

# Elektronische Klangsynthese

## Aufgaben und Ziele

→ Nachahmung natürlicher Instrumente

- Wirtschaftlichkeit
- Reproduzierbarkeit

→ Synthese von „neuen“ Klängen

## Neue Anwendungsgebiete

→ **Parametrische Schallaufzeichnung**

MIDI + genauere Beschreibung der Klangerzeugung

SA, Structured Audio

→ **Vertonung von VR-Umgebungen, Animationen, nichtlinearen, interaktiven Medien**

→ **Auditory Displays, Audification, Sonification**

Einsatz von akustischen Ereignissen in

Mensch-Maschine-Schnittstellen

# Elektronische Klangsynthese

## Anforderungen

- Überschaubare Anzahl klangbestimmender Parameter
  - Wirtschaftliche Implementierung
  - Erleichterung des kreativen Arbeitsprozesses
- Vorhersehbare Wirkung von Parameteränderungen
  - intuitive Klangprogrammierung
- Klangsynthese in Real-Time
- polyphon:  
mehrstimmige Spielbarkeit
- multitimbral:  
unterschiedliche Klangfarben zur gleichen Zeit

## Elektronische Klangsynthese

# Additive Klangsynthese

- Praktische Umsetzung der Fourier-Analyse
- Additive Überlagerung harmonischer Teilschwingungen
- Zeitabhängige Amplituden
- Wichtig in den Anfängen der elektronischen Musik
- vor allem theoretische Bedeutung
- Interessant bei Analyse-Resynthese-Verfahren
- ca. ab 2002: einige Plug-Ins (z.B. VirSyn Cube)

# Elektronische Klangsynthese

## Additive Klangsynthese

### Vorteile:

- direkter Zugriff auf alle Teilschwingungen
- viele klangliche Nuancen möglich
- hohe Flexibilität bei der Klanggestaltung

### Nachteile:

- große Anzahl an Teilschwingungen notwendig
- unüberschaubare Parameteranzahl

## Elektronische Klangsynthese

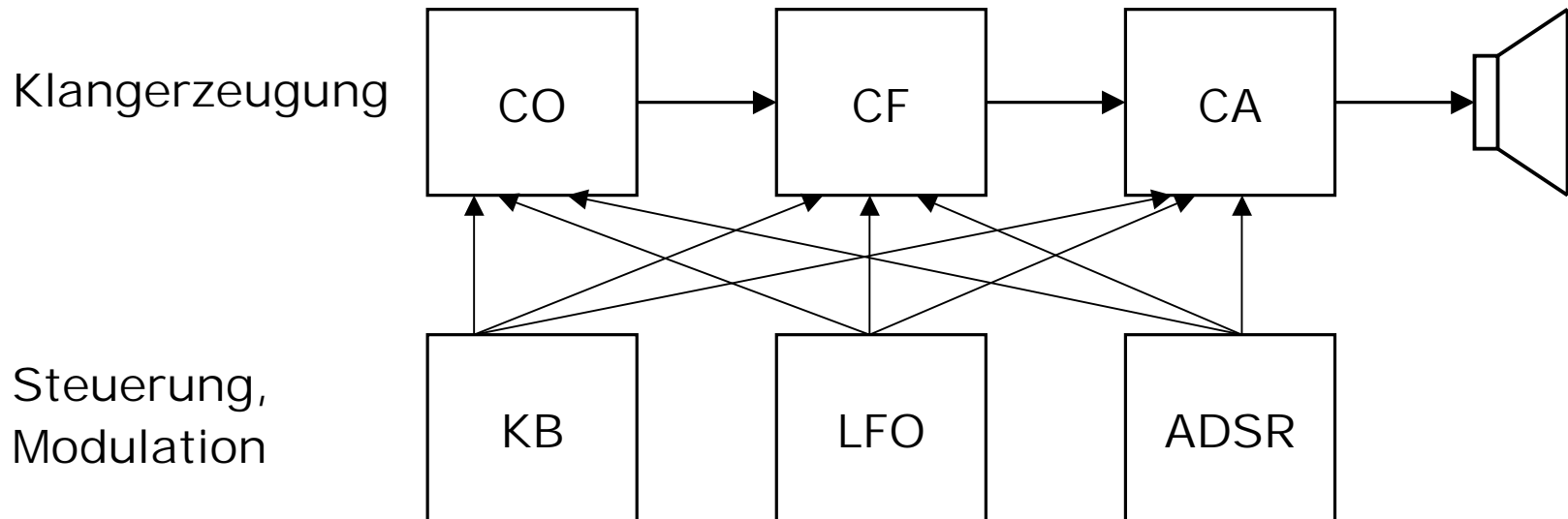
# Subtraktive Klangsynthese

- Grundwellen als Ausgangsmaterial  
(Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn, Puls, Rauschen)
  - steuerbarer Oszillator (CO)
  
- Obertonreiches Spektrum mit Filter bearbeitet
  - steuerbares Filter (CF)
  
- Änderungen der Amplitude mit steuerbarem Verstärker
  - steuerbarer Verstärker (CA)
  
- Parameteränderungen mit niederfrequenten Oszillatoren (LFO) und mit Hüllkurvengeneratoren (ADSR)

## Elektronische Klangsynthese

# Klassische Synthese-Architektur

Die Architektur eines aktuellen Synthesizers baut fast immer auf dem klassischen Modell der subtraktiven Synthese auf



Synthese-Algorithmen unterscheiden sich vor allem bei der Erzeugung der Grundwelle. (CO)!

# Elektronische Klangsynthese

## Subtraktive Klangsynthese

Vorteile:

- wenige Klangparameter
- direkter Zusammenhang zwischen Parametern und Klang
- kostengünstig

Nachteile:

- Filter haben Grenzen; kein beliebiges Entfernen möglich
- Grundwelle bestimmt das Ergebnis
- Klang kann starr und leblos wirken



## Elektronische Klangsynthese

# FM-Synthese

- Frequenz eines Trägersignals wird durch ein Modulationssignal variiert
- Komplexe Spektren schon mit zwei Oszillatoren
- Nachteil:  
kein anschaulicher Zusammenhang zwischen Parameter- und Klangänderungen
- Yamaha DX-7 ist der meist verkaufte Synthesizer aller Zeiten
- Prägende für den Sound der 80er-Jahre

# Elektronische Klangsynthese

## Sampling

- Beliebige gespeicherte Klänge als Ausgangsmaterial
- Tonhöhenänderung durch Variation der Wiedergabegeschwindigkeit
- Vorteil:
  - sehr effizient
  - jeder beliebige Klang wird spielbar
- Nachteil:
  - Samples wirken rasch leblos

# Elektronische Klangsynthese

## Sampling

### PROBLEME:

- Transposition der Formanten
- Keine Klangänderungen bei geänderter Spielweise
- Direkter Zusammenhang zwischen Frequenz und Dauer
- Erzeugung beliebig langer Klänge

# Elektronische Klangsynthese

## Sampling

### LÖSUNGSANSÄTZE

- Einsatz steuerbarer Filter und Verstärker
- Loop-Technik
- Multisampling-Technik
- NEU: Granularsynthese

# Elektronische Klangsynthese

## Granularsynthese

- Beliebiges Schallsignal als Ausgangsmaterial
- Unterteilung in sehr kurze Abschnitte (wenige ms), sogenannte Grains
- Grains können in beliebiger Reihenfolge neu zusammengesetzt werden
- Problem: Sprünge der Signalform, Störgeräusche
- Lