



# VIRTUELLE SIMULATION SINFONISCHER MUSIK

am Beispiel des Klavierkonzertes d-Moll KV 466 von W.A. Mozart

Diplomarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien  
Fachhochschule Stuttgart  
Hochschule der Medien

Ralf Gscheidle  
Matr.Nr.11060

Juni 2004

1. Prüfer: Prof. Dr. Johannes Schaugg  
2. Prüfer: Prof. Oliver Curdt

=

## Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe.

Sämtliche verwendeten Quellen sind im Literaturverzeichnis angegeben. Die Arbeit hat noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Stuttgart, 03.06.2004

*Ralf Gscheidle*



## Danksagung

Für das erfolgreiche Zustandekommen des *Projektes Mozart* bin ich folgenden Personen zu ganz besonderem Dank verpflichtet:

### **Prof. Oliver Curdt**

Prof. Dr. Johannes Schaugg  
Hinrich Alpers, Pianist  
Benno Glüsenkamp, Fattoria Musica/Osnabrück  
Klaus Kerscher  
Jörg Bauer, HdM  
Marcel Schechter  
Anne-Marie Münch  
Michael Vermathen  
Georg Obermayer, Mertens Audio Engineering/Stuttgart

## Inhalt

---

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Die Marktsituation</b>	<b>2</b>
<b>3. Grundlagen</b>	<b>4</b>
3.1 Der Sampler	4
3.2 Die kleinste Einheit - die Samples	5
3.3 MIDI - die Steuerfunktion	6
3.3.1 MIDI - das Protokoll	6
<b>4. Organisation der Daten</b>	<b>8</b>
4.1 Das Multisample	8
4.2 Mapping - Verteilen der Samples	9
4.3 Keyzones - Gebietszuteilung für Samples	9
4.4 Groups - Sammelpunkte für Keyzones	10
4.5 Layers - Dynamikebenen	10
4.5.1 X-Fade - Dynamiküberblendung	11
4.6 Key Switches - Umschalter zur Soundwahl	12
4.7 Loops - gezielte Wiederholungen	14
4.8 Sampleformate	15
<b>5. Das Orchester</b>	<b>17</b>
5.1 Instrumentenkundliche Betrachtungen	18
5.1.1 Transponierende Instrumente	18
5.1.2 Tonumfänge der Streichinstrumente	19
5.1.3 Tonumfänge der Holzblasinstrumente	21
5.1.4 Tonumfänge der Blechblasinstrumente	22

<b>6. Das Projekt Mozart</b>	<b>23</b>
6.1 Das Klavierkonzert d-Moll KV 466	24
6.2 Vom Notentext zum MIDI-File	25
6.3 Einrichten der Sequenzersoftware	29
6.4 Auswahl der Instrumente /Artikulation	31
6.4.1 Spezielle Spielweisen	31
6.4.2 Vibrato	34
6.4.3 Repetitionen	34
6.5 Gestaltung der Dynamik	36
6.5.1 Volume Grundeinstellung des Tonerzeugers	36
6.5.2 Lautstärke-Hüllkurve des Tonerzeugers	37
6.5.3 Der MIDI-Velocity-Bereich	38
6.5.4 Der Volume-Kanalfader (Spurautomation)	40
6.6 Gestalten des Tempos	40
6.6.1 Das Grundtempo	41
6.6.2 Tempo-Übergänge	41
6.6.3 Tap Tempo	42
6.6.4 Integration von Audio-Regionen	43
6.7 Die Mischung	45
6.7.1 Verteilen der Instrumente im Stereobild	46
6.7.1.1 Mikrofonierung eines Sinfonieorchesters	47
6.7.1.2 Mikrofonierung des Pianisten	49
6.7.2 Erzeugen eines künstlichen Raumes	49
<b>7. Schlussbetrachtung</b>	<b>52</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>53</b>

VI



## 1. EINLEITUNG

Klassische Musik – damit soll nicht nur jene aus der gleichlautenden musikgeschichtlichen Zeitepoche, sondern vielmehr alle Musik, die mit sinfonischen Musikinstrumenten gespielt wird, gemeint sein – hat längst im Multimedia-Zeitalter Einzug gehalten. Ihr intellektueller Zugang bleibt zwar immer noch einer kleinen Schar derer vorbehalten, die sich intensiv mit sinfonischer Musik auseinandersetzen, trotzdem aber ist diese durch den Einsatz in vielen verschiedenen Medienbereichen ein massentaugliches Konsumgut geworden.

Anlass genug für Industrie und Anwender, Strukturen dieser Art von Musik genauso wie die Eigenheiten der verschiedenen sinfonischen Musikinstrumente zu erfassen und Wege zu finden, diese digital zu simulieren. Dabei bestehen die unterschiedlichsten Ansätze, Klänge zu erzeugen, zu manipulieren und den zu imitierenden Vorbildern näher zu kommen. Diese reichen von Algorithmen zur ‚Beschreibung‘ von Klängen über eigenständige ‚virtuelle Instrumente‘ bis hin zu ‚echten‘, real aufgezeichneten Audiodateien, sogenannten Samples, welche die angestrebte Authentizität beim Nachbilden der originalen Instrumente erreichen sollen.

Die Möglichkeiten und Grenzen jenes letztgenannten Bereiches, welcher auf der Sample-Technik basiert, sollen im Rahmen dieser Diplomarbeit durchleuchtet und durch einen praktischen Teil ergänzt werden. Ziel dabei ist es, den 1. Satz des bekannten Klavierkonzertes d-Moll (KV 466) von Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791) unter Zuhilfenahme der neuesten zur Verfügung stehenden elektronischen Mittel quasi virtuell erklingen zu lassen. Lediglich der solistische Part des Konzertes soll von einem echten Pianisten auf einem realen Konzertflügel eingespielt werden. Dabei sollen Fragen wie folgende zu beantworten versucht werden:

1. Wie nahe kommt man dabei dem originalen Klang eines Orchesterapparates mit aktuellsten technischen Mitteln?
2. Bis wohin ist es möglich, interpretatorische Parameter wie Temposchwankungen, musikalisches ‚Rubato‘, Dynamik, Artikulation oder Feinheiten im Klang der Instrumente realitätsgetreu umzusetzen?
3. In welchen Punkten tauchen Unzulänglichkeiten bei der Simulation klassischer Musik auf? Gibt es Lösungsansätze hierfür?

Das Mozart'sche Klavierkonzert kommt hierfür in Frage, weil sich eine Rekonstruktion eines renommierten Werkes weitaus kompromissloser gestaltet als etwa eine Eigenkomposition, da sich eine solche immer ein wenig nach dem zur Verfügung stehenden Sample-Material orientieren wird.

## 2. DIE MARKTSITUATION

Speziell im Bereich der klassischen Musik existiert eine relativ überschaubare Anzahl an elektronisch-akustischen Werkzeugen.

Im Sample-Bereich hatten sich bisher vor allem zwei Hersteller etabliert - Miroslav Vitous und Peter Siedlaczek. Hierbei handelt es sich um CD-Kollektionen mit gesampelten Einzeltönen verschiedener Instrumente in verschiedenen Spielweisen. Der hohe Preis von 3300\$ für die ‚Miroslav Vitous Orchestra‘-Sammlung auf 4 CDs lässt entweder auf ein relativ kleines Marktsegment oder eine zu schwache Konkurrenz schließen.

Diese allerdings hat im Jahre 2003 zugeschlagen und mit der ‚Vienna Symphonic Library‘ eine neue Messlatte gesetzt: je nach Umfang kann man hiermit für bis zu 5500€ die bislang umfangreichste Sound-Bibliothek erwerben.

Dazu schreibt der *Spiegel* in der Ausgabe 1/2004<sup>1</sup>:

*„Von jedem Instrument wird dafür jeder Ton, vom tiefsten bis zum höchsten, penibel aufgezeichnet und in einer riesigen Datenbank verstaut. Von jedem Ton gibt es dort wiederum vielerlei Varianten: trocken gespielt oder tremolierend, abgehackt oder gebunden, anschwellend oder verebbend. Nicht einmal delikate Geigerflautandi fehlen, sachte am Griffbrett gestrichen und kaum lauter als ein über den Tisch gezogenes Blatt Papier. Allein die Solovioline kommt damit auf gut 20 000 Einzeltöne.*

*So entsteht in Wien der vollständige Klangbausatz der klassischen Orchestermusik: Streicher und Bläser aller Art, dazu Schlagwerk von der Kesselpauke bis zum Ministrantenglöckchen. [ . . . ]*

*Für die erste Ausbaustufe der Datenbank sind insgesamt anderthalb Millionen Klangmodule geplant. Danach geht es, sofern das Geld reicht, mit neuen Einspielungen weiter - vom Spezialbedarf für zeitgenössische Sounddesigner*

*(etwa Ketten, die über Gongs schleifen) bis hin zu einer ersten Sammlung mit den Klangbausteinen menschlicher Stimmen. "*

Neben dieser mächtigen Bibliothek, die bis zu dem jetzigen Zeitpunkt bereits über 230 Gigabyte umfasst, bieten noch einige weitere Hersteller Sample-CDs mit klassisch orientiertem Inhalt an. Diese reichen von Piano- über Streicherkollektionen bis hin zu Holzblasinstrumenten- (Woodwinds) oder Percussion-Sammlungen für etwa 100 bis 500€ pro CD.

Neben den o.g. Sample-Bibliotheken gibt es virtuelle Tonerzeuger, die unter anderem auch auf Samples basieren können, aber mehr Funktionalität bieten als diejenigen, die nur von einem Sampleplayer aus abgespielt werden können. Um diese nutzen zu können, ist aber in den meisten Fällen der Einsatz eines Sequenzerprogrammes nötig, da die Software nur als sog. *Plug-In* in ein Basisprogramm eingebunden werden kann. (Seltener funktionieren solche Plug-Ins auch als Standalone-Programme ohne ein dahinter laufendes Programm.) Führend in diesem Bereich die Firma Steinberg. Das liegt mitunter daran, dass Steinberg eine eigene Schnittstelle entwickelt hat, um solche virtuellen Instrumente in Sequenzerprogramme einzubinden (VST - Virtual Studio Technology).

VST-Instrumente - auch von Drittherstellern - sind also eigenständig programmierte Instrumente mit - im Gegensatz zu ‚reinen‘ Samplern - quasi uneingeschränkter Funktionalität. So ist es z. B. möglich, mit Steinbergs ‚The Grand‘, einem virtuellen Konzertflügel in Form eines 3 CDs umfassenden VST-Plug-Ins, die Obertonschwingungen zu erzeugen, die bei einem echten Klavier auftreten, wenn man das Haltepedal tritt.

Diese Funktionalität können Sampler im Vergleich nicht leisten: zwar kann man alle Töne mit Haltepedal einzeln sampeln und sie immer dann abspielen, wenn man das Haltepedal am MIDI-Keyboard heruntergetreten wird, aber dadurch sind längst nicht alle Eventualitäten des physikalischen Entstehens von Obertönen abgedeckt.

Schätzungsweise werden auch in Zukunft mehr und mehr VST- oder ähnliche Instrumente, welche auf flexiblere Art und Weise die Eigenheiten eines Musikinstrumentes simulieren können, auf dem Audiomarkt erscheinen und die ‚reinen‘ Sampleplayer nach und nach ablösen. So sind z. B. die ‚HALion String Edition‘ oder auch die ‚Vienna Symphonic Library‘ eigentlich auch schon

nicht mehr in das Segment der reinen Sampler einzuordnen, sondern bieten durch die Installation zusätzlicher Komponenten (z. B. Performance Tool/VSL) bereits einiges mehr an Funktionalität.

<sup>1</sup> Manfred Dworschak, „Die Wiener Schnipselmusikanten“, Der Spiegel, Ausgabe 1/2004

### 3. GRUNDLAGEN

#### 3.1 Der Sampler

Sampler sind Geräte zum Aufnehmen, Wiedergeben und Organisieren von Audiodateien. Darüber hinaus besitzen sie zahlreiche Manipulations- und Editiermöglichkeiten, mit denen man das Audiomaterial verändern kann: So gehören digitale Filter (z. B. Tiefpass-/ Hochpass-/ parametrische Filter), Equalizer und Kurvenfunktionen zur Steuerung von Amplitude und Filtern längst zur Grundausstattung dieser Geräte.

Die ersten digitalen Sampler wurden Mitte bis Ende der 70-er Jahre von FAIRLIGHT (C.M.I. Series, siehe [Abb. 1](#))<sup>1</sup> und NEW ENGLAND DIGITAL (Synclavier)<sup>2</sup> entwickelt. Für die damalige Zeit hatten die Geräte mit 128 Kbyte schon überdurchschnittlich viel teuren RAM-Speicher, was sie neben Auflösungen von anfangs 8 Bit Stereo und Samplingfrequenzen ab 10 KHz zu hochpreisigen Anlageobjekten bis zu mehreren hunderttausend Mark machte. 1980 erschloss E-MU SYSTEMS mit dem *Emulator* (8 Bit, ca. 32.000 DM) das Marktsegment der mittelgroßen Tonstudios. Erst 1984 wurde von AKAI der „Volks-Sampler“ *S 612* (12 Bit, 4-32 KHz., ca. 3000 DM) vorgestellt, der erstmals das Sampling in jene preislichen Regionen erhob, die sich fast jeder leisten konnte.<sup>3</sup> Heute sind Sampler ausschließlich in erschwinglichen Preisregionen mit Samplingraten zwischen 44.1- und 192KHz und Auflösungen von 16-24 Bit erhältlich.

Hardware-Sampler spielen aber seit der Jahrtausendwende eine immer geringere Rolle, da immer leistungsfähigere Computer viel besser zu



Abb. 1:

C.M.I. Series 1 - 1979 vorgestelltes Computermusiksystem von Fairlight (gegründet 1975 in Sydney/Australien von Kim Ryrie und Peter Vogel). 8-stimmig polyphon, 128 KByte RAM, 8-Bit-A/D-Wandler, Samplingfrequenz 10 kHz., 2 anschlagsdynamische 73-Tasten-Klaviaturen, Monitor mit Lichtgriffel, alphanumerische Tastatur und eine Rechneinheit mit zwei Diskettenlaufwerken - circa 180.000 DM. (Zu hören z. B. in Peter Gabriel's „Shock The Monkey“.)

handhabende Softwarevarianten bieten. Letztere können sich z. B. des stetig anwachsenden Arbeits- und Festplattenspeichers bedienen und sind nicht mehr auf feste Größen wie bei den Hardware-Pendants angewiesen. Weiter besteht die Möglichkeit, sie in Form von sog. Plug-Ins in ein Hauptprogramm (z. B. ein Sequenzerprogramm) einzubinden. Dadurch fügt sich der ehemals externe Tonerzeuger nun in umfassende Arrangements ein, welche außerdem mit sämtlichen dazugehörigen Noten-, Effekt- und Automatisierungs-Daten aufwarten können.

---

<sup>1</sup> Online im Internet. URL: <http://www.synrise.de/docs/types/f/fairlightesp.htm> (Stand: 03/2004)

Online im Internet. URL: <http://www.ghservices.com/gregh/fairligh/tech.htm> (Stand: 03/2004)

<sup>2</sup> Online im Internet. URL: <http://www.synrise.de/docs/types/n/newenglanddigital.htm> (Stand: 03/2004)

<sup>3</sup> Online im Internet. URL: <http://www.synrise.de/docs/intro/geschichte.htm> (Stand: 03/2004)

### 3.2 Die kleinste Einheit - die Samples

Samples sind digitale Abbilder akustischer Ereignisse. Dies können Audiodateien verschiedenster Formate in nahezu beliebiger Größe und in verschiedenen Auflösungen sein. Also darf man zunächst einmal alles, was in „auditiv-elektronischer“ Form vorliegt, als ‚Sample‘ bezeichnen.

