

Elektronische Musikinstrumente

1. Frühe Spielinstrumente

Charakteristikum: Genuine elektronische Klangerzeugung unter Beibehaltung des traditionellen Charakters eines Musikinstruments, d.h. es gibt Spieler/innen, die live mit diesem Instrument Musik machen. Die Musik selbst ist in der Regel vorab komponiert, meist wie üblich notiert.

1906 Telharmonium: elektromechanisch (kreisende Zahnräder), keine elektronische Klangerzeugung.

1920 Theremin: Prinzip des Schwebungssummers aus der Radiotechnik spieltechnisch umgebaut.

1928 Ondes Martenot: Weiterentwicklung des Theremins, Verwendung eines Widerstanddrahtes (gegebenenfalls mit Hilfs-Tastatur) statt der „Handbewegungen“ beim Theremin.

1930 Trautonium: Tonerzeugung durch Kippschwingungen einer Röhre, Spieltechnik ähnlich Ondes Martenot, Klangmodifikation durch Filter (da Sägezahnschwingung).

1948 Mixturtrautonium: Trautonium Frequenzteilerschaltungen („Mixturen“) zur Erzeugung nicht-harmonischer Obertöne

| | | |
|--|---|---|
| Schwebungssummer (Demo: https://cloud.uol.de/s/E4qymmjG4AP4wi2) | | Kippschwingung (Röhre) + Filter (Demo: https://cloud.uol.de/s/isysiDeiJJTsGkn) |
| Theremin (1920) | Ondes Martenot (1928) | (Mixtur-)Trautonium (1930) |
| Spieltechnik: „Musik und Bewegung“, Showeffekt, vokalartiger Klang, kaum genuine Musik; USA: Filmmusik. | „Ribbon-“ und Keyboard-Spieltechnik, Einsatz als prägnantes Melodieinstrument in Kompositionen aus E-Musik-sektor, nur in Frankreich. | „Ribbon“-Spieltechnik. Klangmodifikation durch Filter, später „Mixturen“. Komponisten: Genzmer, Hindemith, Sala. Instrument von „Radiomusik“. Nach 1945 Filmmusiken Oskar Salas. |
| 1928: 500 Geräte von RCA gebaut. 1960: Moog, 1997 Etherwave (MIDI), 2014 Moog-Theremini (Zusatzklangfarben). 2010 Thereminteknik, „Wavecontroller“ . | Nur Einzelanfertigungen. Seit 2011 moderne Nachbauten durch Jean-Loup Dierstein . | 300 „Volkstrautonium“ bei Telefunken. Mixturtrautonium als Unikat bei Sala, Transistor-Nachbau 1988 (FHS der Post/Berlin), 1995 als Software mit „Ribbon Control“ (Fa. Doepfer), 2010 „Trautoniks“ (Jürgen Hiller) baut das 1988er-Modell nach. |
| Heute: Lydia Kavina . | Heute: Thomas Bloch . | Heute: Peter Pichler . |

Tonbeispiele

Paul Hindemith: „Des kleinen Elektromusikers Lieblinge“ für 3 Trautonien 1930, gespielt von Peter Pichler 2019 in Bremen <https://www.youtube.com/watch?v=sEcbZ7M2MRU>

Leon Theremin „Playing his own instrument“ (ohne Jahreszahl, ca. 1937) <https://www.youtube.com/watch?v=w5qf9O6c20o>

Olivier Messiaen: „Fête des Belles Eaux“ für Sechs Ondes Martenot 1937 <https://www.youtube.com/watch?v=HN8vTUEvtMc>

Playlist mit weiteren Musikbeispielen und technischen Demonstrationen:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLOrbiNMeluhX5ufZPAFnYfgoKP-rw34vb>

2. Radio, Generatoren, Plattenspieler, Tonbandgerät

Charakteristikum: Elektronische Geräte, die für andere Zwecke konstruiert sind, werden zur Herstellung von Musik „missbraucht“. Die Geräte werden durch ihren besonderen Gebrauch zu Musikinstrumenten. Musikalisch handelt es sich wegen des Missbrauchs und der nicht üblichen Handhabung oft um „Experimentelle Musik“. Es gibt keine traditionelle Notation.

