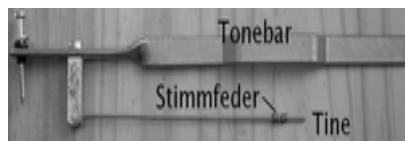


# Elektronische Tasteninstrumente

Dieser Überblick führt Sie in die Welt der elektronischen Tasteninstrumente ein, die in vielen DAW's einen relativ grossen Platz einnimmt. Wir zeigen die Klangerzeugung und führen bekannte musikalische Vertreter:innen und Beispiele auf

## Fender Rhodes Electric Piano



Baujahr: 1969- 1983 und neu ab 2008, 2014 und 2023

Berühmte Modelle: 73 Mark I, 73 Mark II, Suitcase 73 und 88

### Klangerzeugung:

Bei dem Rhodes wird der Klang durch eine sogenannte „asymmetrische Stimmgabel“ erzeugt. Diese besteht aus einem ca. 1mm dünnen, runden Stimmstab (engl.: „Tine“), der von einem durch die Taste ausgelösten Gummihammer zum Schwingen gebracht wird. Dieser Stab ist durch einen Metallblock fest mit dem Tonriegel (engl.: „Tonebar“), einem Resonator, der einer Platte eines Vibraphons ähnelt, verbunden. So werden durch den Druck einer Taste beide Seiten der Stimmgabel in Schwingung gebracht. Es entstehen sowohl tieffrequente Töne durch den Stimmstab als auch hochfrequente Obertöne, die aber aufgrund der Inharmonizität sehr weit gespreizt sind, da im Gegensatz zu einer Saite die Saitenspannung fehlt. Der Stimmstab ist eigentlich eine einseitig eingespannte Saite. Der erste Oberton hat die 7-fache Frequenz des Grundtones, der zweite Oberton die 21-fache. Die Obertöne des Ausgangssignals entstehen durch den magnetischen Tonabnehmer, der prinzipbedingt nichtlinear ist.

Der Tonriegel kann sich, wie ein Vibraphon, nicht verstimmen, die Tonhöhe des Stimmstabes wird über eine Stimmfeder, die auf dem Stimmstab nach vorne und hinten geschoben werden kann, bestimmt. Das Rhodes verstimmt sich daher eher durch einen Transport als durch Temperaturunterschiede, wie es bei einem Klavier oder Flügel üblich ist. Der Ton wird von einem Tonabnehmer ähnlich dem einer E-Gitarre abgenommen.

Die virtuellen Rhodes Sounds, die in den DAW's und von Drittanbietern angeboten werden, kommen fast alle sehr nahe an den Sound und die Spieleigenschaften heran. Der Sound wird häufig mit Verstärker oder Effekten wie Chorus, Delay und Phaser manipuliert.

### Klangbeispiele

- Herbie Hancock: „Chameleon“
- Chick Corea: „Spain“
- Billy Joel: „Just The Way You Are“
- Stevie Wonder: „You Are the Sunshine Of My Life“
- The Doors: „Riders On The Storm“
- Justin Timberlake: „Señorita“
- Bob James: „Angela“
- Ray Charles: „Shake a tail feather“
- Radiohead: „Everything In Its Right Place“
- Portishead: „Roads“
- Vanessa Carlton: „C'est La Vie“
- Tori Amos: „Tombigbee“

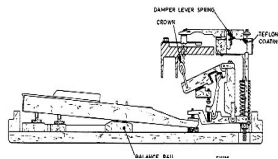
Patrice Rushen „Forget Me Nots“  
Herbert Grönemeyer: „Der Weg“  
Pink Floyd: „Sheep“  
Eumir Deodato: „Also sprach Zarathustra“

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

Filme

Down The Rhodes, The Fender Rhodes Story

## Wurlitzer Electric Piano



Baujahr: 1955- 1982

Berühmte Modelle: 200 A, wird heute nicht mehr gebaut

Klangerzeugung:

Das Wurlitzer ist ein Tasteninstrument mit 64 Tasten. Der Tonumfang entspricht einem 88-Tasten Flügel ohne die obere und untere Oktave. Die Tonerzeugung geschieht über pro Taste eine Metallzunge (Reed), die über eine Hammertastatur angeschlagen wird, und die über Kondensatorplatten ein elektrostatisches Feld bilden, worüber der Ton auch abgenommen wird. Außerdem verfügt das Wurlitzer über ein Sustain-Pedal, welches über einen Bowdenzug funktioniert. Als Soloinstrument ist das Wurlitzer eher wenig verbreitet, da es über ein relativ kurzes Sustain verfügt.

Virtuelle und gesamplete bzw. über Physical Modeling erzeugte Wurli Klänge existieren zuhauf. Die Qualität ist auf breiter Ebene fast immer gut.

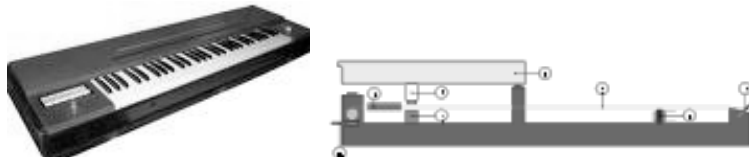
## Klangbeispiele

Ray Charles – „What'd I Say“  
Three Dog Night – „Mama Told Me Not To Come“  
The Small Faces – „Lazy Sunday“  
Donny Hathaway – „What's going on“  
Joni Mitchell – „Woodstock“  
The Carpenters – „Top Of the World“  
Supertramp – „The Logical Song“, „Dreamer“  
Sun Ra (1956, der erste Song mit einem Wurlitzer) – „India“, „Dreams Come True“  
Jamiroquai – „Black Capricorn Day“  
Queen – „You're My Best Friend“  
Marvin Gaye – „I Heard It Through The Grapevine“  
Pink Floyd – „Money“  
Sheryl Crow – „The Book“, „My Favorite Mistake“ (Wurlitzer Version auf der Single)  
Beck – „Where It's At“  
Steely Dan – „Do It Again“

Joanna Newsom – „Peach, Plum, Pear“ (Version auf „Walnut Whales“)  
Norah Jones – „One Flight Down“

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Clavinet



Baujahr: 1968-1982, wird heute nicht mehr gebaut.

Berühmte Modelle: D6, E7

Klangerzeugung:

Das Clavinet hat für jeden Ton eine diagonal gespannte, stimbare Saite, die an einem Ende mit Wolle zur Schwingungsdämpfung umwickelt ist. Unter jeder Taste der Klaviatur befindet sich ein Bolzen (Tangente), der beim Drücken der Taste die Saite auf einen kleinen Amboss schlägt. Die Saite schwingt nun im ungedämpften Teil und wird dort über einen elektromagnetischen Tonabnehmer (entsprechend einem Pickup der E-Gitarre) abgenommen. Durch Loslassen der Taste wird die gesamte Saite wieder gedämpft. Lautstärke und Charakter des Tons können bewusst durch die Anschlagstärke beeinflusst werden. Aufgrund erzeugter Nebengeräusche bei dieser Tonerzeugung (ein deutlich hörbarer „Plopsound“), entsteht ein charakteristischer „Release-Sound“, der von vielen Spielern deutlich erwünscht ist und als wichtiges Element des Klanges aufgefasst wird.