Geht man vom in der Praxis am häufigsten anzutreffenden Fall aus, dass Samples relativ kurze, teils abrupt endende und somit nicht für den unmittelbaren Hörgenuss konzipierte Tonstückchen sind, besteht die Notwendigkeit, diese nicht nur einzeln nacheinander abspielen zu können, sondern sie auf andere sinnvolle Weise zu organisieren. Es bietet sich hier die Klaviatur von Keyboards bzw. Masterpianos an, wo man zunächst einmal bis zu 88 Tasten zur Verfügung hat, um die Samples sinnvoll zu verteilen (mehr dazu in Kapitel 4). Von hier aus kann man dann per Tastenanschlag die einzelnen Audiodateien sozusagen ferngesteuert abspielen. Für die ‚Fernsteuerung‘ ist *MIDI* (Musical Instrument Digital Interface) verantwortlich.

### 3.3 MIDI - die Steuerfunktion

MIDI wurde von der International MIDI Association (IMA), MIDI Manufacturers Association und dem Japan MIDI Standards Committee 1982 entwickelt, um die Kommunikation der verschiedenen Geräte untereinander zu ermöglichen. Jedes Gerät verfügt über dieselbe Schaltung und ein identisches Interface, über die es per Kabel mit den anderen Geräten verbunden werden kann. Somit können Informationen, die in der MIDI-Vorschrift festgelegt worden sind, von einem beliebigen Gerät gesendet als auch empfangen und verarbeitet werden.

Für das Verständnis eines MIDI-Systems ist zunächst wichtig, die für die Musikalität eines elektronischen Tonerzeugers, z. B. des Samplers, entscheidenden Parameter zu kennen. Primär dreht sich Musik immer um folgende drei Parameter:

1. Tonhöhe,
2. Tondauer (*Duration*)
3. und Lautstärke (*Velocity*) eines Tones.

Sekundär spielen Steuerinformationen, angefangen von Control-Change-Befehlen für z. B. Haltepedal (Sustain), Pitch Bend- oder Modulation Wheels bis hin zur Manipulation einzelner Klangparameter des Tonerzeugers eine Rolle. Alle Daten können mit Hilfe einer Kanalinformation auf 16 voneinander unabhängige Kanäle übertragen werden, so, dass ein Arrangement mit mehreren Instrumenten gleichzeitig möglich ist.

Die Latenz - die Verzögerungszeit, die durch die serielle Übertragung der MIDI-Daten auftritt, kann im Normalfall ignoriert werden, da sie sich erst bei sehr großen Arrangements hörbar auswirkt. (In diesen Fällen bieten professionelle Sequenzerprogramme einen fein einstellbaren Verzögerungswert (Delay) pro Spur an, um den unerwünschten Effekt auszugleichen.)

#### 3.3.1 MIDI - das Protokoll

Das MIDI-Protokoll besteht aus Datenwörtern mit jeweils 8 Bit (=1 Byte). Um einen Ton zu spielen, sind im MIDI-System zunächst einmal zwei

Informationseinheiten nötig: ein Noten-Einschaltbefehl (Note-On) und ein Noten-Ausschaltbefehl (Note-Off). Beide Befehle bestehen aus drei Bytes: <sup>1</sup>

Das erste - das Status-Byte, dessen höchstwertiges Bit (MSB - Most Significant Bit) immer eine 1 ist, leitet das MIDI-Ereignis ein:

**1001 xxxx**      - Note-On-Befehl  
**1000 xxxx**      - Note-Off-Befehl

wobei **xxxx** die Kanalnummer K-1 (1-16) darstellt.

Das zweite Byte übermittelt die Information, welcher von 128 möglichen Tönen ein- bzw. ausgeschaltet werden soll und das dritte Byte die dazugehörige Lautstärkeinformation (Velocity). Es handelt sich hier um Daten-Bytes, deren MSB immer 0 ist:

**0xxx xxxx**      - Daten-Byte mit 128 möglichen Werten

Neben den einfachen Spielbefehlen kann MIDI auch hardware-spezifische Daten wie Programmwechselbefehle (Program Change) oder systemexklusive Daten (SysEx) übermitteln, die das Speichern, Aufrufen oder Verändern einzelner oder kompletter Instrumenten-Setups eines MIDI-Tonerzeugers ermöglichen.

Dazu gibt es 128 zum Teil festgelegte als auch frei programmierbare Controller, mit denen man alle klangspezifischen Parameter manipulieren kann. Hier liegt vor allem der Reiz und auch der große Vorteil des MIDI-Protokoll im Studiobereich.

**1011 xxxx**      - Status-Byte für Controller-Änderung (Control Change)  
**0xxx xxxx**      - Daten-Byte für Controller-Nummer 0-127  
**0xxx xxxx**      - Daten-Byte für Controller-Wert 0-127

Seit leistungsstarke Chipsätze auch die Implementierung von einfachen Synthesizern auf Soundkarten für den Homecomputer-Bereich ermöglichen, wurde der MIDI-Standard um ein Standardset von Instrumenten erweitert, festgelegt durch die General MIDI (GM)-Spezifikation. Dadurch wird erreicht,

dass jeder GM-kompatible Tonerzeuger z. B. Instrument Nr. 1 als Klavier wiedergibt.

Wegen ihrer geringen Größe von nur wenigen Kilobytes werden MIDI-Dateien auch für den Austausch von „Musik“ im Internet verwendet. In Anführungszeichen deshalb, weil es sich lediglich um die Steuerinformationen für einen willkürlichen MIDI-Tonerzeuger handelt. Und da es bei weitem noch nicht möglich ist, mehrstimmige Musik direkt in MIDI-Daten umzuwandeln, entsprechen die MIDI-Files, die ein Audio-Original nachbilden sollen, lediglich dem Können derer, die sie „nachkomponiert“ haben. Außerdem sei in diesem Zusammenhang klargestellt, dass die Klänge als solche erst durch den Tonerzeuger des Rezipienten erzeugt werden und dadurch nicht in ihrer Qualität beeinflussbar sind.

---

<sup>1</sup> Aicher, Richard, „Das MIDI Praxisbuch“, 2.Auflage, Signum Medien Verlag GmbH, München 1987

## 4. ORGANISATION DER DATEN

### 4.1 Das Multisample

Sobald auf einer Tastatur mehr als ein nur Sample verteilt ist, spricht man von einem *Multisample*. Im Idealfall greift jeder einzelne Ton der als Steuereinheit dienenden MIDI-Tastatur eines Synthesizers, Keyboards oder Masterpianos auf ein extra Sample zu.

Damit verhindert man den meist unerwünschten Effekt, der auftritt, wenn man ein einzelnes Sample höher oder tiefer abspielt. Dieses wird in einem solchen Fall zeitlich gestaucht bzw. gedehnt und gleichzeitig in seiner Tonhöhe verzerrt. Ein normal gesprochener Satz z. B. gleicht als ein um 2 Oktaven zu hoch abgespieltes Sample einer schnellsprechenden Micky-Maus-Stimme und ein sonorer Klavierton drifftet klanglich in die Höhen einer dünnbesaiteten Zither ab.

Es gibt zwar verschiedene technische Lösungsansätze, diesen Effekt auszugleichen (z. B. „Elastic Audio“ beim ROLAND VP-9000), hat dann aber den Nachteil, dass alle Samples exakt gleich klingen, was einen unnatürlichen Klangeindruck hervorruft. Außerdem wird die Echtzeitmodulation der Tonhöhe und der Geschwindigkeit in der Praxis relativ schnell hörbar – bei filigranen Audiomustern kann das schon ab etwa 1 oder 2 Halbtonschritten (= kleine bzw. große Sekunde) der Fall sein. Daher macht es auch aus heutiger Sicht noch Sinn, ein Multisample der technischen Modulation vorzuziehen, da man so dem zu imitierenden Instrument noch einen gewissen Grad an Authentizität erhalten kann.

## 4.2 Mapping - Verteilen der Samples

Der Begriff ‚*Mapping*‘ taucht immer dann auf, wenn es um das Zuordnen einzelner Samples zu verschiedenen (MIDI-)Tönen geht.

Dabei ist MIDI-Ton Nr.60 (Daten-Byte Nr. **00111100**) das mittlere C auf der 88-Tasten-Klavatur. (Vorsicht: bei z. B. *Yamaha* oder *Logic Audio* ist dieses als ‚C3‘, bei *Roland* oder der *Vienna Symphonic Library* hingegen als ‚C4‘ definiert - der musiktheoretisch korrekte Ton aber ist das sog. *eingestrichene c* (=c!) .)

## 4.3 Keyzones - Gebietszuteilung für Samples

Der Bereich, den ein Sample auf der Tastatur abdeckt, wird als Zone (*Keyzone*) bezeichnet (bei E-MU: *Voice*). Im einfachsten Fall liegt z. B. ein einzelnes Sample auf dem mittleren C auf der Tastatur. Dieses C ist dann die sog. *Key Note* - hier also liegt das Originalsample. Das ist wichtig zu wissen, falls die sog. *Zone Range*, also der Bereich, den das einzelne Sample abdecken soll, über die Keynote hinausgeht, z. B. über die ganze Tastatur.

In einem solchen Beispiel hätte man ein unverfälschtes Originalsample auf der besagten mittleren C-Taste und nach unten wie nach oben lauter sich mehr und mehr verzerrende Abbilder des Samples.

Am häufigsten trifft man in der Praxis auf Multisamples, deren Zone Ranges etwa 3 Halbtöne ausfüllen, bei denen also etwa alle 3 Halbtöne ein extra Sample erklingt. Nur aufwendiger erstellte Sample-Instrumente haben nahezu

jede oder zumindest jede zweite Taste belegt. Verändert werden können diese Zuordnungen normalerweise im Preset-, Instrument- oder Keyzone-Editor des jeweiligen Samplers.

#### 4.4 Groups - Sammelpunkte für Keyzones

Je nach Sampler-Modell können verschiedene Zonen wiederum in übergeordnete Gruppen (*groups*) zusammengefasst werden. Dies vereinfacht diverse Zuordnungen, die für mehrere Samples oder sogar alle Zonen gleichzeitig zur Geltung kommen sollen. Beim Emagic EXS24 II Softwaresampler sind dies z. B. Lautstärkeinstellungen, Zuordnungen für Key Switches oder finale Zuteilungen für den MIDI-Velocity- (Lautstärke-)Bereich. Auf diese Features wird in den nächsten Kapiteln näher eingegangen.

#### 4.5 Layers - Dynamikebenen

Gruppen (und somit natürlich auch Zonen) dürfen sich beliebig überlagern. So ist es z. B. möglich, verschiedene Sounds einer Taste zuzuordnen. Auf diese Art kann man entweder einen Klaviersound mit Streichern unterlegen oder z. B. verschiedene Dynamikabstufungen eines Instrumentes erreichen.

Eine solche Staffellung auf verschiedene Dynamikebenen, sog. *Layers*, kann auf verschiedene Art und Weise realisiert werden:

Damit nicht alle Töne gleichzeitig in allen Dynamiken von pianissimo (pp) bis fortissimo (ff) erklingen, fügt man den einzelnen Layers, die sinnvollerweise aus Gruppen mit den jeweilig relevanten Zonen bestehen, einen Dynamikbereich zu. Dieser kommt ganz einfach aus dem MIDI-Lautstärkebereich (Velocity 0-127). Ein Beispiel für eine solche *Velocity-Layer-Staffellung* wäre:

MIDI-Velocity	00 - 40	piano-Sample
MIDI-Velocity	41 - 89	mezzoforte-Sample
MIDI-Velocity	90 - 127	forte-Sample

Je nach Anschlag der Tastatur bestimmt also der daraus resultierende Velocity-Wert zwischen 0 und 127, welches Layer gespielt wird. (Bei manchen Sampleplayern auch *Xswitch* genannt.)

#### 4.5.1 X-Fade - Dynamiküberblendung

In der Praxis sind zur Zeit etwa bis zu 4 Dynamiklayer gängig. Sehr viel feinere Unterteilungen sind von den einspielenden Musikern kaum mehr realisierbar. Daher gibt es an den Nahtstellen meistens deutlich hörbare Sprünge im Klang der Instrumente.

Um diesem Effekt entgegenzuwirken, beherrschen Sampleplayer der zur Zeit aktuellen Generation (z. B. Steinberg Softwaresampler HALion ab V. 2.0.3 PB2 oder Emagic Softwaresampler ab EXS24 mkII, siehe [Abb. 2](#)) die Möglichkeit, zwischen mehreren Ebenen zu überblenden.

Diese Funktion *x-fade* ermöglicht also durch eine Kreuzblendenfunktion den nahtlosen Übergang der verschiedenen Dynamiklayer und eignet sich dadurch z. B. besonders gut bei *crescendi* (lauter werden) oder *decrescendi* in der Musik, wo bei der normalen Velocity-Layer-Staffelung die Sprünge deutlich hörbar gewesen wären.

Noch organischer kann man die Dynamik dann steuern, wenn man die Velocity-Steuerung z. B. auf das sich an jedem Masterkeyboard befindliche Modulation Wheel (welches MIDI Controller ,1' darstellt) legt und somit feine Veränderungen in der Dynamik „fahren“ kann. Hierfür muss man lediglich im Sampler eine Verbindung zwischen dem ModWheel (MIDI-Control 1) und der Lautstärke (Velocity) herstellen.

Allerdings muss man damit rechnen, dass an jenen Nahtstellen, an denen 2 Layer gleichzeitig zu hören sind, Probleme klanglicher Natur auftauchen können, die sich in einem „phasigen“, sich überlagernden Klang bemerkbar machen. Daher ist die Xfade-Einstellung, sollte sie benötigt werden, von Instrument zu Instrument neu zu testen und mit Vorsicht zu genießen.



Abb. 2:

Emagic EXS24 mkII mit der Xfade-Einstellung, die es ermöglicht, zwischen verschiedenen Ebenen des Sampler-Instrumentes überzublenden. Für das Simulieren von Naturinstrumenten ist auch der „Random“-Knopf sehr nützlich: dieser Zufallsgenerator beeinflusst die Tonhöhe und kann so für natürlich wirkende Verstimmungen der Instrumente sorgen.

#### 4.6 Key Switches - Umschalter zur Soundwahl

Um beim Einspielen schon verschiedene instrumentenspezifische Spieltechniken und Artikulationen wie z. B. legato (gebunden, lang) bis pizzicato (Saite gezupft, kurz) unterteilen zu können, müssen diese zunächst alle innerhalb eines Sampler-Instrumentes vorliegen. Jetzt bedarf es lediglich einer Spielhilfe, z. B. in Form von sog. *Key Switches*, welche es ermöglicht, per Tastendruck oder MIDI-Controllerwert die verschiedenen Ebenen anzusteuern, die die einzelnen Spieltechniken repräsentieren.

Wollte man auf zusätzliche Spielhilfen lieber verzichten, bliebe für solcherlei Unterteilungen nur der MIDI-Velocity Bereich. Jener ist deshalb relevant, weil die Lautstärkeinformation eines Tones, der auf dem Masterpiano angeschlagen wird, quasi in Echtzeit vorliegt. (Zur Ermittlung dieses Wertes sorgen übrigens lediglich 2 zueinander versetzte Kontaktpunkte unter der Taste des Masterkeyboards: drückt man die Taste langsam, und zwar mit der Intention, leise zu spielen, ist der Zeitunterschied zwischen den beiden Kontakten größer als wenn die Taste schnell heruntergedrückt wird. Aus diesem Zeitversatz heraus kann die Lautstärkeinformation in einen MIDI-Wert gewandelt und sofort akustisch interpretiert werden.)

Wollte man sich also diese „Anfangswerte“ zunutze machen und ein Sampler-Instrument derart gestalten, dass die verschiedenen Spielarten durch die Interpretation verschiedener Lautstärke-Werte voneinander getrennt würden, setzte dies zum einen eine äußerst distanzierte Spieltechnik voraus, die auf Keyboardtasten kaum umgesetzt werden kann und zum anderen ginge die Dynamik und natürlich eventuell bestehende Dynamik-Layer der Instrumente (siehe voriges Kapitel) verloren. (Und die für die Artikulation weitaus wichtigere Information, nämlich die der finalen Notenlänge, liegt zum Zeitpunkt des Anschlagens natürlich noch nicht vor.)

