemeinsam sauber intonieren, da es sonst zu hörbaren Schwebungen kommt. In gleichmäßigen, lange gehaltenen Tönen werden diese Schwebungen besonders auffällig, weshalb bei Sustain-Artikulationen mehr Aufnahmezeit für die Korrektur nicht ideal intonierter Töne erforderlich ist. Die Annahme liegt nahe, dass mit ähnlichen Werten auch bei Holzbläserensembles und sehr kleinen Streichersektionen zu rechnen ist.

#### **4.7.3 Instrumentspezifische Atempausen**

Abhängig von Bauweise und Klangerzeugung ist es unterschiedlich anspruchsvoll, auf verschiedenen Instrumenten längere Phrasen ohne Pausen zu spielen. Auch kann eine Passage die für manche Instrumentengruppen kein Problem darstellt für ein anderes Instrument enorme technische Anforderungen stellen.

Diese instrumentenspezifischen Anforderungen werden insbesondere bei der Aufnahme von Legato-Transitions wichtig, sollten aber auch bei anderen Artikulationen beachtet werden.

Für die Legato-Transitions wurde das Notenmaterial für alle Instrumente auf die gleiche Art und Weise vorbereitet und enthielt regelmäßige Pausentakte in zwölf Takten Abstand. Im Laufe der Aufnahmen wurden in Absprache mit den Musikern bei manchen Instrumenten Änderungen an der Aufnahmereihenfolge und den Pausen vorgenommen.

Im Sessionblock A stellte sich heraus, dass für die Fagottaufnahmen mehr und längere Pausentakte zum Atmen erforderlich waren als bei der Oboe. Obwohl beide Instrumente den Ton mit hohem Luftdruck an einem Doppelrohrblatt erzeugen, gab es bei der Aufnahme der Transitions mit der Oboe im Gegensatz zum Fagott keine Probleme mit den notierten Pausentakten. Der naheliegende Grund dafür ist, dass durch die größere Länge des Klangkörpers eines Fagotts für die Tonerzeugung deutlich mehr Luft benötigt wird als bei der Oboe. Während es bei den Flötenaufnahmen augenscheinlich leicht möglich war in der Achtelpause zwischen den einzelnen Intervallen kurz Luft zu holen, wurde dies scheinbar am Fagott durch den hohen Druck beim Ansatz am Doppelrohrblatt erschwert.<sup>30</sup> Ähnliche Probleme traten bei den Hörnern auf und führten dazu, dass Teile der Aufnahmen in Sessionblock B wiederholt werden mussten.

Da es sich bei den Fagott-Samples um Soloaufnahmen handelte, wurde der Instrumentalistin als Lösung dieses Problems freigestellt bei der Aufnahme der Transition-Samples nach eigenem Ermessen einzelne Schläge oder Takte Pause zwischen den einzelnen Samples einzufügen. Hätte es sich um eine Ensemble-Aufnahme gehandelt, wäre eine andere Lösung notwendig gewesen. Idealerweise hätte diese Besonderheit bei der Erstellung des Notenmaterials berücksichtigt werden können. Nach eigenem Ermessen fügte die Instrumentalistin in einer 12-Taktigen Phrase bei 100 BPM etwa ein bis zwei Pausentakte hinzu. Um für eine vergleichbare Ensembleaufnahme mit ausreichender Sicherheit genug Zeit zum Atmen anzubieten, sollte in der Notation entsprechend alle vier oder sechs Takte ein Pausentakt eingefügt werden. Obwohl für diese Instrumente keine Transitions aufgenommen wurden, liegt es nahe, dass ähnliche Maßnahmen für Tuba, Bassposaune und Kontrafagott sinnvoll wären.

---

<sup>30</sup> Vgl. Newton 2015



#### 4.7.4 Geschwindigkeit im Klicktrack

Wichtig bei Aufnahmen von Sektionen ist, dass alle Musiker bei jedem Ton gleichzeitig einsetzen. Der Klicktrack, ein Metronom das den Musikern über Kopfhörer wiedergegeben wird, soll sicherstellen, dass alle Musiker zur richtigen Zeit einsetzen. Bei sehr kurzen Artikulationen, wie Staccato oder Pizzicato ist es besonders auffällig, wenn einzelne Musiker der Ensembles zu früh oder zu spät spielen. Dies ist ein Grund, weshalb sich die oben beschriebene Redundanz im Notenmaterial lohnt, da ein leichter Versatz bei mehreren Musikern öfters vorkommen kann.

Für die Pizzicato-Aufnahmen der Kontrabässe, Celli und Violas wurden das Notenmaterial nach dem gleichen Prinzip und mit den gleichen Notenwerten erstellt wie für die ersten und zweiten Violinen. Da diese Instrumente jedoch insbesondere in den tiefen Lagen eine deutlich längere Ausschwingzeit haben als Violinen, musste das Tempo des Klicktracks deutlich gesenkt werden, damit sich der Ausschwingvorgang des vorangehenden Samples nicht mit dem Beginn des nächsten Samples überschneidet. So wurden die Violas statt mit einem Tempo von 120 BPM im halbem Tempo von 60 BPM und die Kontrabässe sogar bei 50 BPM aufgenommen. Die ursprüngliche Berechnung der Aufnahmezeit nahm ein Tempo von 100 BPM bzw. 80 BPM an, was die hohe Abweichung der realen gegenüber der erwarteten Aufnahmezeit im Zeitverlauf erklärt. Bei der Berechnung der Aufnahmezeit der Artikulationen mit dem korrekten Tempo weicht der Korrekturfaktor jedoch nicht auffällig von den Violinen ab.

