



Hochschule der Medien Stuttgart

Ton Seminar

Digitales Sampling

Vorgelegt von: Maximilian Junge

Matrikelnummer: 5019252

Studiengang: Audiovisuelle Medien

Prüfer: Prof. Oliver Curdt

Inhalt

Einleitung	2
Geschichte	3
Analoges Sampling	3
Musique Concrete.....	3
Mellotron	3
Digitales Sampling	3
Fairlight CMI.....	3
E-MU Emulator	4
AKAI-S612 und AKAI MPC	4
Software.....	5
Technische Grundbegriffe	6
Analog VS. Digital.....	6
Abtastung.....	6
Bittiefe	7
Samplingmethoden	9
Quellen	11

Einleitung

Sampling gehört zu den prägendsten und einflussreichsten Techniken der modernen Musikproduktion. Was in der Mitte des 20. Jahrhunderts als avantgardistisches Experiment mit Tonbändern und Umweltgeräuschen begann, entwickelte sich über die Jahrzehnte zur zentralen Säule ganzer Genres wie Hip-Hop, Synth-Pop und elektronischer Tanzmusik. Die vorliegende Arbeit gibt einen umfassenden Überblick über die historische Entwicklung der Sampling-Technologie – von den analogen Anfängen über die bahnbrechenden digitalen Hardware-Klassiker bis hin zum heutigen Software-Standard. Darüber hinaus werden die tontechnischen und mathematischen Grundlagen der Analog-Digital-Wandlung erläutert sowie die gängigen Methoden der kreativen und technischen Sample-Bearbeitung systematisch analysiert.

In dieser Ausarbeitung werde ich zunächst auf die Geschichte eingehen und die wichtigsten Meilensteine, von der analogen Bandmaschine, bis hin zum VST-Plugin beleuchten. Danach kläre ich ein paar grundlegende technische Begriffe auf, die essenziell sind, um die Funktionsweise von Samplern zu verstehen. Zum Schluss werde ich noch einmal die wichtigsten gängigen Methoden skizzieren, die genutzt werden, um Samples zu bearbeiten.

Geschichte

Analoges Sampling

Musique Concrete

Die Urform des Samplings lässt sich in der Musique Concrète wiederfinden. Begründet wurde sie von Pierre Schaeffer, der als Ingenieur bei dem französischen Rundfunk gearbeitet hat. Schaeffer forschte ab den 1930er- und 1940er-Jahren an Geräuschen und deren Verarbeitung. Die Musique Concrète basiert nicht wie die konventionelle Musik auf Noten und Partituren, sondern auf aufgenommenen Alltagsgeräuschen und Klängen (Field Recording), welche im Studio collagiert, geschnitten und bearbeitet wurden. Schaeffer selbst beschrieb diese revolutionäre Technik als eine Wandlung von dem Konkreten in das Abstrakte, anstatt vom Abstrakten ins Konkrete. Anstatt einer Vorgabe durch ein Notenblatt wurden zuerst die Geräusche aufgenommen und dann erst arrangiert und zu einem Musikstück geformt. Zur damaligen Zeit wurde Schaeffer stark für sein Vorgehen kritisiert. Heute gilt er als „Pionier des Samplings“ und lieferte die Grundlage für das moderne Sampling und die elektronische Musik.

Mellotron

Das Mellotron gilt als die analoge Urform der modernen Sampler. Es verfügt über eine Klaviatur und jede Taste hat ein eigenes Tonband, welches jeweils 8 Sekunden aufgenommener Sounds speichern kann. Auf diesen Tonbändern liegen je drei individuelle Klänge, zwischen denen während des Spielens gewechselt werden kann. Drückt man eine Taste auf der Klaviatur, so wird das Tonband angespielt. Lässt man sie wieder los, springt es durch eine Feder zurück an den Ursprung. Besonders bekannt für die Nutzung des Mellotrons waren die Beatles.

Digitales Sampling

Fairlight CMI

Der erste kommerziell erfolgreicher Sampling-Computer war das Fairlight CMI. Es war der erste Computer, der die vollständige Musikproduktion ermöglichte. Hier wird der Klang in Daten umgewandelt, es gibt kein Band mehr, da die Samples digital gespeichert und auf die Tasten gelegt werden.

Der erste Song in den Charts, der mit diesem Sampler produziert wurde, war „Babooshka“ von Kate Bush. In diesem Fall wurde das „Glass Preset“ des legendären Samplers verwendet. Der Nachteil dieser Technik war, dass sie sehr teuer war. Die erste Generation kostete fast 1 Million US-\$, weshalb es sehr unzugänglich und dementsprechend wenig verbreitet war.