Die Key Switches hingegen können z. B. frei wählbaren Tönen auf der Tastatur zugeordnet werden. Sinnvollerweise wählt man dafür die meist unbenutzten tiefsten Töne, die man dann so mit den einzelnen Artikulationsebenen verknüpft, dass unmittelbar nach dem Anschlagen eines solchen Tones die gewünschte Artikulation auf allen anderen Tönen, die keine Key Switches darstellen, spielbar ist.

Neben den Tönen kann man auch allen erdenklichen MIDI-Controllern, angefangen von den typischen Modulation- und Pitch-Wheels bis hin zu sämtlicher MIDI-fähiger Hardware bestimmte Bereiche (eines definierten MIDI Controllerbereiches 0-127) zuweisen. Allerdings eignen sich für solche

‚digitalen‘ Vorgänge wie das gezielte Umschalten verschiedener Sounds  
‚analoge‘ Eingabemedien wie Fader, Pedale oder Eingaberäder nur bedingt.

Die Key Switch-Verteilung eines Sampler Instruments der Advanced Orchestra Edition (Peter Siedlaczek) sieht am Beispiel „Symphonic Violins x-fade“ folgendermaßen aus:<sup>1</sup>

C1	Sustained	4 Layers (pp/mp/f/ffvib), long notes, natürlicher Attack, geeignet für legato
C#1	Sust. slow	wie oben, sanfter, langer Attack (fade-in)
D1	Tremolo	4 Layer Tremolo (pp/mp/f/ffvib)
D#1	Con Sordino	con sordino mp
E1	minor trill	Halbton – Triller, mf
F1	major trill	Ganzton – Triller, mf
F#1	pizzicato 1 & 2	zwei ähnliche Pizzicati für natürliche Repetition; in x-fade und VELOProgrammen zugeordnet zu einer Taste; das Mischverhältnis hängt von dem Velocity-Wert oder der ModWheel – Stellung ab
G1	Staccato 1	Bogenaufstrich staccato, 2 Layers (mp, f)
G#1	Staccato 2	Bogenabstrich staccato, 2 Layers (mp, f)
A1	16th end	Sechzehntel (Bezug: 120 Bpm); softer und etwas länger als staccato, 2 Layers (mp, f)
A#1	detaché 1 & 2	kurzes detaché gespielt down-bow und up-bow (mf)
B1	maj. grace note	Vorschlagsnoten, Ganzton, auf- und abwärts (Umschalten via ModWheel); mf
C2	min. grace note	Vorschlagsnoten, Halbton, auf- und abwärts (Umschalten via ModWheel)

Hat man die verschiedenen Layers auf eine solche Weise mit Key Switches verknüpft, spielt der Sampler zunächst das ‚oberste‘ (Standard-) Layer. Diese Information gilt dann solange, bis ein neuer Key Switch-Befehl eintrifft.

Der Unterschied zum MIDI Program-Change-Befehl ist, dass kein neuer Sound geladen, sondern nur zwischen bereitstehenden Klängen innerhalb eines einzelnen Instrumentes umgeschaltet wird.

<sup>1</sup> Peter Siedlaczek, Advanced Orchestra Edition Booklet

#### 4.7 Loops - gezielte Wiederholungen

Looping ist eine Technik, mit der die Soundlänge beeinflusst werden kann, ohne dafür längere Samples und somit mehr Samplespeicher zu benötigen.

Innerhalb einzelner Samples ist es mit allen gängigen Samplern möglich, Punkte zu definieren, von denen aus das Sample spielen, wo es enden zwischen welchen es wiederholt werden soll. Mit dieser Technik kann man z. B. aus kurzen, abgehackten Tonfragmenten lange, spielbare Töne formen.

Um an den Loopschnittstellen Störgeräusche wie z. B. Knacksen zu vermeiden, bieten die meisten Sampler eine *Crossfade* - Option an, die zwischen Loopende und Loopanfang überblenden und Ungleichheiten damit verschleiern kann. Andere Sampler versuchen dies zusätzlich mit Algorithmen zum Erkennen der geeignetsten Loop-Übergangspunkte (Bsp. *Auto-Correlate*-Funktion, E-MU/Emulator-Serie). Allerdings ist gutes Looping trotz genannter Hilfsmittel keine ganz einfache Sache, da das Ohr sehr empfindlich auf feinste Ungleichmäßigkeiten im Klang reagiert.

Loops können je nach Sampleplayer auf verschiedene Arten eingesetzt werden: sehr oft trifft man auf den Fall, dass am Ende eines Samples ohne Ausklinganteil ein Loop-Punkt gesetzt wird, der an die Stelle zurückspringt, an der der Einschwingvorgang (*Attack*) des jeweiligen Instrumentes gerade vorbei ist (siehe [Abb. 3](#)). Der in seiner Länge regulierbare Ausklingvorgang (*Release*) wird dann nach dem Loslassen der Taste lediglich durch einfaches Ausfaden des geloopten Sounds imitiert.

Diese Variante ist allerdings nicht besonders authentisch im Klang. Eine klanglich schönere Möglichkeit ist, den Bereich innerhalb eines vollständigen Samples zu loopen. Beim Loslassen der Taste werden die Loop-Punkte dann

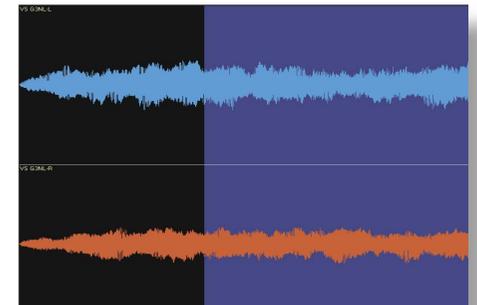


Abb. 3:

Loop eines Violinen legato-Samples. Der schwarze Bereich stellt den Einschwingvorgang (*Attack*) des Klanges dar, woraufhin der blaue Bereich solange wiederholt (geloopt) wird, bis die Taste losgelassen wird oder der MIDI Note-Off Befehl des Sequenzers eintrifft. (Ansicht: Konvertierungssoftware CDXtract, Bernard Chavonnet, [www.cdextract.com].)

einfach außer Kraft gesetzt und das Sample bis zum Ende durchgespielt (z. B. *Loop in Release*-Funktion, E-MU/Emulator-Serie).

Eine weitere Variante ist die, dass der Sampleplayer nach dem Loslassen der Taste zu extra „Release-Samples“ springt (*Trigger on: Key Release*), die dann z. B. das Ausklingen der Saiten eines Streichinstrumentes abspielen (Bsp. *True String Release*, Steinberg/HALion String Player; VSL/Release („RS“) Instruments).

Loops einzusetzen macht am ehesten bei Ensemble-Sounds Sinn, weil Soloinstrumente nur in vernachlässigbar seltenen Fällen sehr lange, gänzlich übergangslose Töne erklingen lassen können. Außerdem klingen die geloopten Instrumente meistens etwas steril, obwohl man hier mit einer Hüllkurveneinstellung (*Envelope*) etwas nachhelfen kann, indem man z. B. einen künstlichen Dynamikverlauf erzeugt (ausführlicher in Kapitel 6.5.2).

Diese Technik im Umgang mit Samples ist noch ein Relikt aus jener Zeit, wo Speicherplatz rar und teuer war, wird aber sicherlich dann noch einmal mehr Verwendung finden, wenn man - ähnlich wie man es bereits mit den sog. *Phonemen*, den kleinsten auditiven Fragmenten der menschlichen Stimme versucht - Samples nur noch als Grundbausteinchen zur Klanggestaltung mit übergeordneten Algorithmen verwenden sollte.

#### 4.8 Sampleformate

Alle in diesem Kapitel 4 beschriebenen Features finden sich entsprechend der Funktionalität der jeweiligen Sampleplayer in deren Sampleformaten wieder. Am meisten etabliert hatte sich in der Ära der Hardware-Sampler das AKAI-Format, was sich bis heute noch darin zeigt, dass beinahe alle sich auf dem Markt befindlichen Sampler das AKAI-Format lesen bzw. in ein eigenes Format konvertieren können.

Dazu muss allerdings gleich gesagt werden, dass viele der hier beschriebenen Funktionen durch Konvertierungsvorgänge verloren gehen können, weil sie z. B. in anderen Formaten nicht existieren. Am besten ist es also, wenn man für das Samplesystem, mit dem man arbeitet, die entsprechende Sample-Software erwerben kann. So kann man sich am ehesten sicher sein, dass alle Funktionen ausgenutzt werden können.

Einige Hersteller codieren innerhalb einer einzigen Datei alle akustischen Audio- und einstellungsrelevanten Sampler-Daten (Bsp.: Tascam Giga-Sampler/Giga-Studio). Andere hingegen trennen die Audio-Daten von dem eigentlichen „Sampler-Instrument“, was vor allem den Vorteil bietet, mehrere Variationen eines Instrumentes mit verschiedenen Einstellungen abspeichern zu können, ohne dabei die Grenzen des verfügbaren Speicherplatzes zu sprengen, da sich die Sampler-Instrumenten-Daten auf nur wenige Kilobytes beschränken und z. B. auf dieselben Audiodateien zugreifen können (z. B. bei Softwaresampler Steinberg HALion, Emagic EXS24, E-MU Desktop Sampling Systems).

Die Instrumenten-Datei enthält neben allen in den vorangegangenen Kapiteln behandelten Parametern zum Organisieren der Daten und der verschiedenen Sampler-Einstellungen einen Verweis dorthin, wo sich die dazugehörigen Audio-Daten befinden. Beim ersten Laden oder falls sich der Pfad der Audiofiles geändert haben sollte, sucht der Sampler automatisch nach den Samples und passt ggf. die Instrumentendatei an. Da dieser Vorgang vor allem bei umfangreicheren Datenmengen (wie z. B. bei Instrumenten der *Vienna Symphonic Library*) sehr viel Zeit in Anspruch nehmen kann, gibt es mittlerweile auch z.T. frei erhältliche Software, die Sampler-Instruments und Audio-Daten (wieder) synchronisiert. (z. B. für Emagic EXS24: *EXS Manager*, Indigo Rose Corporation, [<http://www.indigorose.com>].)

## 5. DAS ORCHESTER

Klassische Musik erstreckt sich von Solo-Werken für einzelne Instrumente über Kammermusik-Ensembles, Streich- oder Bläserorchester bis hin zu riesigen Orchesterbesetzungen wie z. B. denen von Mahler-Sinfonien oder Wagner-Opern.

Ein großes, vollständiges Sinfonieorchester setzt sich in Maximalbesetzung heute folgendermaßen zusammen: (nach dtv-Atlas zur Musik, Bd.1)<sup>1</sup>

Abb. 4:

Großes Sinfonieorchester,  
neue Sitzordnung.

- Schlagzeug
- Blechbläser
- Holzbläser
- Streicher
- bes. Instr.



Natürlich kann sich die Sitzordnung je nach Umfang und gewünschtem Klang des zu interpretierenden Werkes unterscheiden, so, wie für das Projekt Mozart die alte („deutsche“) Orchesteraufstellung vom Stereobild her reizvoller ist als die neue. (Näheres dazu in Kapitel 6.7.1/ Verteilen der Instrumente im Stereobild.)

Im Gegensatz zur Simulation eines Soloinstrumentes ist es für das Nachbilden eines Orchesterklanges - wollte man nicht tatsächlich jedes Instrument einzeln nachbilden - also auch notwendig, Klänge einer ganzen Instrumentengruppe (*unisono*, z. B. der Gruppe der 1. Violinen mit 16 Spielern) zur Verfügung zu haben.

<sup>1</sup> dtv-Atlas zur Musik, Bd.1, 15.Auflage, München 1994, S.64

## 5.1 Instrumentenkundliche Betrachtungen

Da wir es mit einer Vielzahl von Instrumenten mit unterschiedlichen Eigenschaften zu tun haben, die sich auch in den verschiedenen Sampler-Instrumenten wiederfinden, sollen die nächsten Unterkapitel kurz auf die wichtigsten Eigenheiten der einzelnen Instrumentengruppen aufzeigen und Vergleiche zu bestehenden elektronischen Pendanten anzustellen versuchen.

### 5.1.1 Transponierende Instrumente

So mancher mag sich bei einem Blick in eine sinfonische Partitur wundern, weshalb innerhalb eines Werkes verschiedene Tonarten in den Systemen der Holz- und Blechblasinstrumente auftauchen. Dieser Effekt kommt durch die sog. *transponierenden Instrumente* zustande.

Dazu schreibt dtv-Atlas zur Musik<sup>1</sup>:

*„Grundton und Naturtonreihe sind durch die Rohrlänge festgelegt. So gibt es Instrumente in C-Dur, in B-Dur usw. Wird der Grundton gegriffen, so erklingt der des jeweiligen Instrumentes. Man notiert die Naturtonreihe stets in vorzeichenlosem C-Dur, verwendet also eine Art Griffschrift, die auf die reale Tonhöhe des Instrumentes keine Rücksicht nimmt.“*

An einem Beispiel wird eher deutlich, was hiermit gemeint ist:

In einem Musikstück, das in C-Dur (also ganz ohne Vorzeichen) geschrieben ist, wird z. B. eine *Klarinette in B* alles einen Ganzton höher in D-Dur (mit 2♯) notiert, weil der natürliche Grundton der Klarinette einen Ganzton tiefer klingt als das notierte C. Der entscheidende Vorteil für den Klarinettenisten ist, dass z. B. beim Wechsel auf eine hohe Klarinette in Es das gleiche Griffsystem gilt: C ist der Griff des Grundtones. Der Spieler muss sich also nicht umgewöhnen, weil das Instrument anders gestimmt ist, denn der ‚Stimmungswechsel‘ ist bereits bei der Notierung geschehen: die hohe Klarinette in Es müsste in dem C-Dur-Stück in A-Dur notiert sein, um in C zu klingen.

Im Mozartschen Klavierkonzert KV 466 transponieren nur die beiden Blechblasinstrumente: die Hörner eine kleine Septime (=7 Ganztöne) nach unten und

die Clarinos (hohe Trompeten) eine große Sekunde (=1 Ganzton) nach oben. Dass es sich um transponierende Instrumente handelt, ist schon in der Partitur an den Bezeichnungen *Corno in Re/D* und *Clarino in Re/D* ersichtlich (Abb. 5). Da es sich bei beiden Instrumenten um Naturtoninstrumente ohne Klappen bzw. Ventile handelt, sind diesen in der Partitur wegen ihres eingeschränkten Spielbereichs auch keine Vorzeichen vorgeschrieben (theoretisch müssten sie ja in c-Moll mit 3  $\flat$  stehen).

Da die großen Libraries z. B. (noch) keine Clarinos im Sample-Sortiment haben, musste für das *Projekt Mozart* als Notlösung auf eine *Trompete in C* zurückgegriffen werden, obwohl das sicher nicht im Sinne des Komponisten gewesen wäre. Jedes Instrument hat nämlich seine individuelle Klangfarbe, so dass beim Hören deutlich unterschieden werden kann, ob ein Ton z. B. auf einer hohen Es- oder tiefen Bassklarinette gespielt wurde. Für den Komponisten ist die Klangfarbe maßgebend bei der Orchestrierung. So setzt Mozart in seinem Requiem KV 626 gezielt zwei Bassethörner ein, obwohl die Stimmen problemlos auf „normalen“ B-Klarinetten spielbar gewesen wären.

Um die Sample-Klientel nicht völlig zu verwirren oder eher, um die Logik des Klaviertastensystems zu erhalten, haben hier alle Sample-Libraries Nachsicht walten lassen und sämtliche Instrumente klingend in ihre Tonbereiche gemappt. Wer also mit transponierenden Noten wie denen der Bläserstimmen einer sinfonischen Partitur arbeiten will, muss die jeweiligen Instrumente dann entsprechend ihrer Stimmung z. B. mit dem Transpose-Regler des elektronischen Tonerzeugers anpassen.

<sup>1</sup> dtv-Atlas zur Musik, Bd.1, 15. Auflage, München 1994, S. 47

### 5.1.2 Tonumfänge der Streichinstrumente

Die Gattung der Streichinstrumente (*Strings*) deckt mit den vier verschiedenen großen Instrumententypen nahezu den kompletten Tonbereich ab. Den genauen Tonumfang der verschiedenen Streichinstrumente zeigt [Abb. 6](#) (nach dtv-Atlas zur Musik, Bd.1).<sup>1</sup>

## Konzert in d

KV 466

Allegro

The image shows a page of a musical score for a piano concerto. The title is 'Konzert in d KV 466' with the tempo marking 'Allegro'. The score includes staves for various instruments: Flauto, Oboe I, II, Fagotto I, II, Corno I, II in Re/D, Clarino I, II in Re/D, Timpani in Re-La/D-A, Pianoforte, Violino I, Violino II, Viola I, II, and Violoncello e Basso. The woodwind and brass parts are transposed and have no accidentals. The piano part has a triplet in the right hand and a triplet in the left hand.

Abb. 5:

1. Seite der Partitur des Klavierkonzertes. Die Hörner und Trompeten sind transponierende Instrumente und haben hier im Gegensatz zu den anderen Stimmen keine Vorzeichen.

Alle Instrumente bis auf den Kontrabass erklingen in der notierten Tonhöhe. Letzterer hingegen wird eine Oktave höher geschrieben und klingt somit immer eine Oktave tiefer als notiert.

Neben der Notation im Violinschlüssel (G-Schlüssel: umschließt  $g^1$ ) und im Baßschlüssel (F-Schlüssel: umschließt  $f$ ) wird nur die Viola (Bratsche) im Alt- oder Bratschenschlüssel (C-Schlüssel: mittlere Linie= $c^1$ ) geschrieben.

Für die Notation gilt ansonsten allgemein:

- $8^{va}$  = eine Oktave höher (oktava alta),
- $8^{va}$  *bassa* oder  $8^{vb}$  = 1 Oktave tiefer (oktava bassa).

Vergleicht man nun z. B. das Mapping eines *Violinen-Ensembles* verschiedener Sample-Libraries, sieht man:

1. Miroslav Vitous Orchestra:  
**Tonumfang:**  $g - c^4$   
 (entspricht dem optimalen Klangbereich aus [Abb. 6](#))
2. Peter Siedlaczek Advanced Orchestra:  
**Tonumfang:**  $g - c^4$   
 (entspricht auch dem optimalen Klangbereich aus [Abb. 6](#))
3. Steinberg/HALion String Edition:  
**Tonumfang:**  $g - f^4$   
 (entspricht praktisch dem kompletten Tonumfang der Violine)
4. Vienna Symphonic Library:  
**Tonumfang:**  $g - d^4$   
 (entspricht mehr als dem optimalen Klangbereich aus [Abb. 6](#))

Das bedeutet für die Praxis: man kann sich zumindest bei den renommierten Herstellern sicher sein, dass erstens die Tonhöhen stimmen und zweitens alle benötigten Töne zumindest im optimalen Klangbereich vorhanden sind. In dem Beispiel Violinen-Ensemble sind die jeweils relevanten Tasten des

The image shows a musical score snippet for four string instruments: Violine, Viola, Violoncello, and Kontrabass. Each instrument has a staff with a few notes. A vertical dashed line is drawn between the first and second notes of each instrument, indicating the 'optimal sound range'. Above the Violine staff, there is a bracket labeled '8<sup>va</sup>' spanning the first two notes. Below the Kontrabass staff, there is a bracket labeled '8<sup>vb</sup>' spanning the first two notes. The notes are: Violine (G4, A4), Viola (C4, D4), Violoncello (G2, A2), and Kontrabass (G1, A1).

Abb. 6:

Die Tonumfänge der Streichinstrumente. Der optimale Klangbereich befindet sich im Bereich zwischen den ersten beiden Noten, dahinter abgesetzt der noch mögliche spielbare Tonbereich. In Klammern die Abweichung der Notierung (der Kontrabass klingt eine Oktave tiefer als notiert).<sup>1</sup> (Ansicht: „Sibelius’ Noteneditor)

Masterkeyboards (z. B. G2-C7) den Violinen-Tönen (g-c<sup>4</sup>) zugeordnet, die anderen Töne sind entweder unbelegt oder erfüllen z. B. Key-Switch-Funktionen (siehe Kapitel 4.6).

Andere Sample-Hersteller (z. B. *Roland Strings*) setzen mehr auf die Spielbarkeit und mappen deshalb z. B. Samples aller 4 Streichinstrumente gleichmäßig über die 88-Tasten-Klavatur. Auch die Vienna Symphonic Library (VSL) hat neben den Einzelinstrumenten solche über die Tastatur verteilte Instrumente („String Ensemble“).

<sup>1</sup> dtv-Atlas zur Musik, Bd.1, 15. Auflage, München 1994, S. 24

### 5.1.3 Tonumfänge der Holzblasinstrumente

Auch die Holzblasinstrumente (*Woodwinds*) nehmen vom Kontrafagott bis hin zur Piccolo-Flöte praktisch das komplette Spektrum an spielbaren Tönen ein. Vergleiche zwischen einigen Sample-Libraries zeigen auch hier, dass der optimale Klangbereich bei allen verfügbar ist.

Das Mapping eines *Oboen-Ensembles* sieht dann folgendermaßen aus:

1. Miroslav Vitous Orchestra  
Tonumfang: **b - es<sup>3</sup>**
2. Peter Siedlaczek Advanced Orchestra  
Tonumfang: **c<sup>1</sup> - fis<sup>3</sup>**
3. Roland/Roland Strings  
Tonumfang: **b - f<sup>3</sup>**
4. Vienna Symphonic Library  
Tonumfang: **b - b<sup>3</sup>**

The image shows a musical score for woodwind instruments. The staves are labeled from top to bottom: Piccolo, Querflöte, Oboe, Englisch Horn (-7), Klarinette in B (-2), Baßklar. in B (-14), Fagott, and Kontrafagott (-12). A vertical dashed line is drawn through the score, indicating a common range of notes. Notes above the line are marked with '8va' and notes below with '8vb'. The notes are mostly quarter notes and half notes, showing the range of each instrument's sound.

Abb. 7:

Die Tonumfänge der Holzblasinstrumente.<sup>1</sup>

Die Tonumfänge bis zum letzten Ton genau zu bestimmen, ist nicht immer ganz eindeutig: so kann die Querflöte z. B. unter Verwendung eines zusätzlichen *H-Fußes* als tiefsten Ton sogar gerade noch das kleine ‚h‘ und die Baßklarinette (in B) auch noch das Kontra-B (B1) erzeugen.

Da die meisten Libraries aber ohnehin nicht jedem einzelnen Ton ein eigenes Sample zugeordnet, sondern im Schnitt eine Zone Range zwischen 1-3 Tönen belegt haben, ist es nicht bis zum letzten Halbton wichtig, wo genau die Grenzen des gemappten Instrumentes liegen. Zur Not kann man zum Abdecken dieses Bereiches auch die Zone Range des nächstliegenden Tones aufziehen, so, dass der Bereich noch „spielbar“ wird (siehe Kapitel 4.3 Keyzones).

<sup>1</sup> dtv-Atlas zur Musik, Bd.1, 15. Auflage, München 1994, S. 24

#### 5.1.4 Tonumfänge der Blechblasinstrumente

Blechblasinstrumente (*Brass*) nehmen den Tonraum vom tiefen Subkontra-As (As2) der Kontrabaßtuba bis zum dreigestrichenen f<sup>3</sup> (Piccolotrompete) ein.

Speziell bei den Blechbläsern muss sehr auf transponierende Instrumente geachtet werden. So wird z. B. das *Horn in F* ohne den bei anderen transponierenden Instrumenten obligatorischen Vorzeichenwechsel notiert, klingt aber trotzdem eine Quinte (=7 Halbtöne) tiefer. Bei den Posaunen hingegen wird, obwohl es sich um transponierende Instrumente handelt, bei der Notation die Stimmung nicht berücksichtigt - es wird also klingend notiert. Die Spieler gleichen die Stimmungsunterschiede selbst durch verschiedene Griffweisen aus. Auch die Notierung der (transponierenden) Bass- und Kontrabasstuben erfolgt in der Regel nicht transponierend im Baßschlüssel.<sup>1</sup>

Ein Blick in verschiedene Quellen verrät, dass der Tonumfang der verschiedenen (vor allem Blas-) Instrumente nicht bis auf den letzten Ton genau definierbar ist. Dafür sind die Bauformen und unterschiedliche Spieltechniken zu vielfältig. Aus diesem Grund kann eine Übersicht über Tonumfänge von Instrumenten immer nur ein relativ unscharfer Anhaltspunkt sein, wenn es in die Extrembereiche der Instrumente geht. Außerdem bieten

Abb. 8:

Die Normalumfänge der Blechblasinstrumente.<sup>1</sup>

alle Libraries neben den normal gespielten Tönen Effektbänke mit z.T. extrem hoch oder tief gespielten Tönen, Flageolett oder Überblasen.

Der normale Spielbereich einer *Trompete in C* ist bei allen Libraries vorhanden:

1. Miroslav Vitous Orchestra

**Tonumfang:** e - h<sup>2</sup>

2. Peter Siedlaczek Advanced Orchestra

**Tonumfang:** e - h<sup>2</sup>

3. Vienna Symphonic Library

**Tonumfang:** e - d<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Online im Internet. URL: <http://www.vsl.co.at> (Stand: 05/2004)

## 6. DAS PROJEKT MOZART

Klassische Orchestermusik hat eine bis in das 14. Jahrhundert zurückreichende Entwicklungsgeschichte. Seitdem hat die Musik viele Epochen mit unterschiedlichen Regelwerken durchlaufen und zählt in vielen Fällen wohl zu den komplexesten Gebilden unserer Kultur.

Im Gegensatz zu vielen anderen auditiven Erscheinungen der modernen Zeit lebt klassische Musik von einer Vielzahl möglicher Ausdrucksmöglichkeiten, jeweils orientiert an epochal bedingtem Regelwerk, der dehnbaren und sich wandelnden Interpretation des Notentextes und der schier unerschöpflichen Fülle instrumentenspezifischer Spielarten.

Diese letzte Bastion westlicher Musikkultur gerät durch die Möglichkeit der Imitation am Computer sicher nicht ernsthaft in Gefahr. Zu groß ist bislang der Aufwand des Simulierens und zu wenig lebendig das Resultat.

Zudem besteht außer in den Medienbereichen, wie z. B. Werbung oder Film, kaum eine Schnittmenge, in welcher der akustische mit dem elektronischen Bereich ernsthaft konkurrieren. Es ist z. B. weder wirtschaftlich noch produktionstechnisch von Vorteil, ein Sinfonieorchester für einen 30-Sekunden Werbespot anzumieten. Andererseits wird ein ‚virtuelles Konzert‘ in keinem Fall den Live-Betrieb eines Konzerthauses tangieren.

Einsetzbar ist elektronisch erzeugte, sinfonische Musik z. B. in kleinen, timecodebasierten Produktionen (Werbespots), als Ergänzung von Audioproduktionen (z. B. ein „Streichensemble“ für einen Popsong), je nach Aufwand z. B. als günstigere Alternative zur Filmmusik-Produktion mit einem realen Orchester oder etwa für die Anreicherung vorhandener weniger Originalinstrumente.

### 6.1 Das Klavierkonzert d-Moll KV 466

*„Das Klavierkonzert in d-Moll gehört zu den wenigen Konzerten, die zunächst nach Mozarts Tod lebendig geblieben sind. Es ist wohl auch nach der Wiederbelebung der anderen Konzerte das beliebteste aller Mozartschen Konzerte geblieben und es gibt wohl keinen Pianisten, der es nicht studiert oder im Konzert gespielt hätte. [...]*

*Entstanden ist dieses Konzert in der glücklichen Zeit, zu der Mozart als Virtuose in Wien größte Erfolge hatte [...].*

*Vater Leopold berichtete seiner Tochter nach Salzburg begeistert: „Das Concert war unvergleichlich, das Orchester vortrefflich... dan war ein neues vortreffliches Clavier Concert vom Wolfgang, wo der Copist, da wir ankamen, noch daran abschrieb, und dein Bruder das Rondeau noch nicht einmahl durchzuspielen Zeit hatte, weil er die Copiatur durchsehen musste.“<sup>1</sup>*

Die Werke Mozarts sind nicht, wie sonst gemeinhin üblich, nach Opuszahlen geordnet, sondern sind im sog. *Köchelverzeichnis*, einem chronologischen Katalog der Werke Mozarts sortiert (von Ritter Ludwig von Köchel angelegt und 1862 veröffentlicht).

Das Klavierkonzert, welches in Wien, 10. Februar 1785 datiert ist, erfordert folgende Orchesterbesetzung:

<u>Holzbläser :</u>	1 Flöte 2 Oboen 2 Fagotte
<u>Blechbläser:</u>	2 Hörner in D 2 Trompeten (Clarini in D)
<u>Perkussion:</u>	Pauken
<u>Streicher:</u>	Violinen 1 Violinen 2 Violen Celli Kontrabässe
<u>Solist:</u>	Klavier

---

<sup>1</sup> W.A. Mozart, Konzert in d, Urtextausgabe, Bärenreiter 1986

## 6.2 Vom Notentext zum MIDI-File

Am häufigsten tauchte während der praktischen Arbeit am *Projekt Mozart* die Frage danach auf, wie man denn die vielen Noten eines solchen sinfonischen Werkes von der Partitur in den Computer bekomme.

Hierzu kommt es zunächst darauf an, ob eine Komposition zuerst in elektronischer oder gedruckter Notenform vorliegt oder direkt in einem Sequenzerprogramm entsteht. Dadurch gibt es mehrere unterschiedliche Wege, Töne bzw. Noten in den Computer zu bringen.

Sicher ist die naheliegendste Möglichkeit die, den Notentext direkt in das Sequenzerprogramm, mit dem man später arbeiten möchte, einzuspielen. Diese Variante hat folgenden Vorteil, wie man später noch sehen wird: Verwendet man nämlich beim Einspielen schon Instrumente, die mehrere Artikulationen auf verschiedenen Layern enthalten (z. B. alle *xxx-basic-all* Instrumente bei der *Vienna Symphonic Library*), kann man die verschiedenen Key-Switches zur Unterteilung der Artikulation (siehe Kapitel 4.6) gleich mitspielen und braucht sie somit nicht später extra von Hand einzufügen. Das setzt allerdings etwas Fingerfertigkeit sowie eine gewisse Vorauswahl an Instrumenten und Artikulationen voraus.

Beim Einspielen ist zuvor noch abzuwägen, ob man das Sequenzerprogramm so konfiguriert, dass alle Noten in ein vorher festgelegtes Notenraster, die sog. *Quantisierung* passen sollen. Die Einstellung des Quantisierungswertes sollte sich logischerweise nach dem kleinsten Notenwert des einzuspielenden Musikstückes (z. B. 1/16-Note) richten. Bei aktivierter Quantisierung rückt das Programm dann kleine Ungenauigkeiten, die beim Einspielen passieren, automatisch auf den nächstliegenden Quantisierungswert.

Unquantisiertes Einspielen hingegen bewahrt die gewisse menschliche ‚Unschärfe‘, wird aber im gesamtsinfonischen Kontext gesehen wahrscheinlich zu ungenau und kommt daher eher bei solistischen Passagen in Frage. Einfacher und vor allem übersichtlicher ist es wohl, die „gerade Ordnung“ der quantisierten Partitur im Nachhinein wieder zu zerstören, als später zu versuchen, sehr viele individuelle Spuren in Einklang zu bringen, obwohl diese Vorgehensweise sicherlich auch einmal eines Versuches würdig wäre.

Viel überschaubarer ist es also, den Notentext zunächst in seiner „statischen“ Form z. B. in einem Noteneditor vorliegen zu haben. In einem solchen ist z. B. auch das Eingeben von Noten mit der Tastatur oder mit dem Masterkeyboard teilweise übersichtlicher als mit dem Sequenzerprogramm. Außerdem besteht hier auch die Möglichkeit, Noten einzuscannen und sich damit die langwierige Arbeit des Noteneingebens zu sparen. Mittlerweile sind die Scannergebnisse auch so gut, dass das nachträgliche Editieren nicht unbedingt länger dauern muss als die manuelle Noteneingabe.

Noteneditoren für den semiprofessionellen Bereich sind z. B. *capella* (capella-Software GmbH, [www.capella.de](http://www.capella.de)) und *Sibelius* (Sibelius Software Ltd., [www.sibelius.com](http://www.sibelius.com)) und für den professionellen Bereich z. B. *Finale* (Coda Music Technology, [www.codamusic.com](http://www.codamusic.com)).

Alle (diese) Noteneditoren unterstützen auch den Import sowie den Export von Partituren im MIDI-Format (siehe Kapitel 3.3). Es ist auch schon im Noteneditor direkt möglich, von der „geschriebenen“ Note direkt einen „ferngesteuerten“ Ton eines an den MIDI-Bus angeschlossenen Tonerzeugers zu spielen. Somit erfüllt auch ein reiner Noteneditor seine „sequenzerlichen“ Aufgaben. Durch die Standardisierung der General-MIDI (GM-) Spezifikation kommen aus General-MIDI-Geräten dann auch gleich die passenden Instrumente. Für den Hausgebrauch, das heißt, um z. B. kurz gegenzuhören, ob die eingegebenen Notenzeilen fehlerfrei waren oder ob eine bestimmte polyphone Passage klanglich funktioniert, reichen im Normalfall sogar die sehr artifiziell klingenden GM-Synthesizer auf dem Motherboard oder der Soundkarte des Computers aus.

Der einzige deutliche Schwachpunkt bei vielen reinen Noteneditoren sind polyphone (mehrstimmige) Strukturen, bei denen sich Noten innerhalb eines Systems gegenseitig überlagern, wie im folgenden Beispiel die zwei Oboen aus dem Klavierkonzert (ab Takt 47):



Abb. 9: Mozart KV 466, 2 Oboen

Die ersten 2 Takte sind für ein normales Sequenzerprogramm (ohne Notendarstellung) gar kein Problem, so sieht die selbe Stelle z. B. bei *Emagic Logic Audio* im grafischen (*Matrix-*) Editor folgendermaßen aus:

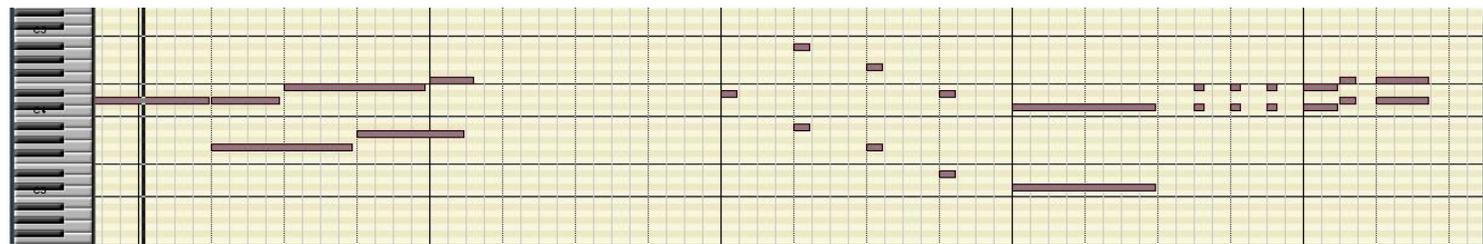


Abb. 10: Matrix-Editor (Emagic, Logic)

Bei den Noteneditoren jedoch müssen 2 Stimmen getrennt erzeugt werden, damit die Richtung des Notenhalses und die Notenlänge stimmt und somit jede Stimme für sich klar definiert ist (Oberstimme nach oben, Unterstimme nach unten). Noch können Noteneditoren mehrere Stimmen in einem System z. B. aus einem MIDI-File heraus meistens nur ziemlich fehlerhaft von alleine interpretieren.

Ein sehr verstecktes Problem, das oft beim MIDI-Export einer im Noteneditor erstellten Partitur auftaucht, hat genauso mit der Polyphonie innerhalb eines Systemes zu tun. In unserem Beispiel mit den Oboen kreuzen sich z. B. beide Stimmen im 3.Takt (Takt 49):



(Abb. 9: Mozart KV 466, 2 Oboen)

Meistens wird an einer solchen Stelle beim MIDI-Export auch ein doppelter MIDI-Notenwert ausgegeben, was theoretisch richtig ist. Beim Abspielen aber versucht nun der entsprechende Tonerzeuger immer, die zwei identischen MIDI-Töne gleichzeitig zu spielen. Da das nicht gänzlich ohne Latenz (einer sehr kurzen Verzögerung im Gerät/ Kapitel 6.3) vor sich geht, äußert sich dieser „Fehler“ in einem sich überlagernden (*Flange-Effekt*) und deutlich lauterem Ton.

Daher ist es auch ratsam, immer mit einem Auge auf den *Event-Editor* zu sehen, der alle MIDI-Daten in ihrer zeitlichen Abfolge mit MIDI-Kanalnummer, ihrem Velocity- und Duration-Wert anzeigt. Hier ist in Takt 49 die „Doppelbelegung“ durch die Stimmenkreuzung sichtbar (Abb. 11).

45	1	1	1	Note	2	D4	105	1	0	0	0
46	1	1	1	Note	2	D4	105	1	1	0	0
47	2	1	1	Note	2	G3	127	-	1	3	200
47	2	1	1	Note	2	D4	127	-	-	3	200
47	3	1	1	Note	2	E4	127	-	1	3	200
47	4	1	1	Note	2	A3	127	-	1	2	0
48	1	1	1	Note	2	F4	127	-	-	2	120
49	1	1	1	Note	2	D#4	100	-	-	-	239
49	1	1	1	Note	2	D#4	100	-	-	-	239
49	2	1	1	Note	2	A#3	100	-	-	-	239
49	2	1	1	Note	2	A#4	100	-	-	-	239

Abb. 11: Event Editor (Emagic, Logic)

In den Grafik-Editoren ([Abb. 10](#)) hingegen ist Vorsicht geboten: hier sind die Doppelnoten nicht zu erkennen, weil sich die grafischen Balken überlagern.

Eine Lösungsmöglichkeit für eine solche Problemstelle ist neben schlichtem Weglassen (falls die Instrumente nahe beieinander sind) das Auslagern von einem der beiden Töne auf ein anderes, ähnliches Sample. Das ist z.B. auch notwendig, wenn man für die ersten und zweiten Violinen dasselbe Instrumentensetup verwendet.

Neben den Problemen der Polyphonie sind alle Arten von musikalischen Sonderzeichen zu beachten. Schwierigkeiten entstehen vor allem bei Scanvorgängen, wo die Zeichen fehlinterpretiert oder zum Teil überhaupt nicht erkannt werden. Beim Export von MIDI-Daten hingegen ist zu beachten, dass alle Arten von Verzierungen, Abkürzungen oder sog. Faulenzern meistens nicht vom Noteneditor interpretiert werden. Das liegt mitunter daran, dass es für Verzierungen wie z. B. Triller keine allgemeingültige Spielweise gibt. Es ist eher so, dass sich die Interpretation von Sonderzeichen je nach musikgeschichtlicher Zeitepoche und Art des Stückes zum Teil ganz erheblich voneinander unterscheidet.

### 6.3 Einrichten der Sequenzersoftware

Für die Simulation sinfonischer Musik insbesondere der (Re-)konstruktion eines umfangreicheren Werkes ist der Einsatz eines Sequenzerprogrammes unumgänglich.

Von dieser obersten Ebene aus können auf MIDI-Basis (siehe Kapitel 3.3) alle Parameter, also Tonhöhe, Tondauer, Tonlänge sowie sämtliche Automations- und Controllerdaten gesteuert werden.

Eine Ebene dahinter findet die Klangerzeugung, also die Interpretation der MIDI-Daten im Tonerzeuger statt. Dieser Vorgang soll ganz bewusst mit in dieses Kapitel integriert werden, weil durch die Möglichkeit des Einbindens von Klangerzeugern in Form von Plug-Ins keine Trennung mehr zwischen Steuerung und Klangerzeugung bestehen muss.

Nur z. B. Tascam (Giga-Studio) oder E-MU (Emulator X) spezialisieren sich ausschließlich auf die Tonerzeugung und verlagern das komplette Sampling auf eigens entwickelte Audiohard- und Softwaresysteme, die nicht in

Sequenzern integrieren. Die Anbindung erfolgt ganz einfach durch MIDI-Ports, die üblicherweise von den Sequenzern erkannt werden.

Die Brücke zur Tonerzeugung selbst erfolgt durch Treiber-Schnittstellen, die das Einbinden der Audio-Interfaces in die Hostsoftware ermöglichen. Speziell entwickelte Audiotreiber (z. B. von Tascam *GSIF* (GigaSampler Interface) oder Steinberg *ASIO* (Audio Streaming Input Output)) sind hierbei den meistens trägeren Treibern der Computer-Betriebssysteme vorzuziehen.

Die Auswahl des Treibers ist nämlich neben der Audiohardware entscheidend für die Latenz, also das Maß der durch die Audio-Echtzeitberechnung im Computer entstehenden Verzögerung. Diese kann dann zum inakzeptablen Störfaktor werden, wenn man z. B. unter Verwendung von Software-Klangerzeugern musikalische Passagen über eine MIDI-Tastatur einspielen möchte. Bei einer Latenz ab etwa 20ms erklingt der Ton dann schon deutlich später als auf der Tastatur gedrückt und verhindert somit organisches Spiel. Von semiprofessionellen Soundkarten mit den schnelleren ASIO- oder GSIF-Treibern bis zu DSP-basierten Systemen bewegt sich die Latenz zwischen 0 und 8ms und ist praktisch vernachlässigbar. Allerdings dürfte sich auch diese Angelegenheit mit dem Anwachsen nativer Rechenleistung wahrscheinlich bald erübrigt haben.

Zum finalen Einrichten der Sequenzersoftware ist nun primär von Bedeutung, welche Tonerzeuger zum Einsatz kommen sollen. Nach der Noteneingabe bzw. dem MIDI-Import der Daten aus dem Noteneditor sollten im Sequenzerprogramm nun mehrere Spuren mit MIDI-Daten vorliegen. Normalerweise legt das Sequenzerprogramm die importierten MIDI-Daten gleich auf verschiedene Spuren mit unterschiedlichen MIDI-Kanälen ab. Um die Tonerzeuger anzuwählen, gilt es nun, die Ausgänge der MIDI-Spuren so zu routen, dass die MIDI-Daten entweder auf die im Sequenzerprogramm geladenen Plug-Ins oder auf ‚externe‘, d.h. auf Hardware- oder nicht im Sequenzerprogramm integrierte Software-Tonerzeuger geleitet werden.

Die Vorgehensweise ist hierbei immer gleich: im MIDI-Out-Menue jeder einzelnen Spur des Sequenzerprogrammes sind die MIDI-Ports aller erkannten Hard- und Softwares wie z. B. der MIDI-Ausgang der Audiohardware oder der virtuelle MIDI-Port eines Desktop Sampling Systems auswählbar.

## 6.4 Auswahl der Instrumente /Artikulation

Nachdem die einzelnen Spuren mit ihren MIDI-Signalen so geroutet sind, dass die Tonausgabe in einem der internen Plug-Ins oder der dahinterlaufenden Sampling-Engine erfolgen kann, kann ab jetzt die erste Unterteilung in die verschiedenen Spielarten (Artikulationen) der Instrumente erfolgen. In Kapitel 4.6 wurde bereits auf die Möglichkeit hingewiesen, Artikulationen mit Hilfe von Key Switches zu unterteilen. Die *Vienna Symphonic Library (VSL)* enthält z. B. in allen Instrumenten mit der Endung *-all* die gängigsten Spielarten.

Eine *Vi(oline)-basic-all* -Bank bei der VSL ist folgendermaßen gestaffelt:

C1	Staccato
C#1	0,3 sec.
D1	0,5 sec., vibrato
D#1	sustained, vibrato
E1	sforzato, vibrato
F1	cresc-dim, vibrato
F#1	tremolo, sustained
G1	pizzicato, vibrato

Da sehr viele Instrumente speziell bei der VSL sehr ressourcenhungrig sind (die legato-Violine alleine belegt etwa 128MB RAM), ist es ratsam, ein erstes tutti-Setup mit einfacheren Multi-Instrumenten wie diesen zu erstellen. Von dem ausgehend kann man dann einzelne Instrumente im Verlauf der Arbeit immer mehr verfeinern und z. B. Anfangs-, Schluss- oder bestimmte ausdrucksstarke Töne auf ein anderes Sampler-Instrument verschieben, das die entsprechenden Samples enthält.

### 6.4.1 Spezielle Spielweisen

Hat man genügend Rechenleistung, sehr viel Arbeitsspeicher, eine konkrete Klangvorstellung und den notwendigen Überblick über das zur Verfügung stehende Samplematerial, kann man sich auch gleich eine ganze Palette an Samplern einrichten, von denen ein jeder seine eigene Artikulation

repräsentiert. Der Vorteil an dieser Variante ist zunächst die bessere Manipulierbarkeit einzelner Spielarten.

Betrachtet man z. B. den Anfang (ab dem 1.Takt) des Mozartschen Klavierkonzertes in den 1. Violinen:



Abb. 12: Mozart KV 466, 1. Violinen

Der Anfang des Werkes besteht aus einer Folge von Synkopen, die sich zunächst in einem kleinen herauszuarbeitenden Motiv in Takt 3 entladen.

Nun erfordert der musikalische Kontext an dieser Stelle durch die Synkopierung schon gleich zu Anfang des Konzertes eine etwas nach vorne drängende Bewegung. Lässt man hier dasselbe Sample mehrmals hintereinander spielen, geht die musikalische Bewegung durch die unnatürlich ostinate, zu gleichmäßig verlaufende Wiederholung spätestens im 2.Takt verloren.

Vergleichbar wäre dieser Effekt, wenn die 1. Violinen in der Realität die einzelnen Töne nicht wie üblich in Auf- und Abstrich unterteilen, sondern immer mit der selben Bogenrichtung spielen würden, was sie an dieser Stelle natürlich nicht tun.

Die *Vienna Symphonic Library*, aber auch z. B. *Siedlaczeks Advanced Orchestra* (siehe Kapitel 4.6) oder die *HALion String Edition* unterteilen in ihren Libraries Samples in verschiedenen Bogenrichtungen. Deren Einsatz lässt den Anfang des Klavierkonzertes schon sehr viel realistischer klingen.

Die unterschiedlichen Bogenrichtungs-Samples sind ganz ‚konventionell‘ mit Trigger-Noten (Key Switches) zu unterteilen, da sie ja innerhalb eines Sampler-Instrumentes auf verschiedenen Layern liegen (siehe Kapitel 4.6). Komfortabler ist jedoch der Ansatz der VSL: mit dem *Alternation Tool*, einem Bestandteil des optional erhältlichen Performance Sets, kann man den Sample- bzw. den Bogenwechsel automatisieren, so, dass z. B. nach jeder gespielten Note das Sample von alleine wechselt.

Um die originale Spielweise zu simulieren, reichen für den Anfang des Klavierkonzertes also bereits 2 Samples pro Ton aus - eines für den Bogenauf- (up-bow) sowie eines für den Bogenabstrich (down-bow).

Für die Auswahl der Samples zur Gestaltung der ersten Takte in den Violinen stehen bei der *Vienna Symphonic Library* mehrere verschiedene Arten kurzer bis mittellanger Artikulationen zur Auswahl, z. B.:

pizzicato	Einzelöne
staccato	jeweils 2 Töne
staccato	Repetitionen (1-9 Töne)
détaché 0,3s	jeweils 2 Töne
détaché 0,5s	jeweils 2 Töne
portato	Repetitionen (1-5 Töne)

(détaché=Bogenführung bei Streichern: jede Note Bogenwechsel.)

