

Synthesizer - Grundlagen

TONSEMINAR SOMMERSEMESTER 2026

VON ELIAS GONSER

MATRIKELNUMMER: 5012791

1 Definition	2
2 Technische Komponenten	2
3 Geschichte	3
4 Synthese-Methoden	6
4.1 Additive Synthese	6
4.2 Subtraktive Synthese	6
4.3 FM-Synthese	7
4.4 Modulare Synthese	7
4.5 Wavetable-Synthese	8
5 Verschiedene Synthesizer	9
5.0 Theremin	9
5.1 Moog Modular Synthesizer	9
5.1.1 Wendy Carlos	10
5.2 Minimoog Model D	10
5.3 EMS VCS3	11
5.4 Sequential Circuits Prophet-5	11
5.5 Yamaha DX7	12
5.6 Sound-Sampler	12
5.6.0 Mellotron	12
5.6.1 Fairlight CMI	13
5.6.2 E-mu Emulator	13
5.6.3 Akai MPC	13
5.7 Roland TB-303	14
6 Quellen	15

1 Definition

Ein Synthesizer (kurz „Synth“) ist ein elektronisches Musikinstrument, welches Audiosignale elektronisch erzeugt und verarbeitet. Diese sogenannte Klangsynthese kann, im Gegensatz zur Klangerzeugung bei akustischen Instrumenten, sowohl analog als auch digital stattfinden. Deshalb unterscheidet man grundsätzlich zwischen analogen und digitalen Synthesizern.

In der Musikproduktion sind Synthesizer ein sehr flexibles Werkzeug. Sie können sowohl andere Instrumente ergänzen, als auch komplette Aufnahmen im Alleingang ermöglichen. Auch im Live-Bereich kommen Synthesizer sehr häufig zum Einsatz. Besonders in der elektronischen Musik spielen sie eine zentrale Rolle, aber auch in vielen anderen Genres, wie Hip Hop, Rock oder auch bei klassischer Musik. Je nach Einsatzgebiet können Synthesizer sogar den Großteil einer Live-Performance übernehmen.

Die Vielseitigkeit von Synthesizern zeigt sich vor allem in der großen Bandbreite an erzeugbaren Klängen. Auf der einen Seite lassen sich akustische Instrumente realistisch imitieren, auf der anderen Seite erzeugen Synthesizer eigene elektronische Klänge, die mit akustischen Instrumenten nicht realisierbar wären.

2 Technische Komponenten

Alle Synthesizer unterscheiden sich in ihrem Aufbau deutlich von einander, doch in ihrem Kern bestehen alle aus den gleichen technischen Komponenten. Diese Module erzeugen und bearbeiten den Klang.

Das erste wichtige Modul eines jeden Synthesizers sind die Oszillatoren. Diese dienen als Soundquelle für den Synthesizer. Sie erzeugen eine periodische elektrische Schwingung in einer bestimmten Wellenform, die den Grundcharakter des Klangs, die Klangfarbe, festlegt. Zu den wichtigsten Wellenformen, die nahezu jeder Synthesizer erzeugen kann, gehören:

- Sinus (Sine): Ein reiner, sanfter Ton, der keine Obertöne hat. Der Sinus ist die einfachste Wellenform und dadurch Grundlage für alle weiteren Wellenformen.
- Sägezahn (Sawtooth): Der Sägezahn besitzt eine gezackte Wellenform, die sehr obertonreich ist. Sie klingt hell und scharf.
- Rechteck (Square): Die Rechteckwelle ist auch sehr obertonreich, klingt aber im Vergleich zum Sägezahn eher etwas hohler und voller.

Das nächste wichtige Modul eines Synthesizers sind die Filter. Sie dienen dazu, bestimmte Frequenzbereiche abzusenken oder anzuheben, um die Klangfarbe zu verändern. Der am häufigsten verwendete Filter bei Synthesizern ist der Tiefpass-Filter (Low Pass). Er lässt tiefe Frequenzen durch und schneidet hohe ab. Das gleiche Prinzip nur umgekehrt wird beim Hochpass-Filter (High Pass) angewendet. Bei den meisten

Synthesizern lassen sich Filter während manuell öffnen und schließen, sodass der Klang auch während des Spielens dynamisch angepasst werden kann.

Zudem besitzen Synthesizer Hüllkurven (Envelopes). Diese steuern den zeitlichen Verlauf eines Klangs und damit die Artikulation. Meist werden sie in einem Synthesizer eingesetzt, um den Verstärker (VCA) für den Lautstärkeverlauf oder den Filter für zeitliche Änderungen der Klangfarbe zu steuern. Eine Hüllkurve besteht in der Regel aus den vier Komponenten Attack, Decay, Sustain und Release (kurz. ADSR).

Der Attack (Anschlagzeit) bestimmt den Beginn des Klangs und wie schnell er seine maximale Lautstärke erreicht. Ein kurzer Attack erzeugt einen sehr schnellen, perkussiven Klang, ein langer Attack lässt den Ton langsamer lauter werden.

Der Decay (Abfallzeit) regelt die Zeitspanne, die der Klang benötigt, um von der maximalen Lautstärke des Attacks auf den Haltepegel (Sustain) abzufallen.

Der Sustain (Haltepegel) legt dabei die Lautstärke fest, die der Klang hat, solange die Taste gedrückt gehalten wird.