In den Aufnahmen in Sessionblock A wurde dabei das Metronom für die Violas in Viertelnoten wiedergegeben. Die einzelnen Schläge des Metronoms hatten also einen zeitlichen Abstand von jeweils einer Sekunde. Es stellte sich heraus, dass dieses langsame Tempo des Klicktracks es den Musikern deutlich erschwert, ein präzises Gefühl für das Tempo zu entwickeln und bei den einzelnen Tönen gleichzeitig einzusetzen. Ein Durchlauf mit vier gespielten Tönen pro Dynamikstufe ergab im Durchschnitt auf diese Weise lediglich ein geeignetes Sample pro Ton. Die häufigste Fehlerquelle war hier, dass die Musiker nicht exakt zum gleichen Zeitpunkt einsetzten, sondern immer wieder einzelne Musiker das Tempo minimal falsch einschätzten.

Bei einer notwendigen Redundanz von 75% müssten entsprechend acht Töne notiert werden um die gewünschten zwei *Round-Robin-Samples* pro Ton zu erhalten.

In der darauffolgenden Session mit den Celli im Sessionblock A wurde bei ebenfalls 60 BPM der

Klick in Achteln, statt in Vierteln wiedergegeben, was die zeitliche Orientierung der Musiker deutlich verbesserte. Mit den Celli zeigte sich im Durchschnitt mit dieser Methode die Redundanz von 50% in der Notation als ausreichend. Daraus ist zu schließen, dass ein zu langsamer Klicktrack bei Aufnahmen von Samples deutliche Auswirkungen auf die Konzentration der Musiker haben kann.

Obwohl die Pizzicato-Aufnahmen mit den Violas tatsächlich neben den Kontrabässen den geringsten Korrekturfaktor in der Streicherfamilie aufweisen, ist anzunehmen, dass die Aufnahmen durch einen schnelleren Klicktrack noch weiter hätten beschleunigt werden können.

#### 4.7.5 Marcato-Aufnahmen

Die Marcato-Artikulation ist eine One-Shot-Artikulation, die im Gegensatz zum Staccato einen längeren Ton mit einem festgelegten Dynamikverlauf enthält. Jedes Sample beginnt mit einem starken Akzent und fällt in der Lautstärke danach rasch, aber nicht zu abrupt ab.

Bei den Marcato-Aufnahmen zeigt sich im Zeitverlauf, dass beinahe ausnahmslos die kalkulierte Aufnahmezeit weit überschritten wurde, der errechnete Korrekturfaktor mit dem tatsächlichen Notenmaterial jedoch teilweise sogar niedriger ist als der angenommene Korrekturfaktor. Der Grund dafür liegt darin, dass anders als in der ursprünglichen Kalkulation erwartet für die Aufnahmesessions die Entscheidung getroffen wurde, das Notenmaterial mit Redundanz zu erstellen, und jedes Sample doppelt statt nur einfach zu notieren. Entsprechend wurde bei der Zeitplanung mit nur der halben Taktanzahl gerechnet und die Aufnahmezeit zu niedrig eingeschätzt. Der reale Korrekturfaktor ist von dieser Fehlkalkulation jedoch nicht betroffen. Trotz der Redundanz in der Notation nahm die Aufnahme der Artikulation bei den meisten Instrumenten mindestens die doppelte Dauer des notierten Materials in Anspruch. Obwohl die Redundanz in der Notation sogar höher war als die der Staccato-Artikulationen, wiesen die Marcato-Artikulationen durchgehend einen höheren Korrekturfaktor auf.

Dies lässt sich mit den konkreten Anforderungen der Marcato-Artikulation erklären. Für die Marcato-Samples war der oben beschriebene besondere Dynamikverlauf erforderlich, damit die Samples im Instrument möglichst flexibel spielbar, und mit anderen Artikulationen kombinierbar

bleiben. Dieser Dynamikverlauf sollte durch alle Instrumentengruppen konsistent sein, damit die Marcato-Samples mehrerer Instrumente ineinandergreifen und einen authentischen Zusammenklang entwickeln, wenn sie gleichzeitig wiedergegeben werden. Am Anfang jeder Session musste der gewünschte Dynamikverlauf und die Länge der Töne den Musikern klar kommuniziert werden. In der Zeit zwischen Sessionblock A und B wurde beschlossen, dass der in Sessionblock A aufgenommene Dynamikverlauf der Marcato-Samples für die Anforderungen des Produkts nicht geeignet ist, weshalb diese Samples in Sessionblock B und C für alle Instrumente erneut aufgenommen werden sollten. Abhängig von der Sprachbarriere und dem Verständnis der Musiker nahm die Kommunikation des gewünschten Dynamikverlaufs unterschiedlich viel Zeit in Anspruch. Besonders viel Zeit forderte dieser Schritt bei der Oboe als erstes Blasinstrument des Sessionblock B, da zunächst eine passende, verständliche Beschreibung des gewünschten Klangs gefunden werden musste und mehrere Fehlversuche gestartet wurden. Anschließend fiel die Kommunikation deutlich leichter, was die deutlich niedrigeren Korrekturfaktoren der darauffolgenden Blasinstrumente erklärt.

Bei den Blechbläser-Ensembles trat ein ähnliches Problem mit der Intonation auf wie bei den Sustain-Samples. Da die Marcato-Samples deutlich länger klingen als die Staccato-Samples, muss in Ensembles wesentlich detaillierter auf die Intonation geachtet werden, was erneut den höheren Korrekturfaktor gegenüber den Solo-Holzbläsern erklärt.

#### **4.7.6 Ermüdung bei Blechbläsern**

Die Lippenspannung und der Druck am Mundstück sind entscheidend für die Klangerzeugung aller Blechblasinstrumente. Nach längerem Spielen, insbesondere nach sehr lauten Passagen können Ermüdungseffekte auftreten, die es schwieriger machen den Ansatz zu kontrollieren. Dies wird bei zunehmender Lippenspannung wesentlich bedeutender, weshalb insbesondere hohe Töne von der Ermüdung der Lippen betroffen sind. Nach kurzer Absprache mit den Musikern wurden daher bei den Trompetenaufnahmen in Sessionblock B die Transitions nicht in der notierten Reihenfolge aufgenommen. Ursprünglich sollten alle Intervalle hintereinander mit nach und nach steigender Höhe des Ausgangstons aufgenommen werden. Stattdessen wurde mit den Trompeten die zweite Hälfte des Notenmaterials, also die höheren Ausgangstöne, zuerst aufgenommen und anschließend die tieferen Teile aufgenommen. Auf diese Weise waren die Musiker noch „frisch“ als die hohen Töne eingespielt wurden und die Ermüdung der Lippen hatte

einen weniger starken Einfluss auf die Qualität der Aufnahmen.