Das Clavinet hat eine eingebaute Vorverstärker-Filter-Elektronik, die per 9V-Batterie oder entsprechendem Netzteil betrieben wird. Bei den Modellen D6 und E7 befinden sich links von der Klaviatur die Taster zur Einstellung des Klanges. Sie sind beschriftet mit „Brillant“, „Treble“, „Medium“, und „Soft“ sowie „A/B“ und „C/D“ und lassen eine schnelle Änderung des Klangcharakters zu.

Ursprünglich war das von der Schwarzwälder Firma Hohner entwickelte Instrument als mobiler Cembalo Ersatz gedacht, fand aber schnell Gefallen in der Blues / Funk Szene, bspw. bei John Mayall, Billy Preston, Stevie Wonder oder Herbie Hancock.

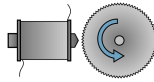
Virtuelle Emulationen von Clavineten mit detaillierten Klangbearbeitungsmöglichkeiten über die ursprüngliche Physis des Instrumentes gibt es sehr viele, sowohl in den DAW's als auch von Drittanbietern. Meist wird über eine skeuomorphistische Abbildung das Innenleben des Clavineten erschlossen.

## Klangbeispiele

Stevie Wonder: „Superstition“  
Billy Preston: „Outa Space“  
Herbie Hancock: „Chameleon“  
Maceo Parker: „To Be Or Not To Be“  
Lonnie Liston Smith: „Voodoo Woman“  
Tina Turner: „Nutbush City Limits“  
Pink Floyd: „Shine On You Crazy Diamond“

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Hammond



Baujahr: 1959-1962

Berühmte Modelle: **A100** (1959–1965), **B3** und **C3** (1955–1974)

### Klangerzeugung:

Die Tonerzeugung der Hammond-Orgel beginnt im sogenannten *Generator*. Dabei rotieren metallene *Tonräder* mit einem gewellten Rand vor elektromagnetischen Tonabnehmern (Permanentmagnete in Spulen). Durch die Wellenform entfernt und nähert sich der Rand des Rades periodisch dem Permanentmagnet. Dieses ändert den magnetischen Fluss, wodurch in der Spule eine Wechselspannung induziert wird. Auf Grund der Form des Rades ergibt sich eine sinusähnliche Schwingung. Diese wird durch eine Filterschaltung weiter geglättet, so dass eine fast ideale Sinusform entsteht. Die erzeugten Wechselspannungen in der Größenordnung von einigen Millivolt werden dann durch die Manuale, die Zugriegel und den Scanner (Vibrato- und Choruschaltung) geleitet. Am Ende der Verarbeitungskette liegt eine Verstärkerstufe, die das Tonsignal so weit verstärkt, dass ein Lautsprecher angesteuert werden kann.

Der Generator enthält zwischen 86 und 96 Tonräder unterschiedlicher Zähnezahl. Diese werden von einem Synchronmotor angetrieben. Die Drehzahl dieses Motors ist von der Netzfrequenz und dessen Polzahl abhängig. In Modellen, die mit 60 Hz Netzfrequenz betrieben werden, läuft ein sechspoliger Motor mit 1200 Umdrehungen pro Minute (20 Hz), in 50-Hz-Modellen ein vierpoliger Motor mit 1500 Umdrehungen pro Minute (25 Hz). Die zur Tonerzeugung erforderlichen Drehzahlen werden durch Zahnradgetriebe mit zwölf unterschiedlichen Übersetzungen bereitgestellt. Die dabei entstehenden zwölf verschiedenen Drehzahlen, mit denen sich die Tonräder auf den Tonradwellen drehen, ergeben näherungsweise die zwölf gleichstufig gestimmten chromatischen Töne einer Oktave.

Auch die Hammond war wie das Clavinet als mobiler Ersatz für Kirchenorgeln gedacht und fand dann schnell Einzug in die Rock, Funk und Jazzszene. Verstärkt wird die Hammond häufig über ein sogenanntes Leslie Tonkabinett mit rotierenden Lautsprechern, die einen flirrenden Klang ergeben. Diese Verstärkung wurde auch für das Clavinet verwendet.

Virtuelle Nachbildungen der Hammond existieren in fast jeder DAW, die Qualität ist durchgehend gut.

Neben der Hammond haben auch Orgeln wie die Vox Continental Popularität in der Pop- und Rockmusik erlangt.

### Klangbeispiele

Santana „Oye Como Va“

Deep Purple „Child in Time“, „Highway Star“

Procul Harum „A Whiter Shade of Pale“

Bob Marley „I Shot The Sheriff“

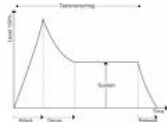
Jimmy Smith „King of the Road“

Vaya Con Dios „What`s a Woman?“

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

Analoge Synthesizer am Beispiel

## Moog



Baujahr: 1970-1981 ab ca. 2003 wieder neu

Berühmte Modelle: Minimoog, Prodigy, Rogue.

### Klangerzeugung:

Bei der subtraktiven Synthese erzeugt ein Oszillator (z. B. VCO) ein klangliches Rohmaterial, welches dann durch klangverändernde Module (Filter, Hüllkurven-Generatoren, Verstärker-Module usw.) nachbearbeitet wird. Der gewünschte Klang wird erzielt, indem aus dem meistens obertonreichen Spektrum des Oszillators die unerwünschten Frequenzanteile herausgefiltert oder abgesenkt werden (=Subtraktion).

Als Rohmaterial stellen die meisten Oszillatoren die folgenden Wellenformen zur Verfügung:

**Sägezahn**, brillanter Klang, der alle natürlich vorkommenden Obertöne enthält. Eignet sich gut zum Imitieren von Streichinstrumenten

**Rechteck**, klarinettenartiger bis nasaler Klang, der nur die ungeradzahligen Obertöne enthält. Eignet sich gut, um flötennähnliche Klänge zu imitieren

**Sinus**, dumpfer Klang, der nur aus einem Grundton besteht. Sinustöne kommen in der Natur nicht vor, jedoch kommen der Klang einer Stimmgabel und das Freizeichen einer Telefonanlage dem Sinus recht nahe. Da ein reiner Sinus keine Obertöne enthält, kann durch Filtern das Klangbild nicht verändert werden (Hörbeispiel hier)

### Filter

Beim Filter kommt als vielseitigst verwendbare Variante dem Tiefpassfilter (Hörbeispiel hier) eine besondere Bedeutung zu. Viele Synthesizer besitzen ausschließlich einen Tiefpassfilter. Weitere Formen sind Hochpassfilter (Hörbeispiel hier), Bandpassfilter (eine Kombination aus Hochpass und Tiefpass, Hörbeispiel hier), Kerbfilter (Hörbeispiel hier) und Kammfilter. Der wichtigste Filterparameter ist die Eckfrequenz (engl. Cutoff). Dieses ist die Frequenz, ab der der Filter die Obertöne filtert. Dabei werden die Frequenzen ab der Eckfrequenz nicht sofort abgeschnitten, sondern die Amplituden benachbarter Frequenzen immer weiter abgesenkt, bis mit zunehmendem Abstand von der Eckfrequenz die Obertöne immer leiser werden und schließlich nicht mehr hörbar sind. Wie schnell die Obertöne leiser werden, hängt von der sog. Flankensteilheit des Filters ab, die in Dezibel pro Oktave (dB/Oktave) angegeben wird. Eine hohe Flankensteilheit führt zu brachialeren Klangverläufen, eine geringe zu weicheren Klangverläufen. Die Eckfrequenz des Filters und damit die Klangformung lässt sich bei den meisten Synthesizern sowohl manuell über Bedienelemente als auch automatisiert über Modulatoren wie Filterhüllkurven oder LFOs steuern. Filter verfügen zudem meistens über eine sogenannte Resonanz (engl. Emphasis oder Contour), die ebenfalls manuell oder automatisiert regelbar ist. Die Resonanz hebt Amplituden der Frequenzen im Bereich der Eckfrequenz an, wodurch der Klang dünner und näselnder wird (Hörbeispiel hier).

Der Minimoog als der klassische analoger Synthesizer hat viele Nachahmungen auf virtueller Ebene gefunden, wemgleich Liebhaber:innen auf das Original mit nicht Speicherbaren Klängen setzen. Anlehnungen wie der Subphatty oder der Sub 37 von Moog liefern exzellente klangliche Möglichkeiten.

### Klangbeispiele

- Kraftwerk auf dem Album Autobahn
- Keith Emerson von Emerson, Lake and Palmer
- Rick Wakeman von der Band Yes
- Chick Corea mit seiner Band Return to Forever
- Manfred Mann mit Manfred Mann's Earth Band
- Richard Wright von Pink Floyd ("Shine On You Crazy Diamond")

Benny Andersson von ABBA ("S.O.S")  
Supermax: Love Machine  
Jan Hammer mit Billy Cobham

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

Literatur

Trevor Pinch, Frank Trocco: Analog Days: The Invention and Impact of the Moog Synthesizer

## Vocoder



Baujahr: 1939 bis heute

Berühmte Modelle: Korg Vocoder, Roland VP 330, EMS 2000 VS, Sennheiser VSM 201

### Klangerzeugung:

Das ursprüngliche Funktionsprinzip beruht auf der Zerlegung eines Eingangssignals in seine Frequenzbestandteile, der Übertragung dieser Bestandteile als Parametersatz, sowie der darauffolgenden Resynthese des Signals am Ziel auf der Basis der Parameter aus einem Rauschsignal. Somit verfügt ein Vocoder über eine Aufnahmeeinheit (Coder) zur Klanganalyse und einen Wiedergabeteil (Voder) zur Klangersynthese. Das Arbeitsprinzip basiert auf der Funktionsweise des menschlichen Sprachorgans.

Bei der Anwendung als Effektgerät wird das Ausgangssignal nicht aus Rauschen synthetisiert, sondern ein zweites Eingangssignal wird der spektralen Zusammensetzung des ersten Signals entsprechend moduliert. Es werden also zwei Eingangssignale verarbeitet, die vom Vocoder miteinander verknüpft werden. Dem Schwingen der Stimmbänder beim menschlichen Sprachorgan entspricht das zweite Eingangssignal, es liefert das Grundsignal, aus dem das Ausgangssignal erzeugt wird. Der Artikulation durch Zunge und Lippe entspricht das erste Eingangssignal, es dient als Steuersignal für das Klangspektrum und die Modulation, wobei das Spektrum des ersten Signals auf das zweite formend wirkt. Mit einem Sprachsignal als Steuersignal und einem zu modulierenden Instrumentensignal ist es etwa möglich, ein Instrument „sprechen“ zu lassen.

Im Vocoder wird zunächst die Grundfrequenz des Eingangssignals herausgelöst und als Träger genutzt. Das Klangspektrum wird mit Hilfe einer Bandpass-Filterbank in einzelne Frequenzbänder aufgeteilt. In den einzelnen Bändern wird durch Gleichrichtung der jeweilige Amplitudenverlauf in eine entsprechende Spannung umgewandelt. Die Spannungen aller einzelnen Bänder stellen zusammen den oben angesprochenen Parametersatz dar. Die Genauigkeit der Klanganalyse hängt von der Anzahl der verwendeten Filter sowie deren Einsatzfrequenz ab.

Bei der Synthese steuert das Trägersignal einen Oszillator, der die Grundschwingung erzeugt, während mit Hilfe einer zweiten Filterbank, gesteuert durch die von den Envelope Followers hervorgebrachten Spannungskonturen, das analysierte Klangspektrum auf der Basis von weißem Rauschen neu aufgebaut wird.

Neue, gut klingende Vocoder bietet bspw. der Korg Microkorg. Auf der virtuellen Ebene bietet Logic Pro X einen internen Vocoder oder Arturia einen vielseitigen Vocoder.

Nicht zu verwechseln mit dem Vocoder ist die Talk Box, die zwar ähnlich klingt, jedoch völlig anders funktioniert und dem Auto-Tune Effekt. Immer wieder werden diese 3 Sounds durcheinander gebracht. Siehe unten.

Literatur:

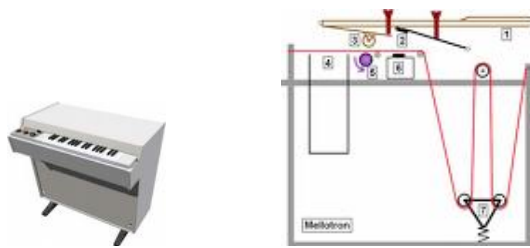
Dave Tompkins: How to wreck a nice beach. The Vocoder from World War II to Hip-Hop, the Machine Speaks  
Immanuel Brockhaus: Kultsounds. Die prägendsten Klänge der Popmusik. 1960-2014

## Klangbeispiele

Alan Parsons Project - The Raven auf dem Album *Tales of Mystery and Imagination* (1976)  
Beastie Boys - Intergalactic (1998)  
Herbie Hancock - Sunlight (1978)  
Kraftwerk - Die Mensch-Maschine (1978)  
Laurie Anderson - O Superman (1981)  
Lipps, Inc. - Funkytown (1980)

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Mellotron



Baujahr: 1970-1981 ab ca. 2003 wieder neu

Berühmte Modelle: Minimoog, Prodigy

### Klangerzeugung:

Das Chamberlin bzw. das bekanntere Mellotron ist die Urform des Samplers und arbeitet mit 3/8 Zoll breiten, mit drei Spuren bespielten Tonbändern. Jeder Taste ist dazu ein eigener Tonbandstreifen zugeordnet, der beim Druck auf die Taste über einen Tonkopf abgespielt wird. Wird die Taste losgelassen, wird das Tonband schnell über eine Feder in seine Ausgangsposition zurückgezogen.

Ein Mellotron (bzw. *Novatron*) kann auf Magnetband aufgezeichnete Klänge spielbar auf einer Klaviatur wiedergeben. Typische, vom Hersteller auf den „Bandrahmen“ mitgelieferte Klänge waren Flöte, Violinen, Bläser und Chöre. Man konnte aber auch Klangaufzeichnungen nach eigenen Wünschen anfertigen lassen.

Auf jedem Bandstreifen liegen drei Tonspuren nebeneinander, die durch Verschiebung des Tonkopfes ausgewählt werden können. Zwischen drei Klängen kann daher während des Spielens schnell gewechselt werden. Bei manchen Modellen (Mk I, Mk II, M 300) ist außerdem jedes Tonband in sechs Abschnitte (= Stationen) geteilt, die über einen Motor angefahren werden können. Insgesamt stehen so 18 „Instrumente“ (3 Klänge x 6 Stationen) pro Band zur Verfügung. Das Mellotron Mk I wie auch das Mk II hatten sogar zwei Tastaturen mit jeweils 35 Tasten, die verschiedene Klänge enthalten konnten. Sie enthielten 1260 Samples (zwei Tastaturen à 35 Tasten bzw. Bänder, sechs Abschnitte pro Band mit je drei Samples).