Zu guter Letzt steuert der Release (Abklingzeit) das Ende des Klangs und wie lange er noch nachklingt, nachdem die Taste losgelassen wurde.

Eine weitere technische Komponente ist der Low-Frequency-Oszillator (kurz: LFO). Dieser ist ein langsamer Schwingungserzeuger, mit welchem sich andere Regler modulieren lassen. Er schwingt so langsam, dass man ihn nicht hören kann, dennoch kann er bestimmte Parameter, wie Tonhöhe oder die Filterfrequenz durch seine langsame Schwingung beeinflussen. Der modulierte Parameter folgt dann der Bewegung der LFO-Kurve. Zum Beispiel kann ein LFO für folgende Modulationen verwendet werden:

- Tonhöhen-Modulation: Wenn der LFO die Tonhöhe moduliert, schwankt diese leicht um den eigentlichen Ton. Dadurch entsteht ein musikalischer Vibrato.
- Lautstärken-Modulation: Durch eine leicht automatisierte Lautstärke, die periodisch schwankt, entsteht ein Tremolo-Effekt.
- Filter-Modulation: Wenn die Grenzfrequenz des Filters moduliert wird, wird dieser in regelmäßigen Abständen geschlossen und geöffnet. Dadurch entsteht der sogenannte „Wah-Wah“-Effekt, ein rhythmischer Filter.

3 Geschichte

Die Geschichte der Synthesizer beginnt Ende des 19. Jahrhunderts. Zu diesem Zeitpunkt begannen Forscher zum ersten Mal mit Strom zu experimentieren. Der Erfinder Elisha Gray entdeckte dabei, dass Klänge über elektromagnetische Schaltkreise erzeugt werden können und man diese steuern kann. Sobald mit Strom eine Schwingung erzeugt wird und man diese verstärkt, entsteht ein Geräusch.

Der erste Mal, dass ein Gerät diese Technik verwendete, um Musik zu erschaffen, war 1901. Thaddeus Cahill erfand das Teleharmonium, welches Strom über Motoren erzeugte und diesen über Telefonhörer in Schall umwandelte. Dabei verwendete das

Teleharmonium Zahnräder, um bestimmte Töne zu erzeugen. Das Teleharmonium arbeitete nach dem Konzept der additiven Synthese. Dabei werden verschiedene obertonarme Klänge kombiniert, um neue obertonreiche Klänge zu erzeugen. Ein ähnliches Prinzip wurde später bei der Hammond Orgel angewendet. Das Teleharmonium war allerdings noch viel zu groß und schwer. MARK I wog etwa sieben Tonnen und MARK II sogar 200 Tonnen. Da der Klang über Telefonleitungen übertragen wurde, führte letzteres dazu, dass das Teleharmonium abgeschaltet werden musste, da es den Militärfunk der US-Marine störte und die Betriebskosten zu hoch wurden.

Im frühen 20. Jahrhundert wurden die ersten Röhrenverstärker entwickelt. Dadurch konnten Instrumente entwickelt werden, die sich das Prinzip der Synthese zu nutze machen konnten, wie zum Beispiel das Theremin, welches 1928 entwickelt wurde und durch Bewegungen in einem elektrischen Feld gespielt wird.

1950 wurde daraufhin der RCA Mark II an der Columbia University entwickelt, welcher als der erste programmierbare Synthesizer gilt und als erstes Gerät den Namen „Synthesizer“ bekam. Diesen konnte man durch Lochkarten programmieren, was allerdings keine Echtzeit-Bedienung erlaubte, da der RCA Mark II keine Klaviatur oder andere Steuerelemente ähnlicher Art besaß. Der RCA Mark II war dennoch das erste Gerät, dass Synthesizer genannt wurde. Man kann ihn noch immer an der Columbia University betrachten, dort fühlt er einen ganzen Raum aus.

In den 1960er Jahren fand der Durchbruch der Synthesizer statt. Entscheidend dafür war die Entwicklung von Transistoren. Sie konnten deutlich kompakter konstruiert werden und hatten eine deutlich vielseitigere Möglichkeit, Spannungen zu regeln. Somit konnten platzsparender Schaltungen gebaut werden, mit denen man Töne erzeugen konnte. Der erste, der diese Möglichkeit nutzte, war der Ingenieur Harald Bode. Er tauschte die alten Vakuumröhren mit den neu entwickelten Transistoren aus und lieferte somit die Basis für die Weiterentwicklung der Synthesizer.

Bodes Konzept wurde von Robert Moog in Zusammenarbeit mit Herbert Deutsch aufgegriffen. Zusammen entwickelten sie das Moog Modular System und erschaffen durch Hinzufügen einer Klaviatur den ersten populären Synthesizer, den Moog Modular Synthesizer. Dieser Synthesizer nutzte die Technik der subtraktiven Synthese. Dabei erzeugen Oszillatoren zunächst obertonreiche Wellenformen, beispielsweise Sägezahn- oder Rechteckswellen, welchen anschließend mithilfe von Filtern gezielte Obertöne abgeschwächt oder entfernt werden. Dadurch ergibt sich die gewünschte Klangfarbe. Der Moog Modular Synthesizer war allerdings immer noch relativ groß, unhandlich und teuer.