Es ist denkbar, dass diese Aufteilung auch bei anderen Blechblasinstrumenten und Artikulationen zu schnelleren und saubereren Ergebnissen führt. Durch die lange und außergewöhnliche Belastung der Transition-Aufnahmen und der besonders hohen geforderten Lippenspannung bei der Trompete in den höheren Lagen war diese Methode aber maßgeblich notwendig um die Aufnahmen erfolgreich abzuschließen.

#### 4.7.7 Taktzahlen

Im Notenmaterial für Sessionblock A wurden Taktzahlen lediglich am Anfang jedes Systems platziert. Obwohl dies bei Sessionaufnahmen in Parts für einzelne Instrumente durchaus üblich ist, und meist nur in der Partitur jeder Takt mit einer Taktzahl versehen wird, empfiehlt es sich bei Sampleaufnahmen dieser Art sehr, die Taktzahlen in den Noten gezielter zu platzieren.

Zum einen gibt es bei Sampleaufnahmen einzelner Sektionen keinen Bedarf für eine Partitur, entsprechend wird auch in der Aufnahmeregie mit den Instrumental-Parts gearbeitet. Zum anderen müssen oft nur einzelne Samples wiederholt werden, und Puffermaterial für musikalische Schnitte wird z.B. nicht benötigt. Damit müssen aus dem Instrumental-Part sehr schnell und effizient exakte Taktangaben aus der Aufnahmeregie mit den Musikern kommuniziert werden, damit möglichst wenig Zeit verloren geht. Insbesondere bei Staccato-Samples nimmt wegen der konsistenten Systemumbrüche ein einzelner Takt sehr wenig Platz ein. Taktzahlen für jeden einzelnen Takt würde daher das Notenbild unnötigerweise mit vielen sehr dicht aneinandergereihten Zahlen überladen. Abhängig von der aufzunehmenden Artikulation sind Taktzahlen daher in unterschiedlichen Abständen sinnvoll.

Grundsätzlich müssen Taktzahlen nur an Positionen eingefügt werden, bei denen es sinnvoll wäre eine neue Aufnahme zu starten. Bei redundant notierten One-Shot Samples muss daher immer nur der Anfang einer Dynamikstufe des Tons mit einer Taktzahl versehen werden, da es keine Rolle spielt welche der notierten Alternationen wiederholt wird. Bei Sustain-Samples muss lediglich am Anfang jeder gehaltenen Note die Taktzahl vermerkt werden, da die Töne immer vollständig wiederholt werden. Nur bei Transition-Aufnahmen ergibt es Sinn, jeden Takt mit

einer Taktzahl zu markieren, um schnell und ohne Missverständnisse einzelne Tonübergänge in der Aufnahme zu wiederholen.

In Sessionblock B wurde dieser Grundsatz in der Notation umgesetzt und es konnte eine deutliche Verbesserung im Workflow festgestellt werden, da bei Regieansagen die einzelnen Taktzahlen nicht mehr von Hand abgezählt werden mussten.

#### **4.7.8 Aufteilung nach Dynamikstufen**

Die Zielsetzung der Entscheidung alle Dynamikstufen für einen Ton unmittelbar hintereinander aufzunehmen war die Erleichterung einer konsistenten Intonation zwischen den Samples. Zwar erleichtert diese Anordnung die Intonation, sie schafft allerdings auch einen größeren zeitlichen Abstand zwischen den einzelnen Aufnahmen der gleichen Dynamikstufe.

Damit ein Instrument möglichst natürlich spielbar ist, ist es wichtig, dass die Spielweise in einer Dynamikstufe möglichst gleichmäßig ist. Insbesondere bei Blechbläsern können schon leichte Dynamikunterschiede einen deutlich hörbaren Unterschied in der Klangfarbe bedeuten. Werden nun die Samples den einzelnen Tönen zugeordnet und eine Melodielinie bei statischer Velocity wiedergegeben, sollten alle Töne mit der gleichen Lautstärke und sehr ähnlicher Klangfarbe wiedergegeben werden. Ist nun die Spielweise innerhalb der Samples einer Dynamikstufe nicht konsistent, ist zum Beispiel ein Ton lauter gespielt als alle anderen derselben Dynamikstufe, wird dieser Ton in einer Melodielinie die eigentlich gleichmäßig sein sollte herausstechen.

Bei der Aufnahme muss daher besonders darauf geachtet werden, dass alle Samples einer Dynamikstufe wirklich die gleiche Lautstärke haben. Im Gegensatz zu einer zu hohen oder zu tiefen Intonation lässt sich die Klangfarbe eines auffälligen Samples in der Postproduktion nur sehr eingeschränkt anpassen.

Durch den zeitlichen Abstand der Samples gleicher Dynamikstufen wird bei der oben beschriebenen Notation das Risiko erhöht, dass Unregelmäßigkeiten in der Klangfarbe nicht rechtzeitig bemerkt werden, da die Kontrolle und der Vergleich in Echtzeit deutlich mehr Konzentration erfordert (sowohl in der Tonregie als auch bei den Musikern). Die vorherigen Aufnahmen regelmäßig mit dem aktuellen Stand zu vergleichen kostet jedoch wertvolle Zeit und

ist damit auch nicht die ideale Lösung.

Besser wäre es also, die Dynamikstufen separat aufzunehmen und im Zweifelsfalle in der Postproduktion die Intonation zu korrigieren.