Sollte es vorkommen, dass z. B. die ganz kurzen Samples (*pizzicato*, *staccato*) viel zu kurz, mittellange (*portato*, *détaché*) vielleicht schon zu breit, andere wiederum ohne die notwendige Unterteilung der Bogenrichtung sind, zeigt sich nun einer der Vorteile, die verschiedenen Spielweisen auf verschiedene Plug-Ins zu verteilen:

Um den treibenden Synkopen mehr Schärfe zu verleihen, kann man mittellange Samples z. B. mit einer Hüllkurveneinstellung wie in Abb. 13 manipulieren, welche die Lautstärke beeinflusst (Amplifier). In diesem Fall wird das Sample gleich nach dem Erklingen relativ schnell (Decay-Einstellung) bis hinunter zur Sustain-Einstellung gedämpft und bekommt dadurch einen perkussiveren Charakter, der schön die drängende Bewegung der Anfangstakte unterstützt. (Bei Multi-Instrumenten würde sich diese Einstellung auf alle im Instrument enthaltenen Samples auswirken, was in diesem Fall natürlich nicht erwünscht ist.)

An dieser Stelle sei bemerkt, dass Veränderungen dieser Art nicht immer von Erfolg gekrönt sind. Meiner Meinung nach ist dies eine Sackgasse der Sampling-Technik: solange kein absolut stufenloses Einstellen von Artikulationen oder Dynamiken möglich ist, handelt man sich von Kompromiss



Abb. 13:

Hüllkurveneinstellung bei Emagic EXS-24mkII:

A= Attack (Einklingzeit)

D= Decay

S= Sustain

R= Release (Auskingzeit)

zu Kompromiss. Und ähnlich wie in dem Beispiel mit dem Konzertflügel und dessen Obertonerzeugung (Kapitel 2) ist es praktisch unmöglich, alle Varianten unendlich differenzierbarer Artikulationen der Instrumente in starren Samples festzuhalten. Daher führt kein Weg an der Entwicklung dynamischer Steuerungsparameter vorbei, wie sie z. B. in vielen Plug-Ins zu finden sind. (Am Beispiel der Töne zwischen *staccato* und *portato* z. B. fehlt ein Algorithmus, der zwischen 2 verschieden langen Samples interpolieren und damit stufenloses Gestalten ermöglichen kann.)

#### 6.4.2 Vibrato

Auch für das musikalische Gestalten des *Vibrato* erkennt man deutlich die Notwendigkeit dynamischer Steuerungsparameter: zwar bieten alle großen Libraries Sample-Bänke mit „vibrato“-Instrumenten (v.a. Streicher, Holzbläser), deren Einsatz jedoch fügt sich nur selten wirklich passend in den musikalischen Kontext ein.

Versuche, z. B. einer Oboe vorsichtig ein künstliches Vibrato mit einem die Tonhöhe steuernden LFO (Low Frequency Oscillator) des Samplers zu entlocken, werden vermutlich fehlschlagen: zu unnatürlich wirkt dieser artifizielle Effekt. Eine ähnliche Einstellung, wieder über den LFO, dieses Mal allerdings mit der Lautstärke anstatt der Tonhöhe ist, behutsam eingesetzt, wenigstens für den Notfall zu gebrauchen.

#### 6.4.3 Repetitionen

Ein häufig anzutreffendes Gestaltungselement klassischer Musik sind schnelle Tonwiederholungen (Repetitionen) bei Streichinstrumenten. Bisher erzeugte man bei deren Simulation mit Soundsamples ein Art „Maschinengewehr-Effekt“. Jener entsteht durch schnelles Wiederholen eines einzigen, immer exakt gleich klingenden Samples und klingt äußerst unrealistisch.

Das Auflösen der zeitlichen und der dynamischen Ordnung mit Random- oder Humanize-Funktionen des Samplers bzw. des Sequenzerprogrammes entschärfen den unerwünschten Effekt zwar deutlich, reichen aber längst

nicht an das natürliche Vorbild heran. Eine wohlklingendere Lösung bietet das Performance Set der *Vienna Symphonic Library*: pro Ton auf der spielbaren Skala hat man hier bis zu 9 verschiedene Samples zur Auswahl, die man über eine Matrix entweder getrennt ansteuern oder auch als ganzes Sample (zwischen 1 und 9 Töne am Stück) abspielen kann. Letztere Variante bietet sich an, wenn das Tempo des Stückes genau dem Tempo der eingespielten Repetitionen entspricht.

Natürlich macht das einzelne Ansteuern der Repetitionstöne nur Sinn, wenn das Tempo des Stückes schneller ist als das der Repetitionssamples, weil sonst unerwünschte Zwischentöne entstehen. Das liegt daran, dass die jeweiligen Samples nicht einzeln vorliegen, sondern immer als Bestandteil des ganzen Samples der 9-Töne-Repetition heraus gespielt werden.

Je mehr das Tempo des Stückes letztlich von dem der Repetitionen-Samples abweicht, desto artifizieller klingt die entsprechende Stelle, weil der Attack, also die Einklingzeit der Samples dann proportional überwiegt, wohingegen immer mehr von der natürlichen Release-, der Ausklingzeit ganz wegfällt.



Abb. 14: Tonrepetitionen der Viola, der 1. Takt ist ausgeschrieben, der Rest in Kurzschreibweise mit sog. ‚Abbreviaturbalken‘.

Im Mozartschen Klavierkonzert gibt es bei den Streichinstrumenten, wie z. B. in [Abb. 14](#) in der Bratschenstimme, mehrere Repetitionsstellen. Da die Repetitionen der Bratsche mit Tempo 120 eingespielt worden sind und das zentrale Tempo des Klavierkonzertes in meiner Version bei etwa 140 bpm (beats per minute) liegt, muss man die einzelnen Samples getrennt über die Matrix des Performance Tools der *Vienna Symphonic Library* anwählen.

Allerdings ist das Ergebnis nur im Tutti-Zusammenhang einigermaßen zufriedenstellend. Greift man sich jedoch die einzelne Spur heraus, fällt gleich die oben beschriebene Unzulänglichkeit auf.

Da die original eingespielten Tempo-120-Repetitions-Samples mit bis zu 9 Tönen ‚am Stück‘ von ihrer Echtheit her nicht durch das Antriggern der jeweils einzelnen Samples zu ersetzen sind, kann man auch folgende Vorgehensweise in Betracht ziehen:

Die entsprechenden Repetitionsstellen der Streichinstrumente werden - z. B. in einer extra Session im Sequenzerprogramm - im Tempo der eingespielten Repetitionsamples, hier also 120 statt 140 bpm gestaltet und danach versucht, eine daraus erstellte Audiospur auf das gewünschte Endtempo zu stauchen. Das Resultat wird durch die Manipulation des Audiomaterials (je nach Werkzeug) zwar ziemlich sicher eine kleine, klangliche ‚Macke‘ bekommen, fügt sich unter Umständen aber besser in den sinfonischen Kontext ein als die Variante mit den Einzelsamples.

## 6.5 Gestaltung der Dynamik

Für das Gestalten der Dynamik gibt es in einem MIDI-basierten System mehrere Möglichkeiten:

1. Volume Grundeinstellung des Tonerzeugers
2. Lautstärke-Hüllkurve des Tonerzeugers
3. Der MIDI-Velocity-Bereich
4. Der Volume-Kanalfader (Spurautomation)

### 6.5.1 Volume Grundeinstellung des Tonerzeugers

Die Volumeeinstellung des Tonerzeugers ermöglicht zum einen, dass man alle Instrumente auf einer vergleichbaren Lautstärke bearbeiten kann und zum anderen das Vermeiden von Clipping. Bei MIDI-Instrumenten gilt das insbesondere für polyphone Instrumente, die oft schon standardmäßig vom Sample-Hersteller mit einer -6dB-Einstellung und perkussive Samplebänke mit einer -3dB-Einstellung versehen sind.

## 6.5.2 Lautstärke-Hüllkurve des Tonerzeugers

In Kapitel 6.4.1 wurde bereits anhand eines praktischen Beispiels am Mozartschen Klavierkonzert das Gestalten der Dynamik anhand einer Hüllkurveneinstellung der 1. Violinen beschrieben. Grundsätzlich kann jeder Sound auf diese Art mit, je nach Tonerzeuger, mehr oder weniger komplexen Hüllkurven (z. B. 4 feste Punkte (ADSR) bei Logic EXS24, 32 frei definierbare bei Steinberg HALion) manipuliert werden.

Abb. 15:

Amplifier-Hüllkurve im Steinberg HALion-Softwaresampler mit bis zu 32 frei definierbaren Punkten, um den Lautstärkeverlauf eines Samples zu steuern.



Die Einstellungen, die hier festgehalten werden, stellen die grundlegendste Form der Dynamikbeeinflussung dar, da sie für jeden gespielten Ton innerhalb dieses Instrumentensetups gelten und fallen daher schon eher in den Bereich Artikulation.

Extreme Hüllkurveneinstellungen (z. B. langer Attack/ lange Release) sind für sinfonische Samples weniger geeignet, da sich die Klänge nicht wie in der Realität in ihrer Farbe dem Dynamikverlauf anpassen und sich deswegen schnell ein künstlicher Charakter einstellt.

Einige Anwendungsbereiche zum Regulieren der Amplifier-Hüllkurve wären zum Beispiel.:

- Mit *Attack* minimal den Ansatz der Instrumente beeinflussen.  
Bsp.: eine Violine spielt einen Ton sehr hart an. Mit einer vorsichtigen Regulierung des Attack kann das Anspielgeräusch etwas gedämpft werden, ohne dabei dessen Charakter zu verlieren.
- Mit *Decay* und *Sustain* bzw. allen Punkten zwischen Attack und Release den weiteren Lautstärkeverlauf regulieren.  
Bsp.: siehe Kapitel 6.4.1 (Dynamikverlauf 1. Violinen)

- Mit *Release* den Ausklingvorgang der Instrumente regulieren, falls sie keine extra Release-Samples beinhalten, zu denen sie nach dem Loslassen der Taste springen.  
Bsp.: Eine Passage wie z. B. die Synkopen am Anfang des Stückes in den Violinen wirkt zu trocken oder zu leer und das Verlängern der Noten etwa zu dicht. Durch behutsames Öffnen der Releasezeit ist es möglich, eine Lösung dazwischen zu erreichen.

Alle Hüllkurvenfunktionen können neben der Regulierung der Lautstärke auch verschiedene Filtertypen wie Hoch- oder Tiefpassfilter steuern. Diese Funktion wäre z. B. interessant, um Blechblasinstrumente mit einem Tiefpassfilter in ihrer klaglichen Intensität zu beeinflussen. Über eine HüllkurvenEinstellung allerdings ist dieser Effekt zu statisch und damit weniger zu gebrauchen. Die *Vienna Symphonic Library* z. B. dies eleganter realisiert und bietet Instrumenten-Setups, in denen ein Tiefpassfilter mit dem Modulationsrad am Masterpiano steuerbar ist (Filter Control).

### 6.5.3 Der MIDI-Velocity-Bereich

Wie man bereits am MIDI-Protokoll (siehe Kapitel 3.3.1) erkennen kann, gibt es zum Steuern des Velocity-Bereiches 128 mögliche Werte (MSB+7Bit). Damit kann, bei gleichbleibender Einstellung des Volume-Kanalzugs, das MIDI-Instrument Ton für Ton in seiner Grundlautstärke gesteuert werden.

Es sind allerdings keine Änderungen der Lautstärke während des Erklingens der Töne möglich. Daher sind Dynamikbewegungen wie etwa ein stufenloses crescendo (=lauter werden) oder decrescendo (=leiser werden) folglich nur mit Volume-Kanalfadern umsetzbar.

Besteht das Instrument nur aus einer Ebene von Samples, macht es klanglich keinen Unterschied, ob man Änderungen der Grundlautstärke über den Lautstärke-Fader des entsprechenden Audiokanals oder den MIDI-Velocity Bereich vornimmt. In Kapitel 4.5 wurde jedoch bereits das Verwenden verschiedener Dynamiklayer beschrieben. Erst hierdurch eröffnet sich einem die Möglichkeit, mit dem MIDI-Velocity-Bereich zusammen mit der Dynamik auch den damit einhergehenden klanglichen Charakter des entsprechenden

Instrumentes zu steuern. Solche Instrumente sind immer auch explizit als solche in den Sample-Libraries gekennzeichnet.

So findet sich in der *Vienna Symphonic Library* z. B. eine Pauke (*Timpani*) mit 6 verschiedenen Velocity-Layern<sup>1</sup> :

**Tmp MD ES norm-1** (=Timpani, medium, Einzelschlag normal, Variation 1)

Mapping range: A#1–A#3  
 Samples: 138  
 6 velocity layers.

<u>Mapping:</u>	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<u>Dynamic:</u>	pp	p	mp	mf	f	ff
<u>Upper vel.:</u>	<b>32</b>	<b>55</b>	<b>88</b>	<b>108</b>	<b>118</b>	<b>127</b>



Durch diese Schichtung in 6 Layers kann man nun über den MIDI-Velocity-Bereich, also über das Masterkeyboard oder zur Nacheditierung im Event-Editor, verschieden laute Pauken-Samples ansteuern. Problematisch können von Fall zu Fall die Übergangsstellen sein, an denen sich die Samples abwechseln.

Sollte es im Verlauf des Stückes tatsächlich eine solche Stelle geben, an der mehrere Paukenschläge nacheinander immer etwas lauter kommen sollen und man hört den Übergang zwischen 2 Dynamiklayern, kann die X-Fade-Einstellung Abhilfe schaffen ( siehe Kapitel 4.5.1), die per Crossfade zwischen den Dynamiklayern überblendet. Falls es an dieser Stelle durch das Überlagern zweier Samples kein Phasenproblem geben sollte, hat man nun einen fließenden Übergang zwischen den einzelnen Schichten.

<sup>1</sup> Vienna Symphonic Library, Percussion Manual

### 6.5.4 Der Volume-Kanalfader (Spurautomation)

Das ‚Fahren‘ der Lautstärke mit Fadern der jeweiligen Kanalzüge ist weitaus besser zu handhaben als der Umgang mit den MIDI-Daten, beschränkt sich jedoch nur auf die Lautstärke, unabhängig vom klanglichen Charakter der Instrumente. Am meisten Sinn macht das Arbeiten mit den Lautstärke-Fadern, wenn die Zuteilung der MIDI-Daten weitgehend abgeschlossen ist. Alle modernen Sequenzerprogramme beherrschen mittlerweile den Vorgang der Spurautomation. Damit können alle Bewegungen der Lautstärkefader (Abb. 16) jeder einzelnen Spur individuell aufgezeichnet und bei Bedarf grafisch nacheditiert werden. Neben der Lautstärke können per Spurautomation praktisch alle Funktionen, die das Sequenzerprogramm und die eingebundenen PlugIns bieten, automatisiert werden. So ist es z. B. auch möglich, die in Kapitel 6.5.2 beschriebenen Hüllkurvenparameter je nach Bedarf zu automatisieren.

### 6.6 Gestalten des Tempos

Mehr noch als bei jeder anderen Musikart spielt das Tempo bei klassischer Musik eine tragende Rolle. Ein Metronom, über ein beliebiges klassisches Werk gelegt, dürfte schon spätestens nach den ersten 8 Takten anfangen, aus der Spur zu laufen. Doch gerade das Spiel mit dem Tempo macht letztlich den Reiz dieser Musik aus.

Viele interpretatorische Parameter wie das Bilden einer *Phrase* (=das nächstgrößere, musikalische Gebilde nach dem Motiv) oder eines *Satzes* bzw. *Themas* (=wie in der Sprache eine geschlossene Sinneinheit) sind untrennbar mit dem Tempo verknüpft.