Ende der 1960er bemerkte der Ingenieur Bill Hemsath, der bei für Robert Moog arbeitete, dass Musiker den Moog Modular sehr häufig in der gleichen Grundverschaltung (Patch) benutzten. Die meisten leiteten die Oszillatoren in einen Mixer, dann durch Filter und schließlich durch Hüllkurvengeneratoren (Envelopes), welche Lautstärke und Filterverlauf

steuerten. Das modulare System des Moog Modulares schien den meisten Musikern zu komplex. Deshalb baute Hemsath aus einzelnen vorhandenen Komponenten ein kompaktes Gerät, welches diesen Signalfluss durch feste Verbindungen direkt ohne Umstecken von Kabeln möglich machte. Robert Moog war anfangs nicht überzeugt von der Idee eines kleinen Synthesizers, wurde dann aber überzeugt. Somit erschien 1970 der Minimoog Model D. Dieser war klein, tragbar und für Live-Auftritte ausgelegt. Durch die Verkabelung von Hemsath wurde dieser Synthesizer zum ersten semi-modularen Synthesizer, da nun der Signalfluss fest vorgegeben war. Alle Routing-Optionen waren nun nicht mehr sichtbar, sie wie beim Moog Modular Synthesizer, sondern lagen hinter der Frontplatte versteckt. Zusätzlich war der Minimoog Model D der erste Synthesizer, der ein Mod- und ein Pitch-Wheel verwendete, wodurch sich die Spielweise deutlich von anderen Instrumenten mit Klaviatur unterschied. Durch den Minimoog Model D wurden Synthesizer zugänglicher. Von nun an waren sie deutlich leichter zu bedienen und man konnte schnell, ohne viel Vorerfahrung, einen guten Klang erzeugen. Der Minimoog Model D gilt als die Blaupause für fast alle folgenden Synthesizer.

In den 1980er Jahren entwickelten sich Synthesizer erheblich weiter. Bauteile für die Entwicklung wurden deutlich günstiger. Somit konnten zum ersten Mal digitale Synthesizer entwickelt werden. Diese waren meist polyphon, wodurch mehrere Töne gleichzeitig gespielt werden konnten. Davor gab es nur monophone Synthesizer, die nur einen Ton gleichzeitig abspielen konnten. Nun konnte man viel einfacher Akkorde auf einem Synthesizer spielen.

Durch die Entwicklung der Mikroprozessoren war es zudem möglich, Klänge zu speichern. Viele neu entwickelte Synthesizer hatten einen eingebauten Patch-Speicher, in welchem Presets gespeichert werden konnten. Viele bekannte Synthesizer wurden in dieser Zeit entwickelt, zum Beispiel der Sequential Circuits Prophet-5, Yamaha DX7, Roland TB-303, usw.

Zudem wurden das erste Mal Sampling-Synthesizer entwickelt, welche dank Mikroprozessoren natürliche Klänge digital aufnehmen und diese über den Synthesizer spielen konnte.

Ab den 1990ern waren Computer so leistungsfähig, dass sie nun auch virtuelle analoge und digitale Synthesizer betreiben konnten. Ende der 1990er waren viele Effekte und Instrumente schon als digitale Plugins verfügbar und ein komplettes Studio konnte ab da an rein softwarebasiert auf dem Computer stattfinden. Bis heute entwickeln sich Computer weiter, werden immer leistungsfähiger und digitale Studios funktionieren immer besser. Dadurch hat man heutzutage keine physische Einschränkung von Hardware und auch die Kosten für Software sind deutlich geringer.

Heutzutage hat eindeutig die Software die Oberhand, allerdings erlebt analoge Hardware und Eurorack-Modularsysteme im Live-Bereich und in professionellen Studios eine massive Renaissance. Während der Computer als „ultimative Bandmaschine“ fungiert, schätzen Musiker weiterhin sehr die haptische Kontrolle von physischen Geräten.

4 Synthese-Methoden

4.1 Additive Synthese

Die additive Synthese ist das älteste Verfahren der elektronischen Klangerzeugung. Sie basiert auf der Erkenntnis, dass sich jeder periodische Klang mathematisch in seine Bestandteile, einzelnen Sinuswellen mit unterschiedlicher Frequenz, Amplitude und Phase, zerlegt werden kann. Addiert man hierbei mehrere einfache Sinuswellen gezielt, werden neue komplexe Klänge mit unterschiedlichen Klangfarben erzeugt.

Das Teleharmonium benutzte additive Synthese, um Klänge zu erzeugen. Dabei wurden rotierende Zahnräder mit Magneten kombiniert, um Schwingungen zu erzeugen.

Das historische Vorbild für additive Synthese ist die Pfeifenorgel. Bei diesem Instrument wird Luft durch viele Pfeifen gepresst, welche nach Größe in verschiedenen Gruppen sortiert sind. Der Organist steuert diese Gruppen über Register an, welche diese Gruppen aktivieren. Jedes gezogene Register fügt dem Klang eine weitere Gruppe an Pfeifen hinzu, wodurch der Ton massiver und obertonreicher wird. Obwohl eine Orgelpfeife selbst keine reine Sinusschwingung erzeugt, verdeutlicht dieses Prinzip die Grundidee der additiven Synthese: Komplexe Klänge entstehen durch Überlagerung mehrerer einzelner Klänge.