E-MU Emulator

Um diese Unzugänglichkeit zu überwinden, kam der E-MU Emulator auf den Markt. Dieser war wesentlich erschwinglicher, weshalb sich mehr Studios die Sampling-Technik leisten konnten und sie somit viel etablierter wurde. Allerdings war die Samplingrate des E-MU Emulators damals noch sehr niedrig. Der erste Käufer eines Emulators soll [Stevie Wonder](#) gewesen sein.

Aufbau:

1. **Diskettenlaufwerk für Floppy Disks (Disketten):** Einspeisen von Samples mit Disketten
2. **Sound-Storage:** Auswählen und Verwalten der Samples
3. **Output:** Audioausgabe an das Mischpult
4. **„Kybd“ (Keyboard):** Zuweisung der Samples auf die Tasten
5. **Vibrato:** Rate einstellbar und wählbar, ob es für den oberen oder unteren Tastaturbereich gelten soll
6. **Einstellen von Sustain und Filter:** Einstellen der Hüllkurve und der Filtereigenschaften (zum Beispiel Loopen von Samples beim Halten einer Taste)
7. **Master Tune:** Feinstimmung der Tonhöhe
8. **Input:** Aufnahme triggern

AKAI-S612 und AKAI MPC

Als Vorläufer der MPC von AKAI gilt das AKAI S612, welches ebenfalls wesentlich bezahlbarer war. Revolutioniert wurden die digitalen Sampler durch die AKAI MPC. MPC steht für Music Production Center und ermöglichte das vollständige Produzieren von Beats und Melodien auf

diesem Gerät, ohne einen Computer zu brauchen. Dazu konnten Pads mit verschiedenen Drum-Sounds und Sample-Chops belegt werden, um sie dann einzuspielen und aufzunehmen. Außerdem verfügt die MPC über Funktionen wie REC-Gain und Overdubs.

Software

Ab den 1990er-Jahren verlagerte sich das Sampling durch den Fortschritt von Computern von teurer Hardware komplett in die Software. Digitale Audio-Workstations (DAWs) wie Ableton Live, FL Studio oder Logic Pro sowie spezialisierte Plug-ins wie Native Instruments Kontakt machten Hardware-Sampler weitgehend überflüssig. Software-Sampler bieten im Vergleich zu den Hardware Modellen eine viel größere Speicherkapazität für große Sample-Bibliotheken und ermöglichen fortschrittliche Funktionen wie Time-Stretching, Pitch-Shifting, automatisches Sample-Slicing sowie realistisches Multi-Sampling. Dadurch wurde die Musikproduktion endgültig demokratisiert, da heute ein einfacher Laptop ausreicht, um komplexe Samplings auf mindestens dem Niveau der alten Hardware-Geräten durchzuführen.

Technische Grundbegriffe

Analog VS. Digital

Ein analoges Signal ist ein kontinuierliches Signal, welches wir in der echten Welt wahrnehmen können, beispielsweise eine akustische Gitarre. Wenn man diese Gitarre aber nun aufnehmen will, muss eine Wandlung zu einem digitalen Signal stattfinden. Dies nennt man A-D Wandlung. Das Ziel davon ist eine verlustfreie Umwandlung von dem analogen Signal zu einem digitalen Signal, welches gespeichert und bearbeitet werden kann. Dazu wird das analoge Audiosignal in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet und in Samples eingeteilt. Diese Abtastrate, also wie fein abgetastet wird, ist durch die Samplerate definiert. In genau diesen Abständen wird am aktuellen Punkt des Signals die Spannung gemessen und digital gespeichert. Das analoge Signal ist zeit- und wertkontinuierlich, das bedeutet, es liegen unendlich viele Werte vor, man könnte es beliebig vergrößern. Währenddessen ist das digitale Signal zeit- und wertdiskret. Die Zeitachse und die Amplitude sind in feste Stufen unterteilt, je nach Abtastrate.

Abtastung

Aber in welcher Frequenz sollte denn nun am besten abgetastet werden? In diesem Fall ist es wichtig zu wissen, dass eine zu geringe Abtastrate das Signal verfälschen kann. Daher besagt das Nyquist-Shannon-Theorem, dass die Frequenz, mit der abgetastet werden soll, mindestens doppelt so groß wie die größte abzutastende Nutzfrequenz ist. Da der wahrnehmbare Frequenzbereich des menschlichen Ohrs in etwa bis zu 20 kHz reicht, würden 44,1 kHz mathematisch ausreichen, um das gesamte Frequenzspektrum in etwa Fehlerfrei abbilden zu können.