Auch das sehr musikalische *rubato* bzw. *tempo rubato* ist ein Spiel mit dem Tempo, welches in aller kleinsten Nuancen stattfindet: es ist quasi das filigrane Spiel - meistens das eines Solisten - um ein zentrales Tempo herum. Ein technisch wenn überhaupt nur sehr schwer zu imitierendes Phänomen, welches meiner Meinung nach die höchste Form von Musikalität repräsentiert.



Abb. 16:

Kanalzüge Emagic/Logic mit integriertem Softwaresampler EXS24 (links), Steinberg/Nuendo mit HALion Softwaresampler (rechts).

### 6.6.1 Das Grundtempo

Das Festlegen eines zentralen Tempos orientiert sich immer etwas am Zeitgeist, dem Können der Spieler, den Instrumenten, der Interpretation des Stückes durch den Dirigenten und natürlich am Charakter der Musik selbst.

Vom Mozartschen Klavierkonzert lassen sich daher allerhand unterschiedliche Interpretationen auf Tonträgern finden - von der langsamen, behäbig-schwerfälligen Version der 50er-Jahre (z. B. Edwin Fischer mit dem Philharmonia Orchestra, 1956)<sup>1</sup> bis hin zu flotten, modernen Interpretationen der heutigen Zeit (z. B. Richard Goode und das Orpheus Chamber Orchestra, 1996)<sup>2</sup>.

Es gehört zum Wesen der klassischen Musik, dass das Grundtempo im Verlauf des Stückes großen Abweichungen unterliegen kann. So braucht z. B. das Ende eines umfangreicheren, zusammenhängenden Teiles etwas Abstand zum darauffolgenden Teil, genauso wie bereits nach dem Abschließen einer kleinen Phrase schon minimale Verzögerungen auftreten können. Je nach Charakter und Ausmaß der Tempoänderung sind hier entweder schon erste Modifikationen am Grundtempo vorzunehmen und/oder einzelne Töne der Instrumente auf der Zeitachse zu verschieben.

---

<sup>1</sup> Edwin Fischer, Mozart Piano Concertos Nos. 20 & 25, EMI Records Ltd., 2001

<sup>2</sup> Orpheus Chamber Orchestra, Piano: Richard Goode, Piano Concerto No. 18 & 20, Nonesuch Rec., 1996

### 6.6.2 Tempo-Übergänge

Wie bereits angedeutet ist klassische Musik zunächst meistens klar unterteilt in verschiedene größere Teile, wie es auch beim Mozartschen Klavierkonzert der Fall ist: so wechseln sich hier z. B. laute tutti-Passagen (in denen das ganze Orchester spielt) mit leisen, sehr transparent komponierten Nebenmotiven der Holzblasinstrumente ab. Je nachdem, wie man diese Stellen zu interpretieren gedenkt, kann man diese z. B. durch das Verwenden unterschiedlicher Tempi voneinander absetzen.

An den jeweiligen Nahtstellen wird ein einzelner Tempowechsel aber meistens nicht ausreichend genug für einen organischen Übergang sein. Alle Sequenzerprogramme stellen für solche Fälle z. B. grafische Kurven- oder Zeichenfunktionen, mit denen man das Tempo steuern kann, bereit. Eine weitere Möglichkeit der Gestaltung authentischer Tempoübergänge ist, das Tempo, vergleichbar mit dem Einsatz eines Dirigenten, eine Zählzeit im Voraus zu setzen. Vielleicht hilft es, wenn man sich vorstellt, jemanden einen Einsatz zum Singen zu geben. Will sagen, der Tempowechsel kommt nicht direkt auf der ‚Eins‘ des folgenden Teils, sondern das neue Tempo beginnt bereits auftaktig am Ende des ausklingenden Teils.

Hinzu kommt unter Umständen noch eine ‚Atempause‘, ähnlich, wie in der gesprochenen Sprache, wenn ein Satz zu Ende gesprochen und mit einem Punkt abgeschlossen wird. Werden solche Dinge außer Acht gelassen, wirkt die Musik förmlich atemlos.

Im Sequenzerprogramm sind die Tempowechsel allesamt in der MIDI-Zeitleiste gespeichert und entweder als Daten im Event-Editor sowie bei den meisten Programmen auch in irgendeiner Form grafisch editierbar. Wem das immer noch zu statisch sein sollte, kann z. B. in Logic (Emagic) einen Realtime-Tempo-Fader anlegen, diesen auf ein beliebiges MIDI-Eingabegerät, z. B. auf das Modulationwheel routen und dann das Tempo mit diesem Eingaberad ‚fahren‘. Allerdings gerät das Sequenzerprogramm dabei meistens so sehr ins Stocken, dass von diesem Feature bedauerlicherweise nur abgeraten werden kann.

### 6.6.3 Tap Tempo

Eine weitere interessante Art ist es, das Tempo manuell einzugeben: hierzu ist zunächst die Definition eines Signalgebers nötig, der die Tempo-Signale liefern soll. Das kann z. B. die Space-Taste des Computers (oder in einem anderen Fall auch das Mikrophon einer Base-Drum eines Rockkonzertes) sein. Hierüber werden dem Sequenzerprogramm nun Signale ‚getappt‘, jenes errechnet daraus ein Tempo und läuft mit.

Am Fall des Klavierkonzertes war diese Art des Tempoeingebens aber leider genauso wenig realisierbar wie die Variante mit dem Echtzeit-Fader, da z. B. abrupte Tempowechsel nicht in Echtzeit berechnet werden können.

#### 6.6.4 Integration von Audio-Regionen

Ausgehend davon, dass die Partitur quantisiert, also innerhalb eines Notenrasters eingespielt oder die Partitur vom Noteneditor importiert wurde, folgen das Taktschema und somit auch die Taktzahlen synchron der geschriebenen Partitur. Alle bisher gesetzten Tempowechsel beeinflussen so nur die Geschwindigkeit des Abspielens der einzelnen Takte mit den MIDI-Noten, zerstören deshalb aber nicht das Taktschema.

Bei hybriden Produktion wie dem *Projekt Mozart*, das ja aus einem künstlichen Orchester und einem lebendigen Solo-Pianisten zusammengesetzt ist, kommt noch ein neuer Faktor hinzu: das Integrieren von Audio-Dateien, in dem Fall die des Solisten, in das MIDI-Arrangement.

Für ein Musikstück, bei dem das Tempo einigermaßen gerade durchläuft, wäre dies weniger problematisch: schon bei der Aufnahme kann sich der entsprechende Solist an das MIDI-Tempo halten und integriert sich damit problemlos in das Stück.

Schwierigkeiten entstehen hier erst, falls man im Nachhinein etwas am Tempo ändern möchte und das Audiomaterial anpassen muss: während alle MIDI-basierten Töne einfach dem neuen Tempo folgen, müssen Audio-Regionen, um die richtige Tonhöhenlage beizubehalten, auf ein neues Tempo komprimiert bzw. expandiert werden. Für diesen destruktiven Vorgang sind komplizierte Rechenvorgänge nötig, die dem Ausgangsmaterial oft kleine ‚Holperer‘ oder sonstige Störungen hinzufügen.

Sollte die Tonhöhe nicht entscheidend sein, z. B. bei Effekten oder Rhythmus-Instrumenten kann man das Audiomaterial, ohne es zu manipulieren, auch einfach bis zu einem gewissen Maß ‚pitchen‘, also höher und damit schneller oder tiefer/langsamer abspielen. Bis zu einem gewissen Maß deswegen, weil der Charakter des Ausgangsmaterials natürlich irgendwann durch das Verzerren der Tonhöhe verloren geht.

Im Mozartschen Klavierkonzert hingegen finden sich lange solistische Passagen, in denen der Pianist nur unterbrochen von spärlichen Einwüfen des Orchesters spielt. Ein Metronom, um ihn an das MIDI-Arrangement zu fesseln, scheidet aus musikalischen Gründen selbstverständlich aus, weswegen man nur die Möglichkeit hat, im Nachhinein das MIDI-Arrangement dem Pianisten anzupassen.

Ein Beispiel:

Nach einer ziemlich langen Orchestereinleitung, der Exposition des Werkes, löst der Pianist das Orchester ab und spielt mehrere Takte alleine, bevor das Orchester dann wieder hinzukommt. Dieser Einsatz stimmt im MIDI-Arrangement natürlich nicht mehr, weil der Pianist sich in der Passage davor musikalisch frei bewegt hat. Die gängigen Sequenzerprogramme bieten aber zum Glück die Option, einer Audio-Region eine bestimmte MIDI-Taktlänge zuzuweisen.

An unserem Beispiel sähe das folgendermaßen aus: der Pianist spielt genau 11 Takte alleine, bevor das Orchester wieder hinzukommt. Da man aber bei Audiodaten im Gegensatz zu MIDI keine Takte hat, muss die Audiospur des Pianisten auf die Anfänge des ersten und des zwölften Taktes gehörsmäßig zugeschnitten werden (siehe [Abb. 17](#)).

Danach definiert man die MIDI-Region, in die das Audiofile integriert werden soll, z. B. Takt 77-88, und nutzt die Funktion des Sequenzerprogrammes, ein Tempo zwischen Takt 77 und 88 so zu berechnen, dass die zugeschnittene Audio-Region genau hineinpasst. Bei Emagic/Logic geht das z. B. ganz einfach mit der Taste ‚T‘ (wie Tempo), nachdem man vorher die Audio-Region angewählt und die Locatorpunkte von Takt 77-88 gesetzt hat.

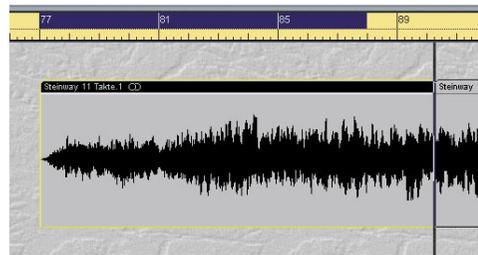


Abb. 17:

Audioregion vor der Tempoanpassung (MIDI-Tempo z. B. 139, Pianist langsamer). Die Ziel-Region (T.77-88) ist blau markiert.

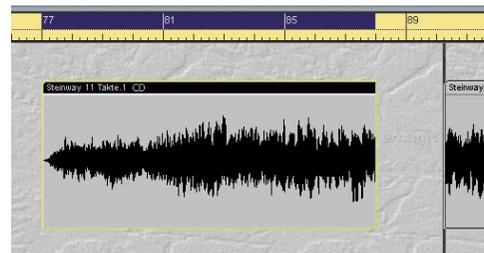


Abb. 18:

Audioregion nach der Tempoanpassung (generiertes MIDI-Tempo in der markierten Region ist jetzt z. B. genau 135,458).

Durch den Tempowechsel wird sich die Größe der markierten Audioregion auf der Zeitleiste ändern und dadurch eine Lücke bzw eine Überlappung zum nachfolgenden Rest entstehen (Abb. 18). Deswegen muss dieser Rest nun noch auf Position (Takt 88/1) geschoben werden, damit die Audiospur wieder am Stück durchspielen kann. (Das Audiofile kann dann nachträglich auch wieder repariert werden.)

Natürlich könnte man auch einfach alle MIDI-Daten, die nach der solistischen Einlage kommen, auf den Pianisten hinrücken, was den vermeintlich schnelleren Weg mimit. Den weiteren Vorgang des Bearbeitens aber würde das behindern, weil man keine genaue Übersicht mehr über die genaue Position der Noten auf der Zeitleiste hat. (Dieses Argument hat natürlich nur Geltung, wenn man bisher quantisiert gearbeitet hat.)

Durch das Integrieren von Audiospuren mit real aufgezeichneten Musikern bekommt das MIDI-Arrangement, was das Tempo und vor allem die Musikalität anbetrifft, noch einmal eine andere Klasse. Dadurch, dass *tempo rubato* (Kapitel 6.6) und alle anderen Bewegungen des Tempos in der Musik sehr empfindsame Regungen sind, sind diese technisch nur ansatzweise imitierbar. Für eine wahrhaft lebendige Simulation müsste man dazu wohl jedes einzelne Instrument des Orchesters mit dessen ganzen Bandbreite an Artikulation und Dynamik genauso wie dem Tempoempfinden und der unterschiedlichen musikalischen Auffassungsgabe verschiedener Spieler zu imitieren versuchen und würde damit jegliche Grenzen der Simulation sprengen.

Es vereinfacht die Arbeit daher ungemein, wenn man sich um des letzten Quentchens Musikalität willens an wenigstens einem echten Musiker orientieren und allerletzte Feinheiten in Tempo, Dynamik und Artikulation nach diesem ausrichten kann.

## 6.7 Die Mischung

Wenn alle Arbeiten auf MIDI-Ebene soweit abgeschlossen sind, kann man zum letzten großen Abschnitt der Produktion übergehen.

Falls nicht schon geschehen, sollten jetzt zuerst die Instrumente im Stereobild verteilt werden, bevor man sich an das Gestalten eines künstlichen Raumes macht und schließlich die letzten Feinheiten in der Lautstärke und dem Klang des Stückes herauszuarbeiten versucht.

### 6.7.1 Verteilen der Instrumente im Stereobild

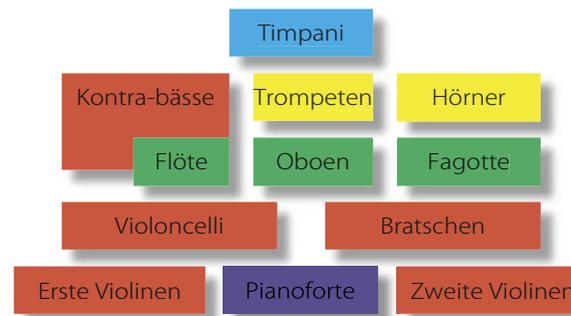
Um den räumlichen Charakter eines Sinfonieorchesters zu erzeugen, ist zunächst das Verteilen der einzelnen Instrumente im Stereobild nötig. Für diesen Vorgang ist primär wichtig, ob man seine einzelnen Instrumente im Sampler stereo- oder monophon vorliegen hat. Wenn immer, sollte man sich für Stereo-Samples entscheiden, da man mit diesen viel flexibler mit der Räumlichkeit umgehen kann als mit Mono-Samples. Letztere werden immer nur einen Punkt im Raum repräsentieren können, während Stereosamples eine viel größere Basisbreite haben. Durch Pegelunterschiede zwischen dem linken und dem rechten Kanal ist das Stereoinstrument dann im Raum positionierbar.

Vom Zudrehen der jeweiligen Panoramaregler (links/rechts) ist in diesem Zusammenhang abzuraten, weil sich dadurch die Signale der beiden Stereokanäle anfangen zu überlagern und das zu Phasenproblemen (bis hin zum Auslöschen einzelner Frequenzen im Spektrum) führen kann.

Zum Verteilen des Orchesters ist die alte ‚deutsche‘ Orchesteraufstellung vom Stereopanorama her gesehen geeigneter als die neue (vgl. [Abb. 4](#), S.17):

Abb. 19:

Verteilung der Orchesterinstrumente des Mozartschen Klavierkonzertes nach der klassischen, deutschen Orchesteraufstellung.



Für diese Orchesteraufstellung sprechen zum Beispiel das Wechselspiel der ersten und zweiten Violinen, die sich hier gegenüber sitzen. Im Gegensatz zur neuen Sitzordnung, bei der die Violinen nebeneinander positioniert sind, kann man hier einen sehr ausgewogenen Klang zu beiden Seiten hin erzeugen.

The image shows a musical score for Violin I and Violin II. The key signature has one flat (B-flat). The score starts at measure 293. Violin I plays a melodic line with eighth notes and quarter notes, while Violin II provides a rhythmic accompaniment with eighth notes and quarter notes. The two parts are in a call-and-response relationship.

Abb. 20: Mozart KV 466, Wechselspiel zwischen den 1. und 2. Violinen.