Die Reihenfolge, in der die einzelnen Velocity-Layer aufgenommen werden, sollte nach den Eigenheiten der jeweiligen Instrumentengruppe entschieden werden. Bei Blechbläsern ist der Ansatz und die Lippenanspannung entscheidend für die Spieltechnik und das Spielen von lauten Tönen über eine längere Zeit kann sehr anstrengend sein und den Ansatz beeinträchtigen. Nach einer solchen Anstrengung kann es deutlich schwerer sein, insbesondere hohe Töne in leiser Lautstärke zu spielen. Es bietet sich für Blechbläser also an, mit den leisen Dynamikstufen zu beginnen, damit die Musiker sich bei den Fortissimo-Aufnahmen wirklich verausgaben können.

## 5. Schlusswort

In der Planung und Durchführung der Aufnahmesessions zeigt sich, dass eine Vielzahl von Faktoren über das Gelingen einer Sample-Aufnahme bestimmen. Die besonderen Anforderungen, die durch die gängigen Sampling-Techniken an die Aufnahmen gestellt werden, müssen in jedem Schritt des Prozesses beachtet werden um einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Eine besonders große Rolle spielt von wirtschaftlicher Seite die realistische Einschätzung der Aufnahmezeit und die möglichst zeiteffiziente Nutzung der Studioräumlichkeiten. Dabei müssen die Bedürfnisse und Fähigkeiten der aufgenommenen Musiker individuell in Bezug auf die Klangerzeugung des Instruments beachtet werden. Aufgrund der körperlichen Belastungen und instrumentenspezifischen Herausforderungen bei Sampleaufnahmen im Vergleich zu Musikaufnahmen, genügt es nicht eine Einschätzung der Aufnahmezeit allein aufgrund der Menge und Art der aufzunehmenden Samples zu machen. Durch durchdachte Erstellung des Notenmaterials und eine detaillierte Zeitplanung ist es allerdings möglich, enorme Einsparungen in der Studiozeit vorzunehmen, ohne zwangsläufig einen Kompromiss in der Qualität eingehen zu müssen.

Einige dieser möglichen Einsparungen wurden bei diesem Projekt erst nach dem ersten Sessionblock erkannt und eingesetzt, was zeigt wie entscheidend Erfahrungswerte für eine solche Produktion sein können. Da das Feld des orchestralen Multisamplings bis heute kaum in Fachliteratur behandelt wurde, helfen neben der Übertragung von Wissen aus anderen Fachgebieten nur diese Erfahrungswerte bei der realistischen Planung und erfolgreichen Durchführung.

Um die gängigsten Artikulationen für die essentiellen Orchesterinstrumente aufzunehmen, wurden fünf volle Aufnahmetage mit über 40 Stunden Aufnahmezeit benötigt. Die über zwölftausend einzelnen Samples die aus diesen Sessions hervorgingen befinden sich nun in der Postproduktion.

## 6. Quellenverzeichnis

- Adler, Samuel (2002):** The Study Of Orchestration. Third Edition. New York 2002.
- Ackermann, Philipp (1991):** Computer und Musik: Eine Einführung in die digitale Klang- und Musikverarbeitung. Wien 1991.
- Davies, Hugh (1996):** A history of sampling, in: Organised Sound, Volume 1 Issue 1, S. 3 – 11.
- Davies, Tim (2013):** What You See Is Not Always What You Get. *deBrevéd*. Zugriff am 13.09.2016 unter <http://www.timusic.net/debrevéd/article-title-2/>
- Dickreiter, Michael (2008):** Handbuch der Tonstudioteknik. Band 1. 7. völlig neu überarbeitete Auflage. München 2008.
- Johnson, Derek (2006):** IK Multimedia Miroslav Philharmonik. Sound On Sound. Zugriff am 13.09.2016 unter <http://www.soundonsound.com/reviews/ik-multimedia-miroslav-philharmonik>
- Pejrolo, A. & DeRosa, R. (2007):** Acoustic and MIDI Orchestration for the Contemporary Composer. Oxford 2007.
- McLeod, Kembrew (2004):** How Copyright Law Changed Hip Hop. *AlterNet*. Zugriff am 13.09.2016 unter [http://www.alternet.org/story/18830/how\\_copyright\\_law\\_changed\\_hip\\_hop](http://www.alternet.org/story/18830/how_copyright_law_changed_hip_hop)
- Newton, Bret (2016):** Breathing. A Course in Bandestration. Zugriff am 13.09.2016 unter <https://bandestration.com/2016/07/11/breathing/>
- Novy, Mike (2009):** Das Digitale Orchester Band 1. Prinzipien der Raumakustik und Grundlagentechniken für digitale Orchester. Zweite Auflage. Norderstedt 2009.
- Russ, Frederick (2015):** MIDI MOCKUPS – overview für newcomers. *VI-Control*. Zugriff am 13.09.2016 unter <http://vi-control.net/portal/midi-mockups/>
- Strawn, John (1985):** Orchestral Instruments: Analysis of Performed Transitions, in: Journal of the Audio Engineering Society, Volume 34 Issue 11, S. 867-880.
- The MIDI Manufacturers Association (1996):** MIDI 1.0 Detailed Specification. Document Version 4.2. Los Angeles 1996.
- Van Buskirk, James (1998):** NemeSys Music Technology, Inc. Introduces GigaSampler, The First Real-Timeplayback, Hard Disk Based Sampler. *PR Newswire*. Zugriff am 13.09.2016 unter <http://www.prnewswire.com/news-releases/nemesys-music-technology-inc-introduces-gigasampler-the-first-real-timeplayback-hard-disk-based-sampler-76518537.html>
- Wherry, Mark (2007):** Scoring Pirates Of The Carribean III. Sound On Sound. Zugriff am 13.09.2016 unter <http://www.soundonsound.com/techniques/scoring-pirates-caribbean-iii>



## 7. Darstellungsverzeichnis

Tabelle 1: Anwendung von Sample-Techniken – S. 21

Tabelle 2: Auswahl der Instrumente – S. 32

Tabelle 3: Artikulations-Auswahl für einzelne Instrumente – S. 32

Tabelle 4: Patch-Spezifikationen für Bläser und Streicher – S. 33

Tabelle 5: Patch-Spezifikationen für Schlagwerk und Harfe – S.33

Tabelle 6: Aufteilung der Instrumente auf die Sessionblöcke – S. 36

Tabelle 7: Pauschale Korrekturfaktoren zur Berechnung der Aufnahmezeit – S. 43

Abb. 1: Velocity Crossfades - S. 15

Abb. 2: Notenbild für Cello-Staccato – S. 37

Abb. 3: Notenbild für Timpani Hits & Rolls – S. 39

Abb. 4: Notenbild für Violas Sustain – S.40

Abb. 5: Notenbild für Violas Up-Transitions 2014 – S. 41

Abb. 6: Notenbild für Flöten Up/Down-Transitions 2016 – S.42

## 8. Anhang

### Session Plan A March 2016

Session 1 10:00 – 14:00: **Flute & Bassoon**

Day 1

Instrument	Articulation	Rec Time/min	Start	End
Flute	Sustain	31	10:00	10:31
Flute	Marcato	14	10:31	10:45
BREAK		10	10:45	10:55
Flute	Transitions	46	10:55	11:41
BREAK		10	11:41	11:51
Flute	Staccato	38	11:51	12:29
BREAK		10	12:29	12:39
Bassoon	Sustain	32	12:39	13:11
Bassoon	Marcato	10	13:11	13:21
BREAK		10	13:21	13:31
Bassoon	Transitions	29	13:31	14:00

Session 2 15:00 – 19:00: **Violas & Bassoon**

Day 1

Instrument	Articulation	Rec Time/min	Start	End
Bassoon	Transitions	5	15:00	15:05
Bassoon	Staccato	32	15:05	15:37
BREAK		10	15:37	15:47
Violas	Sustain	31	15:47	16:18
Violas	Marcato	5	16:18	16:23
BREAK		10	16:23	16:33
Violas	Staccato	31	16:33	17:04
Violas	Pizzicato	18	17:04	17:22
BREAK		10	17:22	17:32
Violas	Transitions	46	17:32	18:18
BREAK		10	18:18	18:28
Violas	Tremolo	21	18:28	18:49

S

Instr./Sect.	Times	Session h
Flute	10:00 - 13:00	3
Bassoon	12:30 - 14:00, 15:00 - 16:00	2,5
Violas	15:30 - 19:00	3,5

Session 3 10:00 – 14:00: **Trombones & Horns**

Day 2

Instrument	Articulation	Rec Time/min	Start	End
Trombones	Sustain	31	10:00	10:31
Trombones	Marcato	9	10:31	10:40
BREAK		10	10:40	10:50
Horns	Sustain	32	10:50	11:22
BREAK		5	11:22	11:27
Trombones	Staccato	31	11:27	11:58
BREAK		5	11:58	12:03
Horns	Staccato	32	12:03	12:35
BREAK		10	12:35	12:45
Trombones	Transitions	38	12:45	13:23
BREAK		10	13:23	13:33
Horns	Transitions	28	13:33	14:00

Session 4 15:00 – 18:30: **Horns & Celli**

Day 2

Instrument	Articulation	Rec Time/min	Start	End
Horns	Transitions (Ctd)	13	15:00	15:13
Horns	Marcato	10	15:13	15:23
BREAK		10	15:23	15:33
Celli	Sustain	31	16:06	16:37
Celli	Marcato	8	16:04	16:12
BREAK		10	16:12	16:22
Celli	Staccato	31	16:22	16:53
Celli	Pizzicato	19	16:53	17:12
BREAK		10	17:12	17:22
Celli	Transitions	46	17:22	18:08
BREAK		10	18:08	18:18
Celli	Tremolo	21	18:18	18:39

Instr./Sect.	Times	Session h
Trombones	10:00 - 13:30	3,5
Horns	10:30 - 14:00, 15:00 - 16:00	3,5
Celli	15:30 - 19:00	3,5

Day 3

## Session 5 10:00 – 13:00: Clarinet + Contrabassoon

Instrument	Articulation	Rec Time/min	Start	End
Clarinet	Sustain	31	10:00	10:31
Clarinet	Marcato	7	10:31	10:38
BREAK		10	10:38	10:48
Clarinet	Staccato	31	10:48	11:19
BREAK		10	11:19	11:29
Clarinet	Transitions	46	11:29	12:15
BREAK		10	12:15	12:25
Contrabassoon	Sustain	28	12:25	12:53
Contrabassoon	Staccato	7	12:53	13:00

Day 3

## Session 6 14:00 – 18:00: Contrabassoon &amp; Basses

Instrument	Articulation	Rec Time/min	Start	End
Contrabassoon	Staccato (ctd)	21	14:00	14:21
Contrabassoon	Marcato	4	14:21	14:25
BREAK		10	14:25	14:35
Basses	Sustain	36	14:35	15:11
Basses	Marcato	6	15:11	15:17
BREAK		10	15:17	15:27
Basses	Staccato	36	15:27	16:03
Basses	Pizzicato	21	16:03	16:24
BREAK		10	16:24	16:34
Basses	Transitions	53	16:34	17:27
BREAK		10	17:27	17:37
Basses	Tremolo	24	17:37	18:01

Instr./Sect.	Times	Session h
Clarinet	10:00 - 12:30	2,5
Contrabassoon	12:00 - 13:00, 14:00 - 15:00	2
Basses	14:30 - 18:00	3,5

## Session Plan B June 2016 - BUDAPEST

### Session 1 10:00 – 14:00: 1st Violins & 2nd Violins

Day 1

Instrument	Articulation	Rec Time	Start	End
1st Violins	Sustain	00:34:00	10:00	10:34
1st Violins	Marcato	00:09:00	10:34	10:43
BREAK		00:10:00	10:43	10:53
1st Violins	Staccato	00:34:00	10:53	11:27
BREAK		00:10:00	11:27	11:37
1st Violins	Transitions	00:51:00	11:37	12:28
BREAK		00:10:00	12:28	12:38
1st Violins	Tremolo	00:12	12:38	12:50
2nd Violins	Sustain	00:34:00	12:50	13:24
2nd Violins	Tremolo	00:12	13:24	13:36
2nd Violins	Staccato	00:14:00	13:36	13:50
BREAK		00:10:00	13:50	14:00

### Session 2 15:00 – 19:00: 2nd Violins & Oboe

Day 1

Instrument	Articulation	Rec Time	Start	End
2nd Violins	Staccato	00:20:00	15:00	15:20
2nd Violins	Pizz	00:20:00	15:20	15:40
2nd Violins	Marcato	00:09:00	15:40	15:49
BREAK		00:10:00	15:49	15:59
2nd Violins	Transitions	00:51:00	15:59	16:50
BREAK		00:10:00	16:50	17:00
Oboe	Sustain	00:24:00	17:00	17:24
Oboe	Staccato	00:24:00	17:24	17:48
Oboe	Marcato	00:08	17:48	17:56
BREAK		00:10:00	17:56	18:06
Oboe	Transitions	00:36	18:06	18:42
Buffer		00:18	18:42	19:00

Instr./Sect.	Times	Session h
1st Violins	10:00 - 13:00	3
2nd Violins	12:30 - 17:00	3,5
Oboe	17:00 - 19:00	2

## Session 3 10:00 – 14:00: Trumpets, Bass Trombone &amp; Tuba

Day 2

Instrument	Articulation	Rec Time	Start	End
Trumpet	Sustain	00:26	10:00	10:26
Trumpet	Marcato	00:07	10:26	10:33
BREAK		00:10	10:33	10:43
BTb + Tuba	Sustain	00:40	10:43	11:23
BREAK		00:10	11:23	11:33
Trumpet	Staccato	00:26	11:33	11:59
BREAK		00:10	11:59	12:09
BTb + Tuba	Staccato	00:40	12:09	12:49
BTb + Tuba	Marcato	00:10	12:49	12:59
BREAK		00:10	12:59	13:09
Trumpet	Transitions	00:32	13:09	13:41
Buffer		00:19	13:41	14:00

## Session 4 15:00 – 19:00: Timpani &amp; Tubular Bells

Day 2

Instrument	Articulation	Rec Time	Start	End
Timpani	Hit&Roll	03:00	15:00	18:00
Tubular Bells	Hit	00:20	18:00	18:20
BREAKS		00:40	18:20	19:00

Instr./Sect.	Times	Session h
Trumpets (3)	10:00 - 14:00	4
BTb & Tuba (2)	10:00 - 13:30	3,5
Percussion	15:00 - 19:00	4

Session 5 10:00 – 14:00: **Clarinet + Contrabassoon**

Day 3

Instrument	Articulation	Rec Time	Start	End
Harp	Plucked	02:04	10:00	12:04
BREAKS		00:30	12:04	12:34
Cymbals		00:46	12:34	13:20
Contrabassoon	Sustain	00:28	13:20	13:48
Contrabassoon	Staccato	00:12	13:48	14:00

Session 6 15:00 – 19:00: **Contrabassoon & Bases**

Day 3

Instrument	Articulation	Rec Time	Start	End
Contrabassoon	Staccato	00:14	15:00	15:14
Contrabassoon	Marcato	00:08	15:14	15:22
BREAK		00:10	15:22	15:32
Flute	Sustain	00:31	15:32	16:03
Flute	Marcato	00:14	16:03	16:17
BREAK		00:10	16:17	16:27
Horns	Marcato	00:10	16:27	16:37
Horns	Transitions	00:41	16:37	17:18
BREAK		00:10	17:18	17:28
Trombones	Marcato	00:15	17:28	17:43
BREAK		00:10	17:43	17:53
Bassoon	Transitions	00:34	17:53	18:27
Bassoon	Marcato	00:10	18:27	18:37
Clarinet	Marcato	00:15	18:37	18:52
Buffer		00:08	18:52	19:00

Instr./Sect.	Times	Session h
Harp	10:00 - 12:30	2,5
Percussion	12:00 - 14:00	2
Contrabassoon	13:00 - 15:30	2
Flute	15:30 - 17:30	2
Horns	16:00 - 18:00	2
Trombones	17:00 - 19:00	2
Bassoon	17:00 - 19:00	2
Clarinet	17:00 - 19:00	2

## Sessionblock A - Zeitverlauf

### Session 1 10:00 – 14:00: Flute & Bassoon

Day 1

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Flute	Sustain	31,00	31,00	10:00	10:31
Flute	Staccato	38,00	35,00	10:31	11:06
Flute	Marcato	14,00	23,00	11:06	11:29
BREAK		20,00	18,00	11:29	11:47
Flute	Transitions	46,00	48,00	11:47	12:35
BREAK		10,00	10,00	12:35	12:45
Bassoon	Sustain	32,00	19,00	12:45	13:04
Bassoon	Marcato	10,00	20,00	13:04	13:24
BREAK		10,00	10,00	13:24	13:34
Bassoon	Transitions f	15,00	26,00	13:34	14:00

### Session 2 15:00 – 19:00: Violas & Bassoon

Day 1

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Bassoon	Staccato	32,00	18,00	15:00	15:18
BREAK		10,00	10,00	15:18	15:28
Violas	Sustain	31,00	26,00	15:28	15:54
Violas	Staccato	31,00	27,00	15:54	16:21
BREAK		10,00	10,00	16:21	16:31
Violas	Marcato	35,00	13,00	16:31	16:44
Violas	Pizzicato	18,00	26,00	16:44	17:10
Violas	Tremolo	21,00	13,00	17:10	17:23
BREAK		20,00	15,00	17:23	17:38
Violas	Transitions	0,00	3,00	17:38	17:41
Violas	Harmonics	0,00	20,00	17:41	18:01
Violas	Transitions	46,00	59,00	18:01	19:00