Um zu gewährleisten, dass der Klangverlauf einer Aufzeichnung (also vom Toneinsatz bis zum Ausklingen) mit jedem Tastendruck wieder erneut exakt von vorn einsetzt, wurden als Bänder keine Endlosschleifen eingesetzt (bis auf einige Ausnahmen von Eigenbaugeräten und dem Birotron), sondern Bandstreifen in einem Rahmen, die beim Loslassen der Taste durch einen ausgeklügelten Feder- und Rollenmechanismus wieder in ihre Ausgangsposition zurückschnappten. Ein Dauerton war somit nicht möglich (max. ca. acht Sekunden), dafür aber perkussive Klänge, Bläser, Klaviere, Gitarren usw., also die jeweiligen Anblas-, Zupf- und Anschlagcharakteristika der aufgezeichneten Instrumente. Mit einer speziellen Spielweise, dem "Spiderwalk", bei dem man geschickt, kurz bevor das Band das Ende erreichte, von Taste zu Taste (meist die Oktave) "wanderte", ließ sich ein scheinbar andauernder Ton simulieren.

Logic Pro X und Arturia sowie Drittanbieter emulieren das Mellotron mit den dazugehörigen Innenansichten des Instrumentes. Auch ein physischer Nachbau auf Sampling Basis wird viele Nostalgiker:innen erfreuen.

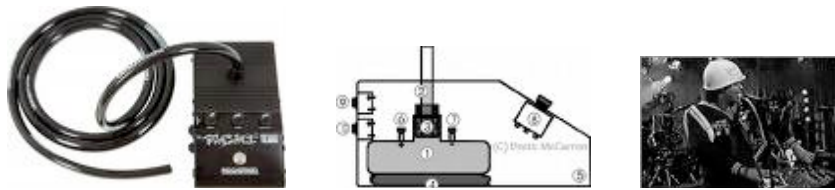
Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Klangbeispiele

Genesis „Watcher of the Skies“  
The Beatles „Strawberry Fields Forever“  
Moody Blues „Nights in White Satin“  
10 CC, „I`m not in love“

## Weitere elektronische Klangerzeuger

### Talk Box



Baujahr: 1974 bis heute

Berühmte Modelle: Dunlop Talk Box

### Klangerzeugung

Das Signal (z.B. aus einer E-Gitarre) wird verstärkt entweder durch einen zusätzlichen Verstärker oder einen in der Talkbox eingebauten Verstärker. Bei E-Gitarrenverstärkern kann es einen Ausgang für einen zusätzlichen Lautsprecher geben, an die auch eine Talkbox angeschlossen werden kann. Durch einen in einer kleinen Druckkammer montierten Lautsprecher (in der Regel ein kräftiger Hornstreiber) wird das elektronische Signal in Schall umgewandelt und in einen Schlauch geleitet. Der Musiker hält das Ende dieses Schlauches im Mund, indem der Schlauch in der Hand gehalten, mit den Zähnen festgehalten oder z.B. an einen Mikrofonständer montiert wird. Der Schall wird so durch die Mundöffnung in den Vokaltrakt geleitet. Genau wie beim Bilden von Vokalen kann durch Veränderung der Stellung von Zunge und Lippen (evtl. auch des Kiefers) der Resonanzraum verändert werden. Der Mundraum bildet ein akustisches Filter und Formanten können aufgeprägt werden, indem bestimmte Frequenzen im Vergleich zu anderen stärker hervortreten. Der so veränderte Schall wird üblicherweise durch ein Mikrofon vor dem Mund wieder aufgenommen. Er kann so zur Aufnahme verwendet oder bei einer musikalischen Darbietung weiter verstärkt und z.B. über eine Beschallungsanlage wiedergegeben werden.

Einerseits kann ein Klang durch diese Art der Filterung verformt werden wie es auch mit elektronischen Filtern gemacht wird, andererseits kann man mit einer Talkbox ein Instrument auch "sprechen" lassen. Dabei formt man den Mund wie beim Sprechen, bleibt dabei aber stumm. Die Anregung des Vokaltraktes erfolgt nicht durch die Schwingung der Stimmlippen sondern durch den Schall aus dem Schlauch. Es erfordert eine gewisse Übung, zwar die Vokale stumm zu artikulieren, die Konsonanten aber wie üblich zu formen. So muss z.B. ein stimmloser Konsonant wie das *T* wie beim normalen Sprechen gebildet werden. Weiterhin müssen Stimme und Instrument zeitlich genau aufeinander abgestimmt sein: Im Beispiel des *T* muss das Instrument stumm sein, damit das Ergebnis der üblichen Sprache ähnlich wird.

Damit die klangliche Veränderung durch eine Talkbox deutlich hervortritt, muss das verwendete Signal genügend Obertöne bzw. eine gute Ausprägung im hohen Frequenzbereich seines Spektrums besitzen. Daher gibt es Talkboxen mit einem eingebauten Verzerrer und Klangreglern, um das Signal mit Obertönen anreichern und anpassen zu können. Bei der Verwendung mit Synthesizern kann durch Einstellung bzw. Wahl eines Presets ein geeigneter Klang gefunden werden. Mit einer Talkbox lassen sich Klänge bilden, die vom Spektrum, Umfang und der Geschwindigkeit des Wechsels aufeinanderfolgender Töne mit der natürlichen menschlichen Stimme nicht möglich wären.

## Klangbeispiele

Bon Jovi „It`smy Life“  
Peter Frampton „Show me the way“  
Roger Troutman „Computer Love“



Stefan Raab „Hier kommt die Maus“  
Bruno Mars: 24k

Quelle: Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Theremin



Baujahr: 1927 bis heute

Berühmte Modelle: Moog Theremin

Klangerzeugung:

Das Theremin wird durch den Abstand beider Hände zu zwei Antennen berührungsfrei gespielt, wobei eine Hand die Tonhöhe, die andere die Lautstärke verändert. Zusätzlich reagiert es auch auf Körperbewegungen von Personen, die sich in der Nähe befinden.

- Die Niederfrequenz entsteht durch Mischung der Ausgangssignale zweier Hochfrequenzoszillatoren unterschiedlicher Frequenz. Einer davon wird durch die Annäherung einer Hand an eine angeschlossene Antenne etwas verstimmt, was zu einer merklichen Änderung der Schwebungsfrequenz führt. Diese wird direkt auf einen Verstärker ausgegeben.
- Die Frequenz eines dritten Oszillators wird in eine Spannung gewandelt, die als Steuergröße für die Lautstärke dient. Auf Grund dieses Funktionsprinzips kann das Theremin kontinuierlich alle Töne über einen großen Ambitus von 9 Oktaven erzeugen.

In der Originalversion war das Theremin mit Röhrenoszillatoren ausgestattet, dabei wurde eine Tetrode genutzt, um die Differenzfrequenz (Schwebung) zu erzeugen. Moderne Theremine arbeiten vielfach mit Transistoroszillatoren. Nach Termen entwickelte vor allem Robert Moog das Instrument weiter, auch in Varianten als Bausatz. Bauanleitungen erschienen auch in Zeitschriften und Elektronikbüchern.