Da andererseits die Celli, Kontrabässe und Bratschen relativ häufig ähnliche musikalische Strukturen parallel zu spielen haben, bietet sich auch von dieser Seite her die deutsche Orchesteraufstellung an, damit sich auch hier ein ausgewogenes stereophones Bild ergeben kann.

The image shows a musical score for Viola I, II and Violoncello/Contrabasso (VC. e B.). The key signature has one flat. The score starts at measure 28. The Viola I, II part is in the alto clef and plays a complex rhythmic pattern with eighth and sixteenth notes. The VC. e B. part is in the bass clef and plays a similar rhythmic pattern. Both parts are marked with a forte (f) dynamic.

Abb. 21: Mozart KV 466, Parallelbewegung der Stimmen bei den Violinen, Celli und Kontrabässen

### 6.7.1.1 Mikrofonierung eines Sinfonieorchesters

Eine reale Aufzeichnung eines Sinfonieorchesters wird normalerweise wie folgt mikrofoniert:

1. Die Hauptmikrofone
2. Stützmikrofone
3. evtl. Raummikrofone

Die Signale des Hauptmikrofonpärchens, das üblicherweise ca. 1 m über dem Dirigenten angebracht ist, bilden das ganze Orchester räumlich stereophon ab. Oft verwendet wird bei der Hauptmikrofonierung die sog. *ORTF-Anordnung*, weil diese den besten Kompromiss zwischen der Abbildung der Mitte (durch Intensitäts-Stereophonie) und der Abbildung des Raumes (durch Laufzeit-Stereophonie) bildet ([Abb. 22](#)). Bei einer ORTF-Anordnung sind die Membrane der (gerichteten) Mikrofone 17,5 cm bei einem Winkel von 110° voneinander entfernt. Die Entfernung der Mikrofone voneinander simuliert hierbei den Abstand der Ohren und der Winkel den Abschattungseffekt des Kopfes. Man verwendet hier Druckgradientenempfänger. Durch den Versatz und den Winkel der beiden Mikrofone erhält man einen Laufzeit- (bei Frequenzen < 500-1000 Hz) und einen Pegelunterschied (bei  $f > 500-1000$  Hz), wodurch schließlich die räumliche Ortung entsteht.

Zusätzlich zum Hauptmikrofon befinden sich bei allen Instrumentengruppen, außer bei den Blechbläsern sind sie nicht zwingend nötig, zusätzliche sog. *Stützmikrofone*. Mit diesen kann man bei der Postproduktion die einzelnen Stimmen in ihrer Lautstärke getrennt nachbehandeln.

Optionale Raummikrofone (meistens Kugelcharakteristik) werden hinter den Hauptmikrofonen mit etwa 1-1,5m Abstand zueinander (Groß-AB Anordnung) angebracht und eignen sich zum extra Regeln der Raumanteile. Die Groß-AB Anordnung liefert eine sehr breite Abbildung des Raumes und eine gute Tiefenstaffelung der einzelnen Instrumente. Schwachpunkt ist neben der schlechten Lokalisierbarkeit im Stereopanorama der Verlust der Mitten-Abbildung. Eine Groß-AB Anordnung hat quasi ein ‚Loch in der Mitte‘, was aber nicht weiter tragisch ist, da dieser Bereich ja vollständig durch die Hauptmikrofone abgedeckt wird. Signale von Groß-AB Anordnungen können im günstigsten Fall die Funktion eines Hallgerätes ersetzen.

Die Signale der Hauptmikrofonierung und der Raummikrofone fehlen bei dem artifiziell erstellten Orchester komplett. Die Situation ist hier etwa so, als ob man nur mit Stützen gearbeitet hätte. Das Problem, das dabei auftritt, ist dynamischer Natur: mit einem Hauptmikrofon wird durch den Raumanteil insgesamt viel weniger Dynamik erzeugt als mit der Summe aller Stützen. Daher klingt das artifizielle Orchester viel zu ‚präsent‘ und direkt.

Um die fehlenden Mikrofone im Nachhinein zu simulieren, müsste man nun theoretisch vor der Lautsprecheranlage des Tonstudios etwa eine Haupt-

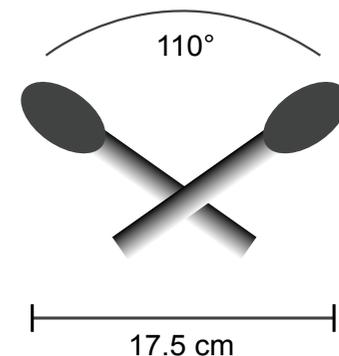


Abb. 22: ORTF-Mikrofonanordnung

sowie eine Raummikrofonierung simulieren und danach dem Arrangement beimischen. Vorher allerdings müsste man, um genau zu sein, die einzelnen Instrumentengruppen je nach ihrer Positionierung im Raum in Abhängigkeit der einzelnen Stützen zueinander um die jeweilige Laufzeit des Schalles verzögern (3,4 ms/Meter).

In der vorliegenden Simulation des Klavierkonzertes wurde auf den letzten Schritt verzichtet, wohl aber wurden die weiter hinten positionierten Instrumente ein kleines bisschen verzögert, um dadurch einen ersten räumlichen Eindruck zu erwecken.

### 6.7.1.2 Mikrofonierung des Pianisten

Das Klavier hingegen steht bei der Mischung etwas außen vor, weil das Soloinstrument unabhängig von dessen ursprünglichen Position bei der Aufnahme später in der Mischung relativ weit nach vorne in den Mittelpunkt geholt wird. Am häufigsten aber wird man das Instrument auch direkt vorne im Orchester antreffen. Diese Position ist mitunter auf historische, gelegentlich bis heute praktizierte Aufführungspraktiken zurückzuführen, wo der Pianist gleichzeitig als Dirigent fungiert.

Bei der akustischen Aufnahme des Steinway-D Flügels für das *Projekt Mozart* wurden zwei verschiedene Klein-AB Anordnungen getestet: zum einen eine Traverse mit 2 normalen Nierenmikrofonen und zum anderen eine Variante mit Großmembranmikrofonen ([Abb. 23](#)). Vor allem wegen des wärmeren und präsenteren Klanges fiel die Entscheidung letztlich auf die Großmembranmikrofone. Zum optionalen Zumischen zusätzlichen Raumes wurde in etwa 1,5m Abstand noch eine Groß-AB Anordnung installiert.

### 6.7.2 Erzeugen eines künstlichen Raumes

Dadurch, dass das artifizielle Orchester nun zwar richtig im Stereobild verteilt, aber auf einer Ebene ohne räumliche Tiefe ist, stellt sich nun die Aufgabe, einen künstlichen Raum für die virtuellen Instrumente zu errichten.

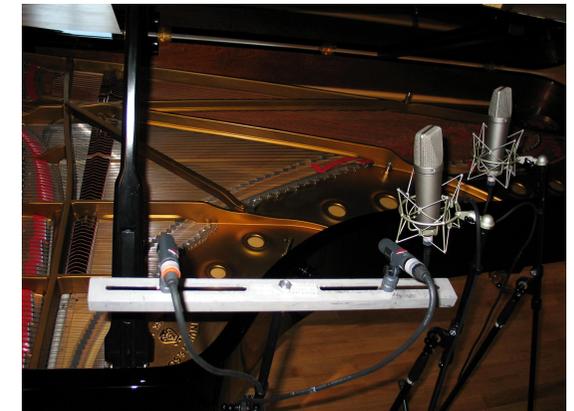


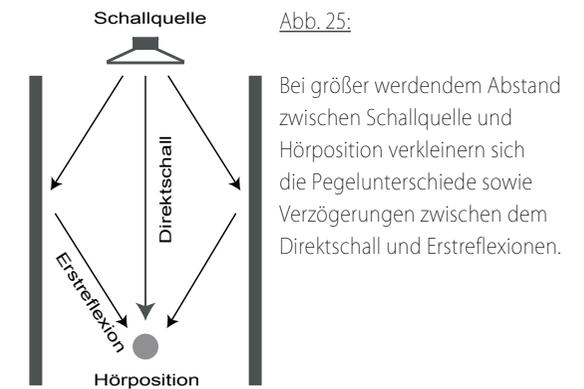
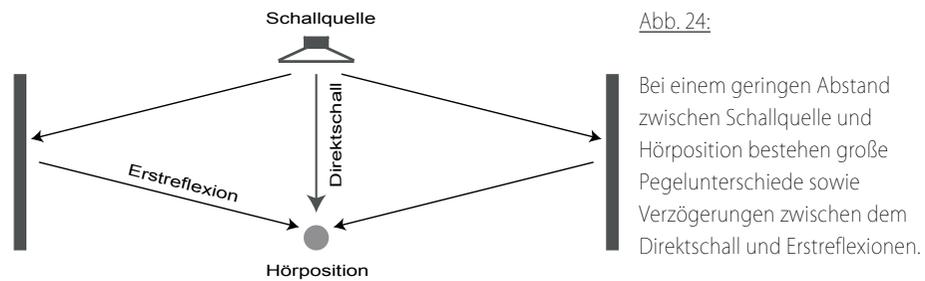
Abb. 23:

Traverse und Großmembranmikrofone vor dem Steinway-D Konzertflügel in einer Klein-AB Aufstellung.

Hierfür sollte zunächst klargelegt werden, dass das Wahrnehmen räumlicher Tiefe hauptsächlich abhängt von

- dem Verhältnis von Direktschall zu Erstreflexionen und Nachhall
- Anteil hoher Frequenzen
- der absoluten Lautstärke

Das Verhältnis vom Direktschall zu Erstreflexionen hat man sich folgendermaßen vorzustellen:



Man kann also hergehen und eine Tiefenstaffelung des unechten Orchesters mit unterschiedlichen Einstellungen der Werte für die ersten Reflexionen zu erzeugen versuchen. Dabei sollte man beachten, dass Erstreflexionen mit einer Verzögerung  $>50$  ms bereits als Echo wahrgenommen werden.

Eine weiteres Phänomen, das zu räumlicher Wahrnehmung führt, ist, dass sowohl der Anteil hoher Frequenzen wie auch die absolute Lautstärke mit der Entfernung abnimmt, das bedeutet, eine Pauke klingt in 6 Metern Entfernung etwas dumpfer und leiser als wenn man direkt davor steht. Um diese akustischen Effekte auch als räumlich wahrnehmen zu können, sind hierbei immer Vergleichswerte nötig (wie klingt ein Instrument in der Nähe im Vergleich?).

Dieses Phänomen wäre vor allem dann zu berücksichtigen, wenn man eine Hauptmikrofonierung simulieren möchte (siehe Kapitel 6.7.1.1), funktioniert aber auch bereits in einem „Stützen-Mix“ mit etwas höhenreduzierten Pauken und Kontrabässen.

Andere Ansätze gehen davon aus, den „Hall“ eines Konzertsaaes gleich mit den Samples einer Instrumenten-Library mit aufzunehmen. Dazu findet sich folgendes auf der Website der *Vienna Symphonic Library*:<sup>1</sup>

*„Die Grundidee ist einfach: genauso wie es möglich ist, Instrumente in all ihren Facetten zu digitalisieren (also: zu „samplen“), können die Charakteristika eines Raumes digitalisiert werden. Die „Antwort“ eines beliebigen realen Raumes auf einen genau definierten akustischen Impuls wird dafür aufgenommen und in einem mathematischen Prozess, der „Convolution“, jedem anderen beliebigen Signal aufgeprägt. Das Ergebnis ist idealer Weise das gleiche, als wäre dieses Signal tatsächlich in diesem Raum aufgezeichnet worden. [...]*

*Die Impulsantwort wird von idealen Positionen im Saal in Surround-Technik aufgenommen. Nach der Aufbereitung der Impulse ist es dem User mit einem intuitiven grafischen Interface möglich, definierte Instrumente oder Instrumentengruppen der Vienna Symphonic Library auf dieser virtualisierten Bühne zu verteilen.“*

*„Die Technik ist seit Jahrzehnten bekannt, doch erst jetzt boomt die Impulsfaltung. Kein Wunder: PC's sind erst seit kurzem leistungsfähig genug, Impulsfaltung grundsätzlich in Echtzeit zu ermöglichen“, schreibt die Computerzeitschrift c't dazu.<sup>2</sup>*

Mittlerweile gibt es auch schon von allen größeren, namhaften Herstellern elektroakustischer Software Hallerzeuger auf Impulsfaltungsbasis, was der Schonzeit der professionellen Halleffekt-Maschinen ein baldiges Ende bereiten dürfte.

---

<sup>1</sup> Vienna Symphonic Library, Multi Impulse Response Reverberation and Mixing Engine.

Online im Internet. URL: [http://www.vsl.co.at/deutsch/Seiten/PROFILE/NEWS/THE\\_MIR\\_PROJECT.htm](http://www.vsl.co.at/deutsch/Seiten/PROFILE/NEWS/THE_MIR_PROJECT.htm)

<sup>2</sup> c't, Ausgabe 8/2004, Roman Beilharz, Selbstgefaltet, S.186

## 7. SCHLUSSBETRACHTUNG

Mit der Simulation sinfonischer Musik kann man beim derzeitigen Stand der Technik schon erstaunlich realistisch klingende Ergebnisse erzielen. So wird es bereits heute auch für geübte Ohren immer schwieriger, z. B. ein gut imitiertes Streichensemble, das im Hintergrund eines Popsongs spielt, als artifiziell zu identifizieren.

Durch den Versuch des Nachbildens eines reinen, sinfonischen Werkes wie dem Klavierkonzert von Wolfgang Amadeus Mozart zeichnen sich die Grenzen des Machbaren aber schon deutlicher ab: im direkten Vergleich mit Aufzeichnungen realer klassischer Orchester wird auch der ungeübte Hörer schnell feststellen, dass der filigrane Duktus lebendig gespielter klassischer Musik jeder Simulation, sei sie auch noch so aufwendig, immer noch deutlich überlegen sein wird. Daher erfährt auch das virtuelle Orchester eine große Aufwertung durch jeden echten Musiker, der in die Simulation integriert wird.

Durch die Imitation akustischer Eigenheiten und Spielweisen klassischer Musikinstrumente oder etwa der Möglichkeit des Generierens künstlicher Räume kommt man dem Klang eines sinfonischen Orchesterapparates schon relativ nahe. Dynamik, Artikulation und Feinheiten im Klang der Instrumente können jedoch nur bis zu einem gewissen Grad nachgeahmt werden: zu vielfältig sind im Gegensatz dazu all die musikalischen Regungen, die ein geübter Spieler auf seinem realen Instrument zeigen kann.

Und obwohl auch in absehbarer Zukunft wohlklingendere Plagiate mit immer raffinierteren mathematischen Algorithmen für immer ausgefeiltere Simulationen sorgen werden, wird die ernstzunehmende Interpretation der heren klassischen Musik wohl noch eine gute Weile den musizierenden Menschen überlassen werden müssen.

## Literaturverzeichnis

### **Das MIDI Praxisbuch**

Richard Aicher, 2. Auflage, Signum Medien Verlag  
München 1987.

### **dtv-Atlas zur Musik**

Band 1, 15. Auflage, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH&Co KG  
München 1994

### **Konzert in d**

Studienpartitur, Bärenreiter Verlag  
Kassel 1986

## Internetadressen

<http://www.synrise.de/docs/types/f/fairlightesp.htm>  
<http://www.ghservices.com/gregh/fairligh/tech.htm>  
<http://www.synrise.de/docs/types/n/newenglanddigital.htm>  
<http://www.synrise.de/docs/intro/geschichte.htm>  
<http://www.vsl.co.at>

Zeitungsartikel**Die Wiener Schnipselmusikanten**

Manfred Dworschak, Der Spiegel, Ausgabe 1/2004

**Selbstgefaltet**

High-End Raumsimulation durch Impulsfaltung

Roman Beilharz, c't, Ausgabe 8/2004

CDs**Edwin Fischer**

Mozart Piano Concertos Nos. 20 & 25

EMI Records Ltd., 2001

**Orpheus Chamber Orchestra, Piano: Richard Goode**

Piano Concerto No. 18 & 20

Nonesuch Rec., 1996