Beispiele Experimenteller Musik aus den USA:

| <i>Material</i> | <i>Komponist/Komposition</i> | <i>Kompositionstechnik</i> |
|---|---|--|
| Schallplatten mit variabler Geschwindigkeit, Pegeltonplatten, Klavier, Becken | John Cage: Imaginary Landscape 1, 1939 | Reine Live-Aufführung: mit Tongeneratoren, Schallplatten etc. |
| „All environments sounds“ vom Filmmusikkomponisten Barron bekommen | John Cage: Williams Mix 1952 | Tonbandausschnitte werden nach „I Ging“ geschnipselt und aneinander geklebt. |
| Live-Aufnahmen aus Mailand (Zoo etc.), überlagert im Mailänder RAI-Studio | John Cage: Fontana Mix 1958/59 | Es gibt eine Partitur. Irgendwelche Solisten spielen zum vorgefertigten Tonband. |
| ...ein (einziger) Wassertropfen | Hugh Le Caine: Dripsody 1955 | „Rhythmusstudie“ durch die Verdichtung eines einzigen Geräuschs. |
| „Wireless Code Signals“ des Rundfunks, die allgemein bekannt sind | Vladimir Ussachevsky: Wireless Fantasy 1960 | “Produced on an old spark generator” im Auftrag von Broadcast Music. |

Beispiele von Musique Concrète aus Paris: von Schallplatte zu Tonband

Merkmal: Collagen mit „konkreten Klängen“, also Klängen, die eine Bedeutung haben, bevor mit ihnen komponiert worden ist.

Bis 1951 wird nur mit Schallplatten produziert (500 Samples auf Platten mit Endlosrille). Dazu gab es: Schellack-Rekorder, Mikrophon, Audiomixer, Hallgerät (Spiralen), Filter, „Lautsprecher-Rotator“.

Tonband-Eigenentwicklungen des Studios:

Phonogène = Bandschleifen können von einer Klaviatur aus auf Tonköpfe unterschiedlicher Geschwindigkeit abgespielt werden (Springermaschine);

Morphophone = Delays, Filter und Rückkopplung von eine Tonbandschleife mit 12 Tonköpfen zum Auf- und Abnehmen und Löschen;

Pupitre d'espace or potentiomètre d'espace = Induktionsschleifen zur Steuerung von Klängen im Raum (zunächst zweidimensional).

Musikbeispiele: (1) Pierre Schaeffer **“Etude aux chemins de fer”** (Komposition aus Zuggeräuschen) aus dem „Concert de bruits“ 1948: <https://cloud.uol.de/s/3f9LFYY5NGxBk2t> oder <https://www.youtube.com/watch?v=jdqHgwjXY6A> – dazu Ablaufschema als jpg <https://cloud.uol.de/s/4aMXtTtoM7dqFMP> .

(2) Pierre Schaeffer und Pierre Henry: **„Orphée“** (1953):

<https://www.youtube.com/watch?v=jdqHgwjXY6A> . 1953 UA mit Protesten, 1954 Auseinandersetzung in der Zeitschrift „Melos“, 1957 Ballett von Maurice Bejart erfolgreich, 1995 Henry’s „Remix“ für Schaeffer, 2018 (posthum) eine Neuproduktion von Henry.

Tonbandmusik aus Köln, Mailand u.a.

Merkmal: Es werden Tonbandschnipsel mit synthetischem Material nach seriellen Kompositionsprinzipien zusammengefügt. Das Produkt ist reine Tonbandmusik, im Konzert wird ein Tonband abgespielt.

Synthetisches Material:

- Klänge aus Generatoren (Sinus-, Rausch-, Impulsgeneratoren), manipuliert durch Filter,
- In Elementarbestandteile zerstückelte Sprache,