Wie wirkt sich aber die Abtastrate des Signals direkt auf das Bearbeiten von Samples in der Musikproduktion aus? Angenommen, ein Sample wurde mit 44,1 kHz abgetastet. Würde man dieses Sample durch klassisches Resampling um die Hälfte verlangsamen, halbieren sich auch alle Frequenzen. Die zuvor höchste Frequenz von ca. 20 kHz rutscht nun auf 10 kHz ab. Oberhalb dieser Frequenz wurden bei der Aufnahme mit 44,1 kHz aber keine Daten gespeichert. Demnach verliert das Sample beim Heruntertransponieren seine Höhen und klingt deutlich tiefer und dumpfer.

Bei höheren Sampleraten (wie 96 kHz) existieren hingegen hochfrequente Daten oberhalb des hörbaren Bereichs, die beim Verlangsamen in den hörbaren Bereich nachrücken und dem Sample seine Brillanz erhalten.

Mit der Geschichte der Sampler hat sich auch immer wieder die Abtastrate verändert. So kam der Fairlight CMI mit einer Abtastrate von 24 kHz auf den Markt, spätere Modelle tasteten mit 32 kHz ab. Der Entwickler des Fairlight CMIs Peter Vogel beschrieb das dadurch aufkommende Aliasing als den besonderen Charakter des Samplers. Der E-MU Emulator reihte sich hier mit seinen technisch bedingten 27 kHz ein, wohingegen das AKAI S612 bereits variable Abtastraten von bis zu 32 kHz bot. Einen Meilenstein setzte schließlich AKAI mit der legendären MPC60: Ihre Abtastrate von 40 kHz prägte maßgeblich den wuchtigen und prägnanten Drum-Sound der Hip-Hop-Ära der späten 1980er-Jahre, bevor modernere Sampler-Modelle schließlich den heutigen CD-Standard von 44,1 kHz als festen Maßstab etablierten.

Bittiefe

Während die Abtastrate die Zeitdiskretion beschreibt, versteht man unter der Bittiefe die Wertdiskretion. Sie gibt an, mit wie vielen Bits die Amplitude von jedem Sample dargestellt werden kann. Konkret bedeutet das, in welcher Feinheit die Lautstärkewerte des Signals gespeichert und wiedergegeben werden können. Von der Bittiefe ist der Dynamikumfang des Signals abhängig. Bei einem niedrigen Bitwert ist dieser also sehr niedrig, während er mit jedem Bit um etwa 6 dB ansteigt.

Dies machte sich besonders bei den frühen digitalen Samplern bemerkbar: Genauso wie der E-MU Emulator hatte auch das Fairlight CMI lediglich eine Auflösung von 8 Bit zur Verfügung. Das bedeutet, dass der maximale Dynamikumfang bei nur etwa 48 dB lag, was 256 diskreten Pegelstufen entspricht. Lag ein analoger Pegel bei der Wandlung exakt zwischen zwei dieser Stufen, entstanden Rundungsfehler. Daraus resultiert ein deutlich hörbares Quantisierungsrauschen. Für viele Musikproduzenten war dieser raue Klang jedoch kein reiner Nachteil, sondern verlieh den frühen Samplern erst ihren ganz eigenen, ikonischen Charakter und Tiefe im Klang. Erst spätere Modelle wie die AKAI MPC60 mit 12 Bit und schließlich der heutige Standard von 16 Bit (bei der CD mit 96 dB Dynamikumfang) beziehungsweise

24 Bit machten eine nahezu rauschfreie und dynamisch präzise Abbildung des analogen Signals möglich.

Samplingmethoden

Es gibt verschiedene Methoden, um ein Sample zu manipulieren. Man kann ein Sample kreativ bearbeiten, die Bearbeitung kann aber auch rein technische oder musikalische Gründe haben, in etwa das Beat-Matching auf den Takt. Die grundlegendste Technik ist in dieser Hinsicht wohl das Looping. Ob man bei einer MPC den Start- und Endpunkt bestimmt, oder in der DAW die entsprechenden Cuts setzt – das Looping verfolgt das Ziel, ein wiederholendes Motiv zu erzeugen.