## Klangbeispiele

Led Zeppelin „Whole Lotta Love“  
Star Trek Intro  
Beach Boys „Good Vibrations“ (Theremin mit Tasten)

Film

Sisters with Transistors

## Digitale Klangerzeuger

## Sampler / Sampling



Ein **Sampler** ist ein elektronisches, meistens über MIDI ansteuerbares Musikinstrument, das Töne jeglicher Art aufnehmen und auf Tastendruck in verschiedener Tonhöhe wiedergeben kann.

Die Samplingtechnik hatte maßgeblichen Anteil bei der Entwicklung von House, Hiphop, Techno, Drum 'n' Bass und Bastard Pop.

Ein Sampler muss in der Lage sein, aufgenommene Töne, die sogenannten "Samples", ohne Verzögerung abzuspielen, und das auch noch in anderer Tonhöhe als bei der Aufnahme. Zu diesem Zweck werden reale Klänge (über Mikrofon oder von anderen Tonquellen) digital aufgenommen. Dabei wird das Audiomaterial abgetastet und als kurze Audiodatei, eben als "Sample", gespeichert. Bei der Wiedergabe kann der Prozessor des Samplers das Abspielen beschleunigen oder verlangsamen, wodurch sich die Tonhöhe des Klanges ändert.

Das Speichern von analogen Signalen geschieht durch Abtastung der Amplitude in regelmäßigen Abständen. Die Frequenz dieser einzelnen Messungen bezeichnet man als Samplingrate. Die Feinheit der Abtastung nennt man Auflösung, sie ist von der Bitzahl abhängig, mit der ein Wert gespeichert wird. In modernen Samplern gebräuchlich sind Sampleraten von 44,1 kHz bis 192 kHz und 16 bis 32 Bit Auflösung. Unter Hip-Hop- oder experimentellen Musikern erfreuen sich aber auch technisch veraltete Sampler mit 8 oder 12 Bit Auflösung einer hohen Beliebtheit aufgrund des als „dreckiger“ und wärmer empfundenen Sounds.

Das fertige Sample muss gespeichert werden, was heutzutage üblicherweise auf einer Festplatte geschieht. Frühe Sampler benutzten dazu Disketten. Was die maximale Länge der verwendeten Samples in der Anfangsphase stark einschränkte, war der damals sehr teure RAM Speicher. Um ein Sample abspielen zu können, muss es zunächst vom Massenspeicher in den RAM kopiert werden. Dazu benötigt ein Sampler außerdem einen schnellen Prozessor, der die nötigen Umrechnungen zur Tonhöhenveränderung bewältigen kann.

Hardware-Sampler sind eigentlich gewöhnliche Computer und wurden früher auch aus Standardbauteilen hergestellt. Inzwischen sind sie jedoch größtenteils mit speziellen Bauteilen bestückt, den auf hochwertige Audiobearbeitung maßgeschneiderten DSPs, die insbesondere als DA-Wandler dienen, also das digitale Signal wieder hörbar machen bzw. das analoge Audiosignal abtasten. Software-Sampler erledigen dieselbe Aufgabe mit dem Hauptprozessor des Computers, es gibt aber verschiedene Kombinationen von externen DA-Wandlern und Soundkarten in Verbindung mit einem PC und einem Software-Sampler.

Da ein Sample wegen des begrenzten Speicherplatzes nicht beliebig lang sein kann, wird das Tonmaterial beim Abspielen meistens nach einer gewissen Zeit (nach der Einschwingphase, die für die Klangcharakteristik besonders wichtig ist) in einer Endlosschleife (Loop) wiederholt. Da der Gesamtklang von natürlichen Instrumenten (z. B. Klavier) jedoch aus mehr als der Summe der Einzeltöne besteht, wird das Sampling häufig durch andere Klangerzeugungsmethoden ergänzt (z. B. Physical Modelling zur Nachbildung von Gehäuse resonanzen u. ä.). Außerdem verfügen fast alle Geräte über eine große Bandbreite von Filtern, eingebauten Effekten und anderen Klangformungsmethoden, was sie zu vollwertigen Synthesizern macht.

Das Aufnehmen und Schneiden von Samples ist eine aufwendige und zeitraubende Arbeit, weswegen viele Musiker sich fertige Sample-Libraries auf CD oder DVD kaufen. Es gibt auch Hardware-Sampler, die nur abspielen, aber nicht aufnehmen können, sie werden auch als "Rompler" bezeichnet (von ROM, "read-only memory"). Heutzutage umfassen Instrumentalsamples, die alle Feinheiten eines natürlichen Instruments wiedergeben sollen, leicht mehrere Gigabyte.

In der Musik bezeichnet **Sampling** den Vorgang, einen Teil einer Ton- oder Musikaufnahme (ein Sample; engl. für „Auswahl“, „Muster“, „Beispiel“, von lat. exemplum: „Abbild“, „Beispiel“) in einem neuen, häufig musikalischen Kontext zu verwenden. Dies geschieht heutzutage in der Regel mit einem Hardware- oder Software-Sampler, d. h., indem das Sample digitalisiert wird, und so leicht (z. B. mit einem Sequenzer) weiterverarbeitet werden kann.

## Grundlagen

Da es sich um eine beliebig lange oder kurze Tonaufnahme handeln kann, werden nicht nur Ausschnitte aus Musik gesampelt, sondern auch einzelne Töne oder Geräusche. Bei einzelnen Tönen werden auch akustische Instrumente als Klangquelle herangezogen. In der Zwischenzeit ist diese Art Sampling sehr weit fortgeschritten und die Palette reicht von einfachen Volksinstrumenten wie Flöten oder Trommeln bis zu umfangreichen sogenannten Multisamples des kompletten Orchesterinstrumentariums. Bei Multisamples handelt es sich um zahlreiche Einzelsamples, die in Mappings zusammengestellt werden. Dazu zählen auch Dynamikstufen (piano, mezzoforte, fortissimo usw.) sowie spezielle

instrumententypische Artikulationen der Musiker (Beispiel: Bogenstrich aufwärts, abwärts, gezupft: Geige). Im Resultat sind diese Instrumentensamples sehr aufwendig zu produzieren, wodurch sich ein eigenes Marktsegment entwickelt hat. Besonders in der Filmmusik werden solche Orchestersamples verwendet. Dabei müssen diese in der Regel mit einer Keyboardtastatur gespielt werden, wobei die instrumententypischen Spielnuancen bei der Einspielung berücksichtigt werden. Bekannte Komponisten, die solche Samples einsetzen, sind Hans Zimmer, James Newton Howard, Jeff Rona.

Die Techniken

Ebenso populär sind Samples von exotischen Instrumenten, Schlagzeug und Percussion, Vocals sowie die von Vintage Synthesizern und Keyboards. Ein weiteres Segment ist Special Sound Effects, das teilweise das gängige Geräuschemacherhandwerk verdrängt oder jedoch zumindest die Möglichkeiten enorm erweitert hat.

Das Sampling ist zudem eine häufig verwendete Technik der Popmusik: Insbesondere im Hip-Hop und in elektronischen Musikrichtungen wie Trip Hop, Drum 'n' Bass, Big Beat und House werden häufig Samples verwendet, die bestehenden Musikaufnahmen entnommen sind. Dabei spielt es eine untergeordnete Rolle, wie lang diese Samples sind, denn teilweise werden komplette Refrains gesampelt und in neue Musikstücke „eingebaut“. Sampling wird aber auch von vielen Musikern, vor allem Keyboardern, in fast allen Musikstilen verwendet, da hiermit unter anderem die fast originalgetreue Nachahmung von Naturinstrumenten möglich ist (siehe oben). Gelegentlich werden durch Sampling auch zwei verschiedene Stücke mit gleichem Beat und Duktus übereinander gelegt. Prominentes Beispiel ist die Übermischung von *Blue Monday* von New Order mit *Can't Get You Out of My Head* von Kylie Minogue.