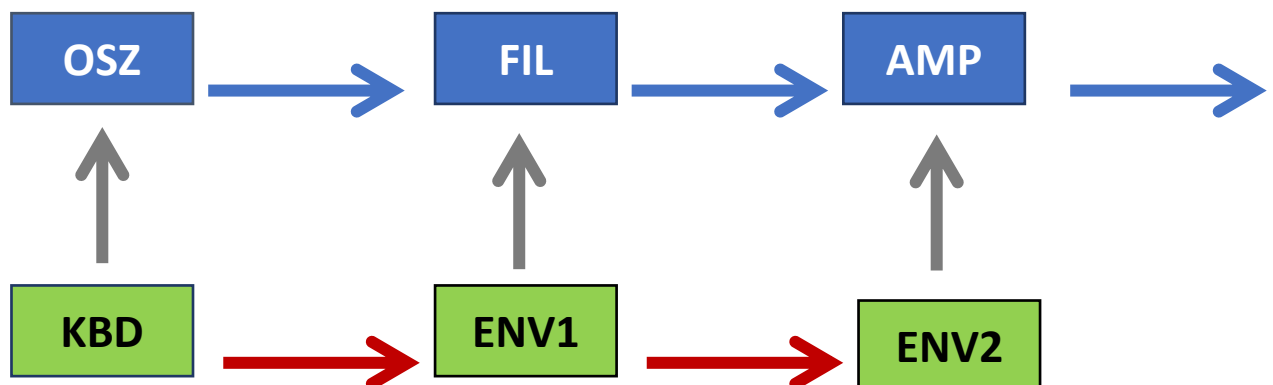
- Klänge „akustischer“ Musikinstrumente werden verfremdet (Filter, Rückkopplung u.a.).

Weitere Eigentümlichkeiten und Musikbeispiele: siehe Teil 3 „Kompositionsverfahren“.

3. Analoge und digitale Synthesizer

Merkmal: Die „klassischen“ Synthesizer beruhen auf genuin elektronischer Klangerzeugung. *Analoge* Synthesizer benutzen herkömmliche Bauteile (Röhren, Filter, Transistoren etc.), *Digitale* Synthesizer simulieren analoge mittels Computertechnologie oder entwickeln genuine Klangsyntheseverfahren, bei denen Klänge algorithmisch berechnet und manipuliert werden. Beibehalten ist der Charakter eines traditionellen Musikinstrumente mit eine/r Spieler/in und der Eingabe durch ein „Keyboard“.

Klangerzeugungsprinzip des (analogen) Moog-Synthesizers:



- „Modularer Aufbau“: der Synthesizer ist aus einzelnen Modulen aufgebaut, die entweder explizit vorliegen und mit Kabeln verbunden werden müssen, oder fest verdrahtet sind.
- Blau = Audioschwingungen, grau = Steuerspannungen, rot = Triggerimpulse.
- Grundprinzip: ein Oszillator OSZ schwingt dauernd, die Filter FIL und Ausgangsverstärker AMP werden „spannungsgesteuert“, d.h. ihre Parameter werden durch einen Spannungsverlauf entlang einer meist trapezförmigen „Hüllkurve“ verändert.
- Keyboardtaste KBD gedrückt: am Oszillator OSZ wird eine Frequenz eingestellt und zugleich wird ein „Triggerimpuls“ an die Hüllkurvengeneratoren ENV abgegeben.
- Der Hüllkurvengenerator ENV2 öffnet und schließt den Ausgangsverstärker AMP, sodass aus dem Dauerton des OSZ ein abgegrenzter Ton wird.
- Eine zweite Hüllkurve ENV1 modifiziert die Filterfrequenz und damit die Klangfarbe, wodurch der starke OSZ-Ton moduliert wird (= Charakteristikum des Analogklanges).
- Der Endklang hat ein harmonisches Spektrum (außer bei Verwendung eines Rausch-OSZ).

Die auf Robert Moog zurück gehende Erfindung ist die „Spannungssteuerung“ der Module. Das Funktionsschema wird auch später beibehalten, wenn die Module digital simuliert werden.

Zum Ausprobieren ist die App „ModSynth“ empfohlen. Anleitungsvideo:

https://www.youtube.com/watch?v=wILRFLu_ZnM oder <https://cloud.uol.de/s/jJMmGaG5bFYbxKz>

oder Typische analoge Klangeffekte: <https://www.musik-for.uni-oldenburg.de/elektronischemusik/07Moog/Typische-Analog-Effekte.mp3>

- Beispiel eines aktuellen „Modular-Konzerts“: <https://www.youtube.com/watch?v=x7WWsLreUOQ> oder

<https://cloud.uol.de/s/2XdM3Nbr4qmS6x4> (2019 in Berlin).

Klangerzeugung des (ersten) Digitalsynthesizers DX 7 von Yamaha (1983):

Echte Digitalsynthesizer erzeugen komplexe Schwingungen algorithmisch und nicht durch digitale Simulation der Funktionen analoger Module (wie Filter). Der Prototyp „DX 7“ verwendet die Frequenzmodulation („FM-Synthese“), die bei analogen Bauteilen keine brauchbaren Klänge erzeugt, bei

digitaler Simulation jedoch neuartige Klänge, insbesondere solche mit *nicht-harmonischen Spektrum* hervorbringt. – In späteren Jahren wurden noch weitere genuin digitale Klangsyntheseverfahren entwickelt (Granularsynthese, Wavetablesynthese usw.).