Um die additive Synthese verwirklichen zu können, benötigen Synthesizer für jede zusätzliche Wellen einen zusätzlichen Oszillator, weshalb der Aufwand und die Rechenleistung für die Klangerzeugung dementsprechend hoch sein muss. Mit leistungsstarken Computern lässt sich additive Synthese einfacher umsetzen, allerdings ist additive Synthese bei den meisten physischen Synthesizern nicht das bevorzugte Mittel zur Klangerzeugung.

4.2 Subtraktive Synthese

Bei der subtraktiven Synthese beginnt man im Gegensatz zur additiven Synthese mit einer obertonreichen Wellenform, zum Beispiel einem Sägezahn oder Rechteck. Anschließend werden mithilfe von Filtern gezielt Obertöne und Frequenzbereiche abgeschwächt oder entfernt, um die gewünschte Klangfarbe zu erzeugen. Deshalb wird diese Art der Synthese subtraktive Synthese genannt, da man durch Entfernen von Frequenzanteilen einen neuen Klang formt.

Seit der Entwicklung des Minimoog 1970 folgt die subtraktive Synthese meist einem festen Schema, das von links nach rechts verläuft. Die Oszillatoren erzeugen die Schwingungen, die bei der subtraktiven Synthese typischerweise eine Sägezahn-, Rechtecks- oder Dreiecksform haben. Die Signale der Oszillatoren laufen durch den Filter, welcher den Charakter des Klangs bestimmt, indem er bestimmte Frequenzbereiche absenkt oder anhebt. Ein wichtiger Regler ist dabei die Resonanz, die Frequenzen an der Schnittstelle des Filters betont. Das Signal wird daraufhin verstärkt und durch Hüllkurvengeneratoren und LFOs moduliert, wie bereits in Kapitel 2 beschrieben.

Ein früher Vorläufer der subtraktiven Synthese war der Voder, welcher elektronisch erzeugte Atmer und Stimmbandgeräusche filterte, um menschliche Sprache zu imitieren. Obwohl der Voder nicht als Musikinstrument entwickelt wurde, konnte man mit ihm dennoch schon das grundlegende Prinzip der subtraktiven Synthese, die Klangformung, durch Filter, erreichen.

In der heutigen Zeit bildet der subtraktive Synthese die Grundlage für die meisten analogen Synthesizer und vieler moderner Software-Emulationen.

4.3 FM-Synthese

Bei der FM-Synthese (Frequenzmodulations-Synthese) wird der Klang dadurch erzeugt, dass die Frequenz einer Wellenform durch eine andere Wellenform moduliert wird. Sie wurde 1967 von John Chowning an der Stanford University durch einen „glücklichen“ Zufall entdeckt.

Chowning experimentierte ursprünglich damit, einer Sinuswelle ein Vibrato hinzuzufügen. Dazu modulierte er ihre Frequenz mit einer sehr langsamen und dadurch nicht hörbaren Sinuswelle. Dabei stellte er fest, dass wenn man die Geschwindigkeit dieser modulierenden Welle bis in den für den Menschen hörbaren Bereich erhöht, das Ohr keine Tonhöhenschwankung mehr wahr nimmt, sondern eine Änderung der gesamten Klangfarbe. Durch die Modulation einer Schwingung mit einer anderen entsteht eine enorme Anzahl an Obertönen. Deshalb wird bei der FM-Synthese oft der Klang durch digitale Schwingungen ohne Einsatz von Filtern geformt.

Vor der FM-Synthese war die einzige Möglichkeit, solche komplexen Klänge herzustellen, die additive Synthese, bei welcher jeder einzelne Teilton einen eigenen Oszillator benötigt. Die FM-Synthese erlaubt es, extrem komplexe Klänge mit sehr begrenzten digitalen Ressourcen zu erzeugen. Zur damaligen Zeit war die Berechnung vergleichbarer Klänge durch additive Synthese aufgrund mangelnder Rechenleistung völlig unmöglich. Somit löste FM-Synthese das Effizienzproblem der additiven Synthese, da man nicht mehr für jeden Teilton einen eigenen Oszillator benötigte.

4.4 Modulare Synthese

Bei der modularen Synthese wird im Gegensatz zu anderen Synthese-Methoden der Signalfuss frei durch den Benutzer definiert, anstatt einer fest vorgegebene Struktur zu folgen. Modulare Systeme bieten die größtmögliche Freiheit bei der Klanggestaltung, da jede Komponente des Synthesizers flexibel mit einer anderen kombiniert werden kann.

Das Herzstück eines Modulen Systems sind die Module. Dabei handelt es sich um einzelne elektronische Komponenten, die jeweils eine spezifische Aufgabe bei der Klangerzeugung oder -bearbeitung übernehmen. In klassischen Systemen hat jedes Modul meist nur eine einfache Funktion, wie zum Beispiel ein einzelner Oszillator oder Filter. Diese Module werden manuell mithilfe von Patch-Kabeln verbunden. Man ist dabei vollkommen frei, von wo nach wo das Signal fließt. Die Module kommunizieren

untereinander durch das Senden von elektrischen Spannungen. Diese Spannungen steuern dann die verschiedenen Parameter der einzelnen Module. Bei kompakten Synthesizern, zum Beispiel dem Minimoog, welcher durch subtraktive Synthese Klänge erzeugt, sind die Verbindungen zwischen den Komponenten intern fest verlötet. Dort kann man meist nur zwischen wenigen Routing-Optionen wählen.