### Technik des digitalen Samplings

Elektrische Schwingungen einer Signalquelle (das Tonsignal), etwa von einem Mikrofon, Musikinstrument, Mischpultausgang oder auch eines Messvorganges, werden in sehr kurzen Zeitabständen als gemessene Spannungswerte (Samples) digital erfasst. Das Ergebnis (sozusagen eine Reihe von Messergebnissen) lässt sich auf umgekehrtem Wege wieder abspielen, wobei die Daten wieder in analoge Wellenformen verwandelt werden. Die Klangqualität bei der Wiedergabe hängt von der Samplingrate (in kHz) und der Auflösung (in bit) ab (s. u.). Bei einer herkömmlichen Audio-CD werden beispielsweise (je Stereokanal) in einer Sekunde 44.100 solche Messwerte abgespeichert. Die Auflösung beträgt hierbei 16 bit für einen Messwert. Daraus ergeben sich 65536 mögliche Spannungsstufen vom maximalen negativen Wert bis zum maximalen positiven Wert der Schwingungskurve.

Die aufgezeichneten Daten (meist Klänge) können auch als so genannte Samples in den Speicher eines Rechners geladen werden um sie dort nach Bedarf zu modifizieren oder rechnergestützt abzuspielen. Es ist mittels entsprechender Berechnungen im Computer möglich, Effekte wie Hall oder Echo hinzuzufügen, Störgeräusche zu mindern, Klangregelungen vorzunehmen sowie auch sehr genaue Analysen und Korrekturen des ursprünglichen analogen Signals durchzuführen. Durch die moderne grafische Oberfläche der heutigen Software lässt sich das Sample sehr gut als Diagramm darstellen. Man kann mittels dieser Darstellung und der Möglichkeit der Vergrößerung kleinster Zeitabschnitte beliebig genau arbeiten, da der Klang quasi im Speicher „eingefroren“ ist und nach jedem Bearbeitungsschritt zur Kontrolle abgespielt werden kann.

Ferner sind bei entsprechend hoher Abtastrate und Auflösung auch messtechnische Anwendungen in der Elektrotechnik und der Physik denkbar. Dabei ist man nicht nur auf Schallereignisse beschränkt.

Die Länge eines Samples variiert je nach Anwendung zwischen der Zeitdauer einer Note von einem Musikinstrument bis hin zur kompletten Tonspur eines Kinofilms. Darüber hinaus sind die Längen nur durch die Speicherkapazität der jeweiligen Datenspeicher begrenzt.

Bei der Anwendung in der Musik wird das so aufgenommene Sample entweder in ein bestehendes Musikstück integriert oder dient in Gestalt einer Endlosschleife (Loop) als Grundgerüst für ein neues Stück. Es ist beispielsweise möglich, den gesamten Tonumfang eines Musikinstruments zu *samplen* und es dann (z. B. per MIDI-Keyboard) zu spielen, ohne es tatsächlich zu besitzen. Hierbei wird nicht nur ein Sample des Instrumentes gespeichert, sondern mehrere (Multisampling), die dann nicht mehr über den gesamten Tonumfang transponiert werden müssen. Im Extremfall ist jeder Ton der Tonleiter in mehreren Lautstärkeebenen als Sample angelegt. So können auch klangliche Unterschiede zwischen leisen und lauten Anschlägen reproduziert werden.

Da allerdings der Gesamtklang von natürlichen Instrumenten in der Regel aus mehr als der Summe der Einzeltöne besteht, stößt Sampling hier an seine Grenzen. Häufig wird daher versucht, dieses Manko durch andere ergänzende Klangerzeugungsmethoden auszugleichen (Physical Modelling zur Nachbildung von Gehäuseresonanzen und Ähnlichem).

Probleme gibt es weiterhin bei der Darstellung von sehr modulationsfähigen Instrumenten, deren Klang (vor allem der Einschwingvorgang) sehr charakteristisch von der Spielweise abhängig ist (z. B. Streicher, Bläser, Gitarre, menschliche Stimme). Zur Lösung dieses Problems wird z. B. versucht, für jeden Ton mehrere Samples zu verwenden (mehrfaches Multisampling), die dann abhängig von der Spielweise (z. B. Anschlagstärke der Tastatur) ineinander übergeblendet oder sogar gemorpht werden.

Um mit Samples zu arbeiten, benötigt man einen Sampler. Ein Sampler kann sowohl ein physisches Gerät (zum Beispiel eine Soundkarte im Computer, oder ein Sampler als eigenständiges Gerät) wie auch als reine Software (*Softwaresampler*)

auftreten.

### Audiosample

Ein **Audiosample** ist ein digitalisiertes analoges Audiosignal. Hierbei werden dem analogen Audiosignal über einen A/D-Wandler Ausschnitte (Samples) entnommen und gespeichert. Diese geschah anfangs noch mit einer Auflösung von 8 Bit, später mit 16 und 24 Bit. Die Standardabtastrate war lange Zeit 44,1 kHz, inzwischen etabliert sich aber eine Abtastung von 96 kHz (44.100 bzw. 96.000 Messwerte pro Sekunde).

Ein analoges Signal besitzt zu jedem Zeitpunkt auf der Zeitachse einen bestimmten Signalwert. Man spricht hier von Zeitkontinuität. Ein digitalisiertes Audiosignal ist zeitdiskret, das heißt, man entnimmt dem analogen Signal eine endliche Anzahl von Augenblickswerten. Die Beschränkung ist notwendig, da die anschließende Wandlung des Materials in einen Zahlenwert eine gewisse Zeit benötigt. Die hierbei entstehende Abtastperiode definiert man mit  $T_A$ .

Ein Sampler ist zunächst einmal ein Aufnahmegerät wie z. B. ein Kassettenrekorder. Die Aufnahmedauer war zu Beginn der Samplerära noch sehr begrenzt, sie lag teilweise nur im Sekundenbereich. Spätere Sampler waren mit mehr RAM ausgestattet und man konnte längere Samples aufzeichnen.

Ein Sampler verfügt darüber hinaus noch über zahlreiche Manipulations- und Bearbeitungsmöglichkeiten, mit denen man das Audiomaterial verändern kann. Digitale Filter (Tiefpass/Hochpass/parametrische Filter), EQs etc. gehören zur Grundausstattung eines modernen Samplers.

Hardware-Sampler spielen seit Ende der 90er Jahre eine immer geringere Rolle, da leistungsfähige Computer eine viel günstigere Softwarevariante ermöglichen. Zu erwähnen wären hier Softwaresampler wie der EXS24 (Emagic) oder Kontakt (Native Instruments). Diese können auch als Plug-Ins in Sequenzerprogrammen eingesetzt werden. Softwaresampler haben gegenüber der älteren Samplingtechnik mittels analoger und digitaler Hardware Sampler (Klangerzeuger) den entscheidenden Vorteil, per Bildschirm, also mit Auge und Ohr, bearbeitet werden zu können, wodurch Schnitt, Loop und Arrangement von Musikproduktionen schneller und variabler vonstatten gehen.