Erläuterung des DX 7: <https://www.youtube.com/watch?v=zueE-x94skU> oder <https://cloud.uol.de/s/3eoqfrP8sxwEmwM>

Gegenüberstellung analog-digital: <https://www.youtube.com/watch?v=zueE-x94skU> oder <https://cloud.uol.de/s/yGZ9yP4rSCe3pwg> .

4. Computer

Merkmal: Neben dem „reinen“ Computer, der mittels Software und gegebenenfalls „Controllern“ zu einem Musikinstrument umfunktioniert wird, gibt es auch „Workstations“ oder einfach „Synthesizer“, die faktisch Computer mit „haptischen“ Eingaben sind. Die letzte Entwicklung auf diesem Gebiet sind die DJ-Controller, bei denen überwiegend Samples in Echtzeit bzw. live manipuliert werden.

Verwendung von Samples (1987)

TYP A. Ein („akustisches“) Digitalpiano verwendet „Samples“, d.h. digitale Aufnahmen von Klavierklängen, die vom Keyboard aus abgerufen werden. Für jede Lautstärke und Anschlagsart gibt es ein eigenes Sample (pro Taste) und die Kunst des Klavierbaus besteht darin, die Anschlagsart zu erkennen und auf die entsprechenden Samples zu lenken...

TYP B. Ein rein elektronisches Instrument wie der klassische Synthesizer verwendet keinerlei Samples und erzeugt synthetische Klänge, die selten wie ein akustisches Instrument klingen.

TYP A + TYP B kombiniert. Seit 1987 gibt es die „Linear-Arithmetischen Synthese“ (kurz LA-Synthese), bei der synthetische Klänge mit kleinen Samples kombiniert wurden. In der Regel wird der Einschwingvorgang gesampelt, der Dauer- und Restklang synthetisch erzeugt. Dies ist möglich, weil bei den meisten akustischen Instrumenten der Einschwingvorgang den Klangcharakter bestimmt und der Dauerklang „neutral“ ist. Beispiel eines Klaviers mit und ohne Einschwingvorgang: <https://www.musik-for.uni-oldenburg.de/EM2022/einschwingvorgang-klavier.mp3>

Heute verwenden alle Soundcards (in PC's, Smartphones u.a.) und Standalone-Soundmoduln diese LA-Synthese. Auf ungefähr 1 GB Speicherplatz können 127 akustische Instrumente relativ gut simuliert werden. (Am schlechtesten m.E. die Violine.) Wenn Sie in „Sibelius“ oder „Capella“ etc. Noten abspielen, geschieht dies stets auf LA-Synthese-Instrumenten!

Steuerung durch MIDI (1983) und „Workstation“ (1988)

Der neben dem DX 7 am meisten verkaufte Synthesizer ist die von Korg entwickelte Workstation M1. Die Klangerzeugung folgt der LA-Synthese. In das Gerät integriert ist zudem ein MIDI-Sequencer: Patterns und Songs können komponiert und abgespielt werden. Die M1 macht in kleinem Maßstab das, was heute Programme wie „Sequencer“ und „Notationsprogramme“ leisten: Komponieren, Modifizieren, Kopieren und Transponieren, auf beliebigen Klängen Abspielen usw.

MIDI (1983 international festgelegt) bildet in Gestalt von Zahlen die Aktionen eines Spielenden auf einem Keyboard ab (vergleichbar der Lochkartenrolle beim Pianola oder aber auch der herkömmlichen Notenschrift). Beispiel der Datenstruktur: <https://www.youtube.com/watch?v=MKJuRM1k1ZI>
MIDI-Sequencer sind Programme, die MIDI-Daten speichern, verändern und ausgeben können. Ein Sonderfall sind die Notationsprogramme, bei denen die Eingabe durch Noten erfolgt.

Harddiskrecording, Softwaresynthesizer, Controller

Seit ca. 1995 können Sequenzer neben MIDI-Daten auch gesampelte Klänge bearbeiten. Entweder triggern MIDI-Daten gewisse Samples (Prinzip der „virtuellen Sounds“). Oder der Sequenzer arbeitet wie eine „Tonbandschnittmaschine“. Beides kann kombiniert werden.