Die ersten Modulare Systeme waren noch sehr schwer zu bedienen. Sie waren sehr groß, teuer und hatten besonders bei den Oszillatoren eine sehr hohe Anfälligkeit für Verstimmungen. Zudem gab es in der Anfangszeit von Modulen Systemen noch keine einheitlichen Standards für technische Kommunikation, Stromversorgung und physische Bauweise, was es quasi unmöglich machte, verschiedene Systeme von verschiedenen Herstellern miteinander zu kombinieren.

Erst durch die Etablierung von Eurorack Mitte der 1990er als neuen Standard für modulare Systeme änderte sich das. Nun war es möglich Module verschiedener Hersteller in einem System zu integrieren, da dieser Standard genau festlegte, dass die Module alle gleich elektronisch verschaltet sind. Eurorack-Systeme sind zudem deutlich kleiner, wodurch die einzelnen Module deutlich besser austauschbar sind.

4.5 Wavetable-Synthese

Wavetable-Synthese ist eine rein digitale Form der Klangerzeugung, die auf der Nutzung kleiner, digital gespeicherter Wellenformen basiert. Im Gegensatz zu klassischen analogen Synthesizern, deren Klang hauptsächlich durch feste Schaltkreise für einfache Wellenformen entsteht, ermöglicht die Wavetable-Synthese die Verwendung von nahezu jeder denkbaren Wellenform. Wavetable-Synthese ist nicht auf physikalische Schwingungen limitiert, da hierbei eine digitale Repräsentation des Klangs verwendet wird. Deshalb lassen sich verschiedene Wellenformen in dem Wavetable digital „zeichnen“. Es wird dabei sehr schnell zwischen gespeicherten Wellenformen, die als kurzes Audio-Sample vorliegen, interpoliert, um eine kontinuierliche, komplexe Wellenform zu erzeugen.

Der entscheidende Unterschied zu einfachen Samplern ist die Struktur der Wavetable. Diese Wavetable kann entweder eine lange Wellenform oder eine Hintereinanderreihung vieler einzelner Wellenformen sein. Der Synthesizer greift auf einzelne Frames beziehungsweise Wellenformen innerhalb der Tabelle zu. Dieser kleine Bereich lässt sich dabei, während er gerade gelesen wird, also während des Spielens verschieben. Durch dieses Auslesen verändert sich der Klang kontinuierlich und organisch über die Zeit. Der Klang ist also bereits an seiner Quelle in Bewegung, noch bevor er durch Filter oder Hüllkurvengeneratoren verändert wird.

5 Verschiedene Synthesizer

5.0 Theremin

Das Theremin gilt als eines der ersten elektronischen Musikinstrumente und nimmt eine zentrale Rolle in der Vorgeschichte der modernen Synthesizer ein.

Entwickelt wurde das Instrument in den 1920er-Jahren von Lev Termen, nachdem es auch benannt wurde. Die große Besonderheit am Theremin ist, dass es vollständig berührungslos gespielt wird.

Die Klangerzeugung basiert auf der Veränderung elektrischer Schwingungen durch die Position der Hände des Spielers in einem elektromagnetischen Feld. Das Theremin besitzt typischerweise zwei Antennen, eine horizontale Antenne zur Regelung der Lautstärke und eine vertikale Antenne zur Steuerung der Tonhöhe.

Die rechte Hand steuert die Tonhöhe (Pitch). Durch Annäherung an die vertikale Antenne wird der Ton höher. Wenn sich die Hand von der vertikalen Antenne entfernt, wird der Ton tiefer.

Die linke Hand steuert die Lautstärke (Volume). Je weiter sie von der horizontalen Antenne weg ist, desto lauter wird der Ton.

Durch die Kombination aus beiden Handbewegungen kann der Spieler sowohl die Melodie, als auch die Dynamik des Klangs präzise verändern. Das Spielen auf dem Theremin erfordert dadurch allerdings sehr genaue Präzision, wodurch das Instrument sehr schwer zu erlernen ist.

Das Theremin war der Grundstein für die Karriere von Robert Moog. Dieser gründete seine erste Firma R.A. Moog Co., um Theremin-Bausätze herzustellen und sie zu verkaufen. Die Arbeit dem Theremin half Moog, die Konzepte der Spannungssteuerung zu verstehen, was später direkt zur Entwicklung des Moog Modular Synthesizers führte. Auch sein späterer Partner Herbert Deutsch, mit welchem er den Moog Modular Synthesizer entwickelte, beschäftigte sich als Jazzmusiker intensiv mit dem Theremin und elektronischer Klangerzeugung.

5.1 Moog Modular Synthesizer

Der Moog Modular war der erste kommerziell erhältliche Synthesizer, welcher die Ära der Synthesizer in der Popkultur einläutete. Er wurde 1964 von Robert Moog in Zusammenarbeit mit Herbert Deutsch entwickelt und ab Ende der 1960er-Jahre kommerziell angeboten. Bei der Entwicklung nutzten sie Transistoren anstelle von damals üblichen Vakuumröhren, was den Moog Modular im Gegensatz zum RCA Mark II deutlich handlicher machte.

Im Gegensatz zu späteren kompakten Geräten bestand der Moog Modular aus einzelnen, spezialisierten Komponenten, den Modulen, welche keine feste interne Verbindungen hatten, sondern manuell über Patch-Kabel verbunden werden mussten. Dieses System erlaubte es Musikern erstmals, komplexe elektronische Klänge in Echtzeit zu erschaffen.