### Geschichte

Die Ära des digitalen Sampling beginnt **1979** mit integrierten digitalen Synthese-, Aufzeichnungs- und Samplingsystemen im Hochpreis-Bereich wie Fairlight CMI und Synclavier. Der Emulator I (1981) war wenig später bereits für eine fünfstellige Summe erhältlich, Mitte der 80er-Jahre waren Sampler wie der Ensoniq Mirage oder der Akai S-612 auch für Bands und Einzelmusiker (z. B. für Homerecording) erschwinglich. Sampler konnten zum Spiel mit selbstaufgenommen Klängen wie der eigenen Stimme oder Geräuschen genutzt werden, aber auch den Klang anderer Musikinstrumente im Studio und auf der Bühne simulieren. Klassische Instrumente wie Streicher und Bläser sowie Synthesizerklänge wurden als mediales Material spielbar. Gleichzeitig konnten die synthetischen Sounds elektronisch gesteuerter Drummachines durch gesampelte ‚echte‘ Schlagzeugklänge ergänzt oder ganz ersetzt werden, die direkt oder mit einer automatisch generierten Rhythmik und Metrik abgerufen werden konnten. Das Faszinierende des Sampling war anfangs gerade seine universelle Verwendbarkeit, bevor sich in Wechselbeziehung mit dem Gerätedesign ästhetische Standardverfahren herausbildeten.

Mit der Verfügbarkeit erschwinglicher Technik verbreitet sich Sampling in der Folgezeit zunehmend in der populären Musik. Die Firma Casio stellt das Samplingkeyboard *SK-1* vor, das erstmals (noch in 8 Bit) ermöglicht, zwei bis drei Sekunden lange Klänge aufzunehmen und in allen Tonhöhen wieder abzuspielen. Besonders in der [Popmusik](#) und beim Hip-Hop (MPC) erfreut sich die Technologie bald großer Beliebtheit. Einer der populärsten Vorreiter war das Stück *Pump up the volume* von MARRS aus dem Jahr 1987. Der 16-Bit-Standard ist Mitte der Neunziger professionell üblich. Genres wie Drum 'n' Bass, Breakbeat, House oder Trip Hop basieren fast vollständig auf den neuen Möglichkeiten, die Sampler, wie die der Firmen Akai, Roland, Emu oder Korg, Musikern nun verschaffen. Schallplattensammlungen dienen als Fundus auf der Suche nach dem idealen Loop. Die Tracker-Szene nutzt vorhandene PC, Soundkarte und Software sowie Sample-CDs, um Ähnliches zu tun. In der Studioteknik professioneller Musikstudios hält Ende der Neunziger die digitale Aufnahmetechnik endgültig Einzug, Bandmaschinen findet man heute kaum noch. Es gibt heute wenige Musikstücke, die nicht digital (z. B. per DAT-Tape) aufgenommen, bearbeitet und abgemischt werden, auch in der Rock-Musik ist diese Technik heute Standard.

Heutzutage werden Samples meist direkt am Computer verwaltet und mithilfe eines Audio-Sequencers oder Software-Samplers abgespielt, wodurch die Hardware-Sampler weitgehend aus den Studios verschwunden sind. Allerdings haben die Hardware-Sampler der ersten Gerätegenerationen klangliche Eigenarten, die als charakterlich interessant gelten und bei einigen Musikern und Produzenten mittlerweile einen gewissen Kultstatus genießen. Dazu zählen die ersten Sampler von Emu, Akai, Ensoniq und Dynacord.

Virtuelle Sampler finden wir in allen DAW's, sei es der Sampler, Sampler in Ableton oder der Sampler in Logic Pro. Aber auch Sampler wie der Halion von Steinberg bieten unendliche Möglichkeiten der Sample Bearbeitungen. Auf der physischen Ebene sind die MPC von Aki und deren Nachfolgemodelle nach wie vor Standard. Hybride System wie Maschine von Native Instruments haben den Markt ab circa 2010 erobert.

Quelle : Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Digitalpiano



### Samplingtechnik

Zu Beginn der 1990er Jahre hielt das Samplingverfahren Einzug in die Musiktechnik. Preiswerte Sampleplayer wie beispielsweise der Roland U-20 machten transportable und endlich auch authentisch klingende Klavierklänge für fast jeden Musiker erschwinglich. Zur Klangerzeugung wird meistens das PCM-Verfahren verwendet.

Des Weiteren verfügen alle modernen Digitalpianos über Midi- und/oder sonstige PC-Schnittstellen (beispielsweise To Host oder USB).

### Digitalpianos und Stagepianos

Instrumente, die sich auf den Klavierklang konzentrieren, werden auch als Digitalpiano bezeichnet. Meistens sind sie mit einer 88-Tasten-Klaviatur ausgestattet, die dem Pianisten das Spielgefühl eines echten Pianos zu vermitteln versucht. Spezielle kompakte Mechaniken simulieren das Anschlagsgefühl einer traditionellen Klaviermechanik. Dies führte allerdings dazu, dass die Geräte wieder größer und vor allem schwerer wurden.

Die Geräte für den Hausgebrauch besitzen meistens eingebaute Lautsprecher, bei Instrumenten für Bühnenauftritte (englisch: *stage*) fehlen diese oder haben nur die Funktion eines Kontroll-Monitors.

### Homepianos

Für den Heimgebrauch finden sich meistens Gehäuse aus Faserplatten, die mit schwarzem Laminat oder Holzfunier (-imitation) belegt sind. Sie sollen sich optisch ins heimische Ambiente einfügen und einfach zu bedienen sein. Für den Transport müssen sie meistens zerlegt werden, das kastenförmige Oberteil enthält die Tastatur und die gesamte Elektronik, im separat konstruierten Ständer sind oft die Pedale und Lautsprecher integriert. Das Gesamtgewicht dieser Geräte liegt zwischen 25 und 80 Kilogramm.

### Stagepianos

Stage-Pianos sind auf Portabilität und Robustheit optimiert. Zielgruppe sind etwa Musikstudenten und Live-Musiker (Pop, Rock, Jazz). Das Gehäuse ist meistens schwarz oder silber und überwiegend aus Metall. Die Geräte wiegen zwischen 13 und 32,5 Kilogramm, je nachdem, ob sie über eine eingebaute Verstärkung verfügen. Ist eine Verstärkung integriert, dient diese jedoch meistens nur dem „Monitoring“ für den Interpreten. Für Publikumsbeschallung sind sie nicht ausgelegt. Hierzu ist ein Keyboard-Verstärker (Combo) oder ein PA-System notwendig. Im heimischen Bereich genügt stattdessen auch eine HiFi-Anlage oder gute Aktiv-Lautsprecher. Stage-Pianos werden wegen ihres schlichten „neutralen“ oder „technischen“ Designs auch zunehmend in Wohnzimmern aufgestellt und werden zu diesem Zweck von den Herstellern als *Compact Pianos* oder *Style Pianos* vermarktet.