Durch Interfaces oder Controller können Sequenzer auch „manuell“ gesteuert werden. Der bekannteste Controller sind das Keyboard, Drumpads und sog. DJ-Controller (hier werden Samples durch simulierte Plattenteller manipuliert.) Auch elektronische Effektgeräte, die akustische Klänge digital verarbeiten und wieder analog-akustisch ausgeben, können als „elektronische Musikinstrumente“ bezeichnet werden. Im einzelnen:

Typ 1: „Controller“ bedienen einzelne Parameter von Computerprogrammen, d.h. der Computer und nicht der Controller selbst spielt die Musik. Gearbeitet wird in der Regel mit vorgefertigten Patterns, die musikalisch irgendwie zusammen passen:

- DJ-Controller (z.B. für Live-Tanzmusik); Beispiel des moderner DJ-Controllers „Traktor“
<https://www.youtube.com/watch?v=OtcToguhf3s> oder
<https://cloud.uol.de/s/3A5AxkCAKAKf95q> .
- Smart Textiles (Sensoren in oder als Kleidungsstücke/n z.B. für elektronische Tanzvorführungen); Beispiel „Wearables“ für Kinder https://www.youtube.com/watch?v=4K3wHU8_PmA oder <https://cloud.uol.de/s/Lj3p3PCqdXeITQG>,
- Bewegungsmelder, Lichtschranken u.ä. (z.B. für interaktive Klanginstallationen); Beispiel „CrackleSynth“ von STEIM <https://www.youtube.com/watch?v=Ka5j6U8E1vc> oder <https://cloud.uol.de/s/iRqggQcFttGmXTR>,
- DrumPads zum Triggern von elektronischen Klängen (z.B. für Ableton-Live), hier ein Pad von 1 qm Größe mit Fußbedienung: <https://www.youtube.com/watch?v=DhKOyYwhlrQ> oder <https://cloud.uol.de/s/EimabpQftpSnjOL> .

Typ 2: Autonome Geräte mit integrierten Kontrollmöglichkeiten und Klangerzeugung

- GrooveBox (z.B. für Live-Tanzmusik), erste markgängige Groovebox „RaveOlution“
<https://www.youtube.com/watch?v=rGKqYqhDTW8> oder
<https://cloud.uol.de/s/ZTZEmdpMSzAcqGq>,
- Drum-Pads mit integrierten Sounds (als Schlagzeugersatz), „KaOsPad“ mit berührungsempfindlichem X-Y-Koordinatensystem <https://www.youtube.com/watch?v=DhKOyYwhlrQ> oder <https://cloud.uol.de/s/ZTZEmdpMSzAcqGq>
- TouchPads (Tablet-Programme siehe oben Teil 1b) .

Typ 3: „Midifizierung“ akustischer Instrumente, d.h. der Klang wird (meist bzgl. Tonhöhe) in MIDI-Daten umgerechnet, damit diese Daten neue (elektronische) Klänge erzeugen können (z.B. MIDI-Gitarre, MIDI-Saxophon usw.). Auch ein Keyboard mit MIDI-Ausgang kann als midifiziertes Klavier bezeichnet werden.

Das weltweit bekannteste Forschungszentrum zur Entwicklung live-elektronischer Musikinstrumente ist das von Pierre Boulez 1977 gegründete und seither geleitete Pariser IRCAM (Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique). Am IRCAM wurden zahllose Interfaces für Livemusik und vor allem auch die Computerplattform MAX entwickelt. MAX ist heute *der* internationale Standard für Computerkomposition. MAX-Programme können auch in das Sequenzerprogramm „Ableton Live“ integriert werden. „Ableton Live“ selbst ist weniger für Studioarbeit als vielmehr für Live-Acts konzipiert. Für „Ableton Live“ gibt es zahlreiche DJ-Controller.

Beispiel eines Settings, bei dem „Ableton Live“ von Drumpads aus getriggert wird und selbst wieder Sounds eines Synthesizers (nordwave) bedient ist, ist die Performance „Show Your Wound“ von Anna Lessing Menjibar auf dem Keroxen 21-Festival in Teneriffa (4.12.2021). Ausschnitt: <https://youtu.be/7cRuVqtEihg> .



Beispiel einer midifizierten Step-Platte erfolgt in Teil 3 („Brain & Body“): <https://www.youtube.com/watch?v=P6adClx9M60> .