Zudem wurde beim Moog Modular die subtraktive Synthese als Standardverfahren der Klangerzeugung etabliert.

Der Moog Modular war das Fundament für fast alle folgenden Synthesizer-Designs. Um das Gerät für traditionelle Musiker attraktiv zu machen, fügten Moog und Deutsch eine Klaviatur hinzu. Das führte dazu, dass bekannte Bands wie zum Beispiel The Beatles oder The Rolling Stones den Moog Modular für ihre Produktionen und Live-Auftritte verwendeten.

5.1.1 Wendy Carlos

Der Moog Modular hätte allerdings nicht ohne Wendy Carlos, einer Pionieren der elektronischen Musik, so eine große Popularität erhalten. Sie arbeitete bei der Entwicklung des Moog Modulares eng mit Robert Moog zusammen und gab Feedback zu seinen Entwürfen aus Sicht einer Musikerin. Viele Entwicklungen an dem Moog Modular, wie zum Beispiel anschlagdynamische Keyboardtasten, basierten direkt auf ihren Vorschlägen.

1968 nahm Wendy Carlos das Album „Switched-On Bach“, eine Neuinterpretation von Johann Sebastian Bachs Kompositionen, vollständig mit einem Moog Modular auf. Da der Moog Modular monophon ist, also nur eine Note gleichzeitig gespielt werden kann, musste sie jede Spur einzeln aufnehmen und anschließend auf einem Mehrspurband übereinanderlegen. Der enorme Erfolg dieses Albums bewies der Welt, dass Synthesizer ernstzunehmende musikalische Instrumente sind.

5.2 Minimoog Model D

Die Idee für den Minimoog entstand, als der Ingenieur Bill Hemsath bemerkte, dass Benutzer des Moog Modular Synthesizers ihr Gerät meist auf die gleiche Weise verkabelten. Hemsath baute daraufhin aus Restteilen modularer Synthesizer den Prototyp „Model A“ des Minimoogs, bei dem die Verbindungen fest verlötet waren, anstatt Patch-Kabel zu verwenden. Dieses Konzept entwickelte er, trotz anfänglicher Bedenken von Robert Moog, über mehrere Prototypen bis zum finalen „Model D“ weiter.

Der Minimoog war einer der erste Synthesizer, den man in einem normalen Musikgeschäft kaufen konnte, was ihn für eine breite Masse an Musikern zugänglich machte. Da alle Routing-Optionen intern unter dem Frontpanel festgelegt waren, war das Instrument weniger einschüchternd und einfacher zu bedienen. Durch seine Handlichkeit war perfekt für den Einsatz auf Bühnen konzipiert.

Das Layout des Minimoog etablierte den heute standardmäßigen Signalfluss von links nach rechts: Oszillatoren -> Mixer -> Filter -> Verstärker (VCA). Der Minimoog verfügt über drei verschiedene Oszillatoren. Erstmals wurde beim Minimoog auch das Pitch-Wheel eingeführt, das es Spielern erlaubte, Töne beim Spielen leicht zu pitchen und somit neue

Spieltechniken ähnlich wie bei akustischen Instrumenten zu entwickeln. Dies war allerdings durch die Monophonie des Instruments eingeschränkt.

Heutzutage besteht weiterhin ein Hype um den Minimoog aufgrund seines spezifischen Klangcharakters. Da frühe analoge Bauteile Schwierigkeiten hatten, die Oszillatoren exakt gestimmt zu halten, entstand eine minimale Instabilität, die heute oft als „analoge Wärme“ beschrieben wird.

5.3 EMS VCS3

Der EMS VCS3 wurde zur etwa gleichen Zeit wie der Minimoog von der Firma EMS in Großbritannien entwickelt. Das markanteste Merkmal des VCS3 war sein Stiftmatrixsystem (Pin Matrix), das es ermöglichte, verschiedene Komponenten flexibel miteinander zu verbinden, ohne Patch-Kabel verwenden zu müssen. Ursprünglich besaß das Gerät keine Klaviatur, da es eher für experimentellere Zwecke entwickelt wurde.

Der VCS3 galt im Vergleich zu den amerikanischen Synthesizern als eher weniger umfangreich. Die Oszillatoren waren bekannt für ihre instabile Tonhöhe, was oft dazu führte, dass der VCS3 manuell nachgestimmt werden musste. Auch die Hüllkurvensteuerung war im Vergleich zu späteren Synthesizern eingeschränkt, da der VCS3 keine vollständige ADSR-Hüllkurve besaß, sondern lediglich eine einfachere Steuerung des zeitlichen Klangverlaufs ermöglichte.

Trotz seiner technischen Einschränkungen bot der VCS3 eine große kreative Freiheit, wodurch er vor allem von experimentellen Rock-Bands, wie zum Beispiel von Pink Floyd, verwendet wurde. Auch im Sounddesign für Science-Fiction Filme fand der VCS3 sehr große Anwendung, wo er vor allem zur Erzeugung ungewöhnlicher elektronischer Geräusche eingesetzt wurde.