## Session 3 10:00 – 14:00: Trombones &amp; Horns

Day 2

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Trombones	Sustain	31,00	31,00	10:00	10:31
BREAK		5,00	5,00	10:31	10:36
Trombones	Marcato Long	5,00	5,00	10:36	10:41
BREAK		10,00	10,00	10:41	10:51
Horns	Sustain	40,00	32,00	10:51	11:31
BREAK		10,00	10,00	11:31	11:41
Trombones	Staccato	30,00	31,00	11:41	12:11
Trombones	Marcato Short	8,00	10,00	12:11	12:21
BREAK		5,00	5,00	12:21	12:26
Horns	Staccato	40,00	32,00	12:26	13:06
BREAK		10,00	10,00	13:06	13:16
Trombones	Transitions	44,00	38,00	13:16	14:00

## Session 4 15:00 – 18:30: Horns &amp; Celli

Day 2

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Horns	Transitions f	20,00	37,00	15:00	15:37
Horns	Marcato	10,00	19,00	15:37	15:56
BREAK		10,00	10,00	15:56	16:06
Celli	Sustain	31,00	24,00	16:06	16:30
Celli	Marcato	8,00	19,00	16:30	16:49
BREAK		10,00	12,00	16:49	17:01
Celli	Staccato	31,00	25,00	17:01	17:26
Celli	Pizzicato	19,00	28,00	17:26	17:54
BREAK		10,00	10,00	17:54	18:04
Celli	Transitions	46,00	41,00	18:04	18:45
BREAK		10,00	2,00	18:45	18:47
Celli	Tremolo	21,00	13,00	18:47	19:00

Session 5 10:00 – 13:00: **Clarinet + Contrabassoon**

Day 3

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Clarinet	Sustain	31,00	19,00	10:00	10:19
Clarinet	Marcato	7,00	10,00	10:19	10:29
Clarinet	Staccato	31,00	17,00	10:29	10:46
Clarinet	Transitions	46,00	30,00	10:46	11:16
BREAK		20,00	12,00	11:16	11:28
Clarinet	Sus vib	0,00	30,00	11:28	11:58
BREAK		10,00	10,00	12:08	12:18
Contrabassoon	Sustain	28,00	35,00	12:18	12:53
Contrabassoon	Marcato	2,00	7,00	12:53	13:00

Session 6 14:00 – 18:00: **Contrabassoon & Basses**

Day 3

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Contrabassoon	Marcato	2,00	11,00	14:00	14:11
Contrabassoon	Staccato	21,00	21,00	14:11	14:32
BREAK		10,00	14,00	14:32	14:46
Basses	Sustain	36,00	38,00	14:46	15:24
Basses	Marcato	6,00	14,00	15:24	15:38
BREAK		10,00	12,00	15:38	15:50
Basses	Staccato	36,00	30,00	15:50	16:20
Basses	Tremolo	24,00	12,00	16:20	16:32
BREAK		10,00	2,00	16:32	16:34
Basses	Pizzicato	21,00	29,00	16:34	17:03
BREAK		10,00	10,00	17:03	17:13
Basses	Transitions f	22,00	47,00	17:13	18:00

## Sessionblock B - Zeitverlauf

### Session 1 10:00 – 14:00: 1st Violins & 2nd Violins

Day 1

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
1st Violins	Sustain	34,00	28,00	10:00	10:28
1st Violins	Tremolo	12,00	17,00	10:28	10:45
BREAK		10,00	13,00	10:45	10:58
1st Violins	Staccato	3,00	38,00	10:58	11:36
BREAK		10,00	12,00	11:36	11:48
1st Violins	Marcato	9,00	19,00	11:48	12:07
1st Violins	Transitions	51,00	37,00	12:07	12:44
BREAK		10,00	12,00	12:44	12:56
2nd Violins	Sustain	34,00	22,00	12:56	13:18
2nd Violins	Pizzicato	20,00	18,00	13:18	13:36
2nd Violins	Tremolo	12,00	14,00	13:36	13:50
BREAK		10,00	10,00	13:50	14:00

### Session 2 15:00 – 19:00: 2nd Violins & Oboe

Day 1

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
2nd Violins	Staccato	34,00	38,00	15:00	15:38
2nd Violins	Marcato	9,00	32,00	15:38	16:10
2nd Violins	Transitions	51,00	45,00	16:10	16:55
BREAK		10,00	10,00	16:55	17:05
Oboe	Sustain	24,00	24,00	17:05	17:29
Oboe	Staccato	24,00	26,00	17:29	17:55
BREAK		20,00	10,00	17:55	18:05
Oboe	Marcato	8,00	19,00	18:05	18:24
Oboe	Transitions	36,00	31,00	18:24	18:55

## Day 2

## Session 3 10:00 – 14:00: Trumpets, Bass Trombone &amp; Tuba

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Trumpet	Sustain	26,00	33,00	10:00	10:33
BREAK		10,00	12,00	10:33	10:45
BTb + Tuba	Sustain	40,00	27,00	10:45	11:12
Umbau		5,00	3,00	11:12	11:15
Trumpets	Marcato	7,00	15,00	11:15	11:30
BREAK		10,00	10,00	11:30	11:40
Trumpets	Staccato	26,00	28,00	11:40	12:08
Umbau		5,00	5,00	12:08	12:13
BTb + Tuba	Marcato	10,00	15,00	12:13	12:28
BTb + Tuba	Staccato	40,00	31,00	12:28	12:59
BREAK		10,00	13,00	12:59	13:12
Trumpet	Transitions	32,00	50,00	13:12	14:02

## Day 2

## Session 4 15:00 – 19:00: Timpani &amp; Tubular Bells

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Timpani	Hit&Roll	60,00	56,00	15:00	15:56
BREAK		13,00	11,00	15:56	16:07
Timpani	Hit & Roll	60,00	43,00	16:07	16:50
BREAK / Technical		13,00	13,00	16:50	17:03
Timpani	Hit & Roll	60,00	10,00	17:03	17:13
Tubular Bells		20,00	20,00	17:13	17:33
Timpani	Hit & Roll	40,00	40,00	17:33	18:13
BREAK / Notation		14,00	14,00	18:13	18:27
Timpani	Cresc & FX	0,00	33,00	18:27	19:00