Etwas kreativer wird es dann bei dem Slicing oder Chopping. Anstatt einem einzigen Loop werden mehrere einzelne Slices manuell bearbeitet und angeordnet. Dies lässt sich in drei grundlegende Methoden einordnen:

1. **Manuelles Slicing:** Man schneidet sich die Chops selbst zusammen, in etwa bei einer MPC durch Scrollen mit dem Data Wheel. Dies überlässt einem eine große kreative Freiheit, ist aber zeitaufwendig und erfordert handwerkliche Präzision bei der Nulldurchgang-Findung (Zero-Crossing), um Knack- und Klickgeräusche zu vermeiden.
2. **Transient-based Slicing:** Das System erkennt die Transienten und setzt an der Stelle automatisch einen Cut.
3. **Slicing in Takt:** Hierbei werden die Cuts streng im Takt gesetzt, zum Beispiel ein Chop zu jedem $\frac{1}{4}$ Takt.

Durch Slicing kann aus einem Sample ein komplett neuer Groove entstehen. Besonders geprägt wurde diese Technik durch die bereits erwähnte AKAI MPC und wird bis heute von digitalen Samplern, wie zum Beispiel dem Fruity Slicer in FL Studio verwendet.

Abgesehen davon kann man auch die Tonhöhe eines Samples beeinflussen. Dies geschieht beim Pitching. Das kann technische Gründe haben, in etwa beim Anpassen eines Samples an die Tonart eines anderen Samples. Aber auch kreative Anwendungen sind denkbar, zum Beispiel das extreme nach oben transponieren eines Samples für den sogenannten „Chipmunk Style“ (bekannt geworden u. a. durch Kanye Wests Soul-Sampling) oder stark nach unten transponieren für einen entspannten „chopped and screwed“ Effekt. Das Pitching beeinflusst den gesamten Klangcharakter eines Samples. Natürlich ist eine weitere Form des Pitchings, ein Sample über Keyboard

Mapping als Instrument in verschiedenen Noten zu spielen, wobei sich die Abspielgeschwindigkeit proportional zur Tonhöhe verändert.

Nicht nur die Tonhöhe kann verändert werden, sondern auch das Tempo. Das Time-Stretching war allerdings nicht immer selbstverständlich. Früher hatten Bandmaschinen nicht die Möglichkeit, das Tempo und den Pitch separat voneinander zu bearbeiten. Erhöht man das Tempo, so steigt auch der Pitch mit an. Heutzutage ist dies dank der digitalen Technik getrennt einstellbar. Man kann zwar nun das Tempo anpassen, ohne den Pitch zu beeinflussen, allerdings entstehen dabei phasenbedingte Artefakte, da durch die mathematische Zerlegung und Dehnung des Audiosignals mittels Granularsynthese oder Phase-Vocoder-Algorithmen Verfälschungen auftreten können. Genauso wie bei dem Pitching gibt es technische Gründe, die Time-Stretching erfordern, wie das aufeinander Anpassen der BPM, aber kann auch als Stilmittel für besondere Effekte eingesetzt werden.

Natürlich kann man nicht nur ein Sample verwenden, sondern viele verschiedene auf einmal. Hierbei spricht man von dem Layering verschiedener Samples. Am gewöhnlichsten ist wahrscheinlich das Überlagern von der Melodie mit einem Drumloop. Aber auch innerhalb des Drumloops kann Layering vorgenommen werden, so kann man beispielsweise einen Kick/Snare Rhythmus mit einem Percussion-Loop unterlegen. Innerhalb der Melodie wird beispielsweise das Sample mit einer synthetischen Klangerzeugung (z. B. einem VST-Synthesizer via MIDI) unterlegt, um es präsenter klingen zu lassen. Des Weiteren kann ein Sample mit Texturen verfeinert werden, wie beispielsweise Vinyl-Cracks oder ambienten Atmosphären.

In den meisten Fällen wird aber nicht nur eine dieser genannten Methoden angewendet. Es ist ein Zusammenspiel von vielen Einstellungen und Kombinationen. Diesen Prozess des mehrfachen Bearbeitens und erneuten Aufnehmens nennt man Resampling. Häufig durchläuft ein Sample diese Schleife mehrmals.

Quellen

https://en.wikipedia.org/wiki/Fairlight_CMI

https://de.wikipedia.org/wiki/E-mu_Emulator

<https://www.vintagedigital.com.au/akai-s612/>

<https://www.muzines.co.uk/articles/akai-mpc60/1079>

<https://chrishoermann.at/analog-digital-wandlung-digital-analog-wandlung/>

<https://www.youtube.com/watch?v=aXnvaB1EFDA>

<https://www.youtube.com/watch?v=1mVUdJdpnrM>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Samplingtiefe>

<https://www.youtube.com/watch?v=ktqYajl-EBE>