5.4 Sequential Circuits Prophet-5

Der Prophet-5, der im Jahr 1978 auf den Markt kam, gilt als einer der ersten voll programmierbaren und kommerziell erfolgreichen polyphonen Analog-Synthesizer. Wie der Name bereits verrät, konnte der Prophet-5 fünf Töne gleichzeitig spielen, wohingegen frühere Synthesizer, wie der Minimoog nur einen Ton gleichzeitig spielen konnte.

Technisch wurde dies gelöst, indem im Inneren des Gehäuses fünf komplette Kopien des Synthesizers verbaut waren, die von einem Mikroprozessor gesteuert wurden. Ein besonderes Merkmal war der Unison-Modus, bei dem alle fünf Stimmen auf eine einzige Taste gelegt wurden, um einen extrem kraftvollen Klang zu erzeugen.

Die wohl wichtigste Neuerung, die der Prophet-5 mit sich brachte, war die Patch-Memory. Zum ersten Mal war es möglich selbst erstellte Klänge digital im Gerät zu speichern und per Knopfdruck exakt wieder aufzurufen. Zuvor mussten Einstellungen mühsam notiert oder per Gedächtnis rekonstruiert werden.

Da das Gerät über einen Speicher verfügte, konnte Sequential Circuits den Prophet-5 bereits mit vorinstallierte Klängen, den sogenannten Presets, ausliefern. Dies veränderte die Arbeitsweise von Musikern grundlegend, da sie nun nicht mehr jeden Sound neu erstellen mussten, sondern direkt mit professionellen Sounds loslegen und diese weiterentwickeln konnten.

5.5 Yamaha DX7

Der Yamaha DX7, welcher im Jahr 1983 auf den Markt kam, war der erste kommerziell erfolgreiche digitale Synthesizer. Er gilt als eines der meistverkauften Instrumente der Musikgeschichte, da bereits im ersten Jahr 150.000 Einheiten von ihm verkauft wurden, deutlich mehr als vom Minimoog und Prophet-5 insgesamt.

Das Herzstück des Yamaha DX7 war die FM-Synthese, welches es ermöglichte, extrem komplexe Klänge mit sehr begrenzten digitalen Ressourcen zu erzeugen. Im Gegensatz zur „analogen Wärme“ früherer Geräte bot der Yamaha DX7 dadurch eine völlig neue Auswahl an Sounds. Er war berühmt für seine Glocken-, Bass- und für die damalige Zeit erstaunlich realistischen E-Piano-Sounds.

Die 80er Jahre prägte der Yamaha DX7 wie kaum ein anderes Instrument. Besonders das Preset „EP1“, ein E-Piano-Sound, war so allgegenwärtig, dass es 1986 auf 40% aller Nummer-eins-Hits der US-Billboard-Charts zu hören war.

Der Yamaha DX7 bot eine 16-fache Polyphonie und verfügte über einen Patch-Speicher, was ihn vor allem für Live-Musiker und Tonstudios sehr attraktiv machte. Zudem war er im Vergleich zu anderen Synthesizern seiner Zeit nicht gerade teuer.

Ein markantes Merkmal war jedoch das Fehlen von Drehreglern und Schaltern. Stattdessen wurde der Yamaha DX7 mit einem kleinen LCD-Display und Knöpfen bedient, was die Programmierung sehr abstrakt und schwierig machte. Dies führte dazu, dass die meisten Musiker den Yamaha DX7 nie selber programmierten, sondern ausschließlich die mitgelieferten Presets benutzten.

5.6 Sound-Sampler

5.6.0 Mellotron

Das Mellotron gilt als Vorläufer des Sampling, da es die tatsächlichen Klänge eines Orchesters benutzt, um eigene Melodien zu spielen. Es ist allerdings kein Synthesizer, da es im Gegensatz zu ihnen Klänge nicht elektronisch erzeugt sondern die Klänge durch verschiedene Magnettonband-Spuren, auf denen echte Aufnahmen von Instrumenten gespeichert sind, erzeugt.

Bei Tastendruck wird ein entsprechendes Tonband abgespielt. Die Steuerung ist typischerweise zweigeteilt. Die rechte Hand spielt Lead-Instrumente, während die linke Hand für Rhythmus und Begleitung zuständig ist.

Für Musiker war das Mellotron besonders attraktiv, da man mit ihm ein ganzes Orchester auf einem kleinen Gerät spielen konnte. Die Tonbänder im Mellotron waren Aufnahmen von Streicher, Chöre und Blasinstrumente. Somit lässt sich das Mellotron als eine Art mechanisches Archiv von orchestralen Klängen beschreiben, welches die Basis für alle weiteren Sound-Sampler beschreibt.

5.6.1 Fairlight CMI

Ende der 1970er wurde der Fairlight CMI entwickelt, welcher als der erste kommerziell erhältliche digitale Sampler und Workstation-Synthesizer gilt. Er veränderte die Art der Musikproduktion grundlegend, da es mit dem Fairlight CMI möglich war, jeden beliebigen natürlichen Klang aufzunehmen, digital zu speichern und in verschiedenen Tonhöhen auf der Klaviatur zu spielen.

Der Fairlight CMI war zudem das erste System, bei dem man den Klang visuell auf einem hellgrünen Monitor sehen und bearbeiten konnte. Zusätzlich enthielt das Gerät den ersten bildschirmbasierten Sequenzer, mit dem komplexe Rhythmen programmiert werden konnten.