## Session 5 10:00 – 14:00: Clarinet + Contrabassoon

Day 3

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Harp	Plucked	124,00	118,00	10:00	11:58
BREAK		10,00	10,00	11:58	12:08
Harp Harmonics		0,00	14,00	12:08	12:22
BREAK		20,00	14,00	12:22	12:36
Cymbals	Sustain	46,00	42,00	12:36	13:18
BREAK	Sustain	10,00	10,00	13:18	13:28
Contrabassoon	Sustain	28,00	30,00	13:28	13:58

## Session 6 15:00 – 19:00: Contrabassoon &amp; Bases

Day 3

Instrument	Articulation	Planned	Actual	Start	End
Contrabassoon	Marcato	8,00	16,00	15:00	15:16
Contrabassoon	Staccato	26,00	25,00	15:16	15:41
BREAK		10,00	10,00	15:41	15:51
Flute	Sustain Vib	31,00	14,00	15:51	16:05
Flute	Marcato	14,00	13,00	16:05	16:18
Flute	Sustain Vib	0,00	12,00	16:18	16:30
BREAK		10,00	10,00	16:30	16:40
Horns	Marcato	10,00	21,00	16:40	17:01
Horns	Transitions	41,00	31,00	17:01	17:32
BREAK		10,00	12,00	17:32	17:44
Trombones	Marcato	15,00	16,00	17:44	18:00
BREAK		10,00	8,00	18:00	18:08
Bassoon	Transitions	34,00	26,00	18:08	18:34
Bassoon	Marcato	10,00	12,00	18:34	18:46
BREAK		0,00	4,00	18:46	18:50
Clarinet	Marcato	15,00	10,00	18:50	19:00

## Korrekturfaktoren

<b>Instruments</b>	<b>Articulation</b>	<b>Faktor Approx.</b>	<b>Faktor Expected</b>
1st Violins	Tremolo	<b>3</b>	4
2nd Violins	Tremolo	<b>3</b>	4
Violas	Tremolo	<b>2,5</b>	4
Celli	Tremolo	<b>2,5</b>	4
Basses	Tremolo	<b>2,25</b>	4
1st Violins	Transitions	<b>2,25</b>	2,5
2nd Violins	Transitions	<b>2,25</b>	2,5
Violas	Transitions	<b>3,5</b>	2,5
Celli	Transitions	<b>2,5</b>	2,5
Basses	Transitions	<b>5,5</b>	2,5
Flute	Transitions	<b>2,75</b>	2,5
Clarinet	Transitions	<b>3,75</b>	2,5
Oboe	Transitions	<b>3,5</b>	2,5
Bassoon	Transitions	<b>3,25</b>	2,5
Trumpet Ensemble (á 3)	Transitions	<b>3,5</b>	2,5
Horn Ensemble (á 4)	Transitions	<b>3,75</b>	2,5
Trombone Ensemble (á 3)	Transitions	<b>3</b>	2,5
1st Violins	Sustain	<b>3,25</b>	4
2nd Violins	Sustain	<b>3,25</b>	4
Violas	Sustain	<b>3,5</b>	4
Celli	Sustain	<b>3</b>	4
Basses	Sustain	<b>4,5</b>	4
Flute	Sustain	<b>3,5</b>	4
Oboe	Sustain	<b>3,75</b>	4
Clarinet	Sustain	<b>2,5</b>	4
Bassoon	Sustain	<b>2,5</b>	4
Contrabassoon	Sustain	<b>3,75</b>	4
Trumpet Ensemble (á 3)	Sustain	<b>4,5</b>	4
Horn Ensemble (á 4)	Sustain	<b>4,5</b>	4
Trombone Ensemble (á 3)	Sustain	<b>4</b>	4
TBTB	Sustain	<b>3,5</b>	4
1st Violins	Staccato	<b>2</b>	2
2nd Violins	Staccato	<b>2</b>	2
Violas	Staccato	<b>2</b>	2

Celli	Staccato	<b>1,5</b>	2
Basses	Staccato	<b>1,5</b>	2
Flute	Staccato	<b>2,25</b>	2
Oboe	Staccato	<b>2</b>	2
Clarinet	Staccato	<b>1</b>	2
Bassoon	Staccato	<b>2,25</b>	2
Contrabassoon	Staccato	<b>1,5</b>	2
Trumpet Ensemble (á 3)	Staccato	<b>1,75</b>	2
Horn Ensemble (á 4)	Staccato	<b>2</b>	2
Trombone Ensemble (á 3)	Staccato	<b>1,75</b>	2
TBTB	Staccato	<b>2</b>	2
1st Violins	Pizzicato	<b>2,5</b>	2
2nd Violins	Pizzicato	<b>2,5</b>	2
Violas	Pizzicato	<b>2</b>	2
Celli	Pizzicato	<b>2,25</b>	2
Basses	Pizzicato	<b>2</b>	2
1st Violins	Marcato	<b>2,25</b>	2
2nd Violins	Marcato	<b>2,25</b>	2
Violas	Marcato	<b>2</b>	2
Celli	Marcato	<b>2,5</b>	2
Basses	Marcato	<b>1,5</b>	2
Flute	Marcato	<b>2,75</b>	2
Oboe	Marcato	<b>3</b>	2
Clarinet	Marcato	<b>1,5</b>	2
Bassoon	Marcato	<b>1,5</b>	2
Contrabassoon	Marcato	<b>2</b>	2
Trumpet Ensemble (á 3)	Marcato	<b>2,5</b>	2
Horn Ensemble (á 4)	Marcato	<b>2,25</b>	2
Trombone Ensemble (á 3)	Marcato	<b>2</b>	2
TBTB	Marcato	<b>2</b>	2