### Portable-Pianos/ Keyboards

Portable-Pianos sind preiswerte Stage-Pianos mit mind. 61, meistens 76 Tasten, die mit den Qualitäten eines Keyboards kombiniert sind. Da als Material in der Regel Kunststoff verwendet wird, sind sie leicht und somit gut transportabel. Portable-Pianos verfügen zumeist über eine Begleitautomatik und eine relativ große Anzahl verschiedener Klangfarben (*Sounds*), die jedoch gegenüber denen von Stagepianos oder teuren Workstations klanglich unterlegen sind. Abstriche müssen auch mitunter bei der Spielbarkeit der Tastaturmechanik gemacht werden: Die verwendeten „ungewichteten“ oder „halbgewichteten“ Tasten machen ein dynamisches Spiel kaum möglich und fühlen sich bezüglich ihres Anschlags völlig anders als eine Flügeltastatur an.

### Piano-Workstations

Diese Multifunktions-Pianos sind sowohl in der Stage- als auch in der Home-Piano-Bauart verfügbar und bieten neben den herkömmlichen Digitalpiano-Merkmalen oft über 150 zusätzliche Klänge, Begleitrhythmen, Begleitautomatik, Mehrspur-Sequencer, Synthesizer-Funktionen, etc. Zielgruppen sind Alleinunterhalter, Komponisten, Technikverliebte und Klangbastler.

### Modularsysteme

Für den ambitionierten Musiker eignet sich auch die Modularisierung. Man beschafft sich ein (möglichst hochwertiges)

Masterkeyboard, ein Soundmodul, welches auf Klavierklänge spezialisiert ist und gegebenenfalls eine Verstärkeranlage.

Nachteil ist allerdings, dass eine genaue Anpassung der Tastatur an den Klangerzeuger mittels passender Anschlagsdynamikkurve meist nicht perfekt möglich ist und somit die Ausdrucksfähigkeit leidet.

Zu den Digitalpianos zählen auch Annäherungen an das Fender Rhodes wie das Crumar Seven, das Viscount Legend oder das Korg SV ½

Quelle Wikipedia und DiDiPro Autor:innen

## Masterkeyboard / Midikeyboard

MIDI= Musical Instrument Digital Interface, digitale Schnittstelle zur Übertragung von Steuerdaten

Ein **Masterkeyboard** ist eine Klaviatur mit integriertem MIDI-Controller zur Erzeugung von Steuerdaten (MIDI-Befehle), ohne eigene Klangerzeugung.

Der MIDI-Ausgang des Masterkeyboards kann an ein Soundmodul oder einen Computer angeschlossen werden, die dann beim Spielen der Tasten die gewünschten Klänge erzeugen. Ein Sequenzer (z. B. Computer mit Sequenzersoftware) kann darüber hinaus die Tastenbewegungen per MIDI aufzeichnen und später auf beliebigen MIDI-fähigen Geräten wiedergeben.

Einfache Masterkeyboards sind ab ca. 30 Euro erhältlich und verfügen meistens über 2 Oktaven mit Mini-Tasten ohne Anschlagsdynamik. Die hochwertigeren Masterkeyboards verfügen über 88 gewichtete Standard-Tasten mit Hammermechanik, um das Spielgefühl eines Klaviers zu simulieren. Darüber hinaus bietet sie Spielhilfen wie Modulationsräder, Aftertouch und andere Sonderfunktionen an, um die meistens über MIDI angeschlossenen Geräte steuern zu können, beispielsweise um Instrumentalklänge auf diesen Geräten auszuwählen. Neuerdings bieten Masterkeyboards neben einem MIDI-Anschluss auch einen USB-Anschluss.

Die meisten Digitalpianos und Personal Keyboards verfügen zumeist ebenfalls über einfache Masterkeyboard-Funktionen.

## Syntheseverfahren

**Subtraktive Synthese:** siehe oben und Kurs „Sounds und Songs nachbauen“

### Additive Synthese

Die additive Synthese fußt auf dem Theorem des französischen Mathematikers Fourier (1768-1830), dass jeder denkbare Klang aus einer geeigneten Mischung von vielen einzelnen elementaren Sinusschwingungen erzeugt werden kann (Fouriersynthese). Um einen komplexen Klang zu erzeugen sind viele Teiltöne nötig, die dynamisch mittels Hüllkurven kontrolliert werden müssen. Würde man daher 512 Teiltöne jeweils vollständig mit ADSR-Hüllkurve beeinflussen wollen kommt man auf 2048 Parameter, was die Bedienung und Handhabung recht umständlich macht. Hierdurch entsteht ein extremer Hardware- oder Rechenaufwand. Die Additive Synthese lässt durch ihr analytisches Verfahren im Gegensatz zur subtraktiven Synthese sehr präzise Klangcharakteristika zu.

### FM Synthese

Kern einer einfachen FM-Synthese ist ein Paar aus zwei Oszillatoren, den sogenannten *Operatoren*. Die Frequenz des ersten Oszillators lässt sich durch den zweiten Oszillator steuern. Der erste Oszillator ist der *Träger* und der zweite der *Modulator*. Dieses Prinzip ist aus der UKW-Radioübertragung schon länger bekannt. Bei langsamer Modulation bis 10 Hz entsteht ein Vibrato; bei Modulation des Trägers mit einer Frequenz im hörbaren Bereich (also von 20 Hz aufwärts) ist kein Vibrato mehr zu hören, stattdessen kommen zum Grundton des Trägers weitere Obertöne hinzu.

## Physical Modeling

Im Bereich der Klangerzeugung gibt es verschiedene Verfahren, um den Klang eines Instruments synthetisch zu imitieren. Ein nahe liegendes Verfahren hierfür ist das Sampling. Möchte man zum Beispiel ein Saxophon nachbilden, würde man beim Sampling eine größtmögliche Bandbreite an Saxophontönen aufnehmen und diese dann unter Zuhilfenahme eines Samplers auf eine Klaviertastatur legen. Das gesampelte Instrument bietet einen authentischen Klang, jedoch ist es eine

starre Aufnahme des Saxophones und kann nur durch Filterung und Hüllkurvenbearbeitung verändert werden, jedoch nicht in seiner eigentlichen klanglichen Entstehung. Eine weitere Methode der Programmierung eines Klangs ist die subtraktive Synthese. Durch die entsprechende Wahl der Oszillatorwellenformen und der entsprechenden Filterung, sowie Modellierung ist es mit der subtraktiven Synthese möglich, einen ansprechenden Saxophonklang zu erzielen. Die Authentizität dieses Klangs wird jedoch zu wünschen übrig lassen. Ähnlich wird es sich auch bei der FM-Synthese und anderen synthetischen Klangerzeugungsverfahren verhalten. Man wird immer eine Annäherung an das Instrument erzielen, jedoch selten feinste klangliche Nuancen authentisch wiedergeben können.

Prinzip des Physical Modeling ist es, das zu imitierende Instrument in seinem Aufbau und in seiner Funktion zu analysieren und dementsprechend in Module aufzugliedern. Ein Saxophon besteht vereinfacht aus einem Mundstück, einem Resonanzrohr und einem Trichter. Im Mundstück werden die Schallwellen durch Anblasen auf ein Holzblättchen erzeugt; die Länge des Rohres, veränderbar durch die Druckklappen, verändert die Tonhöhe; durch den Trichter tritt der Großteil des Schalls aus, er beeinflusst Abstrahlcharakteristik und Frequenzgang. Alle drei Elemente beeinflussen das Signal unterschiedlich und in Abhängigkeit zu den anderen Elementen. Wird dieses Modell in ein mathematisches System übertragen, so ist die Grundlage für ein virtuell erzeugtes Saxophon geschaffen.

Quelle: Wikipedia