Da der Fairlight CMI sehr aufwendig produziert wurde, war er für die meisten Musiker zu teuer. Ein Gerät kostete Anfang der 1980 etwa 25.000 US-Dollar und später sogar bis zu 60.000. Dementsprechend war die Zielgruppe des Fairlight CMI eher größere Tonstudios, die sich solche Technik leisten konnten.

5.6.2 E-mu Emulator

Der E-mu Emulator kam kurz nach dem Fairlight CMI 1981 auf den Markt. Er beschreibt die Übergangszeit zwischen den früheren teuren Techniken des Samplings zu den heutigen kompakteren Geräten.

Der E-mu Emulator half dabei, das digitale Sampling als Standardwerkzeug in der Musikproduktion zu etablieren.

Er war deutlich billiger als der Fairlight CMI, verfolgte aber einen ähnlichen Ansatz. Man konnte auf einer Diskette 8-bit-Samples speichern, welche man über ein Laufwerk in den E-mu-Emulator einspeisen konnte.

5.6.3 Akai MPC

Der Akai MPC schaffte eine Revolution im Sampling. Musikern ermöglichte er, bestehende Musikaufnahmen zu zerschneiden (slicen), umzudrehen (flippen) und neu zusammen zu stellen (choppen), um daraus völlig neue Kunstwerke zu erschaffen. Im Gegensatz zu vorangegangenen Samplern besitzt der Akai MPC keine Klaviatur, sondern 16 sogenannte Pads, welche in einem 4x4-Muster angeordnet sind.

Durch seine flexiblen Einsatzmöglichkeiten legte der Akai MPC den Grundstein für Hip-Hop, da der MPC nicht nur ein reiner Sampler war, sondern ein vollständiges

Produktionswerkzeug, welches Rhythmus und Sampling in einem Gerät vereinte. Da der Akai MPC im Gegensatz zu anderen Samplern deutlich kleiner und preiswerter war, wurde professionelles Sampling zum ersten Mal für eine breite Masse an Musikern zugänglich.

5.7 Roland TB-303

Die Roland TB-303, deren Name für „Transistor Bass“ steht, ist der wahrscheinlich erfolgreichste Misserfolg unter den Synthesizern, da er trotz seines ursprünglichen Scheiterns die Musikgeschichte massiv geprägt hat.

Das Gerät kam 1981 auf den Markt und war offiziell als Ersatz für einen Bassgitarristen gedacht. Allerdings überzeugte die TB-303 damit gar nicht, da die Sounds sehr unrealistisch klangen. Deshalb wurde die Produktion aufgrund geringer Verkaufszahlen bereits 1984 eingestellt, woraufhin die Geräte billig auf dem Gebrauchtmart landeten.

Ein paar Jahre später wurde die TB-303 allerdings wieder entdeckt und für eine komplett anderen Zweck verwendet. Der besondere Klangcharakter machte führte dazu, dass die Roland TB-303 maßgeblich an der Entstehung des „Acid“-Sounds beteiligt war. Das Zusammenspiel aus Filter-Resonanz, Frequenzmodulation und Distortion war entscheidend für die Dynamik der Sounds.

Die unintuitive Programmierung der TB-303 war am Anfang ein zusätzlicher Grund für den Misserfolg. Die Eingabe von Mustern erfolgte in getrennten Modi für Zeitwerte und Tonhöhen, was oft dazu führte, dass Musiker durch Zufall interessante Sequenzen entdeckten. Da einfache Patterns oft nur aus wenigen Takten bestanden, wurde die erzeugte Musik durch ständiges manuelles Drehen an den Reglern, wie zum Beispiel am Cutoff oder an der Resonanz, während der Wiedergabe lebendig gehalten.

Bis heute prägt die Roland TB-303 das Genre Acid House und die gesamte elektronische Musik. Sie hat bis heute einen enormen Einfluss, was sich auch in unzähligen Software-Emulationen und Hardware-Clones widerspiegelt.

6 Quellen

- https://www.youtube.com/watch?v=5sjreF6H_rY
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Telharmonium>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Synthesizer>
- <https://www.youtube.com/watch?v=4SBDH5uhs4Q>
- <https://www.youtube.com/watch?v=UhjqP5yaRHg&list=PLcl74ZKeUZk6q1FzxIDeJTBzc7rl2JE-W&index=10>
- https://www.youtube.com/watch?v=ihn4GVRH_98&list=PLcl74ZKeUZk6q1FzxIDeJTBzc7rl2JE-W&index=12
- https://www.youtube.com/watch?v=V_4lZKCXjR8&list=RDV_4lZKCXjR8&start_radio=1
- <https://www.youtube.com/watch?v=vuWI9EMDMIU>
- http://dave.ucsc.edu/physics195/thesis_2009/fleck_thesis.pdf
- <https://www.youtube.com/watch?v=fIB3BA-johE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jPpNZGjUfIA&t=364s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=lKuYwsarAns>
- <https://repositories.lib.utexas.edu/server/api/core/bitstreams/6bc47354-e609-4af1-bf4b-8c86b4e4ca65/content>
- https://www.youtube.com/watch?v=OT_KFCidz_s
- https://de.wikipedia.org/wiki/EMS_VCS_3
- <https://www.youtube.com/watch?v=HdkixaxjZCM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jkiYy0i8FtA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kf2-WLK3gPA&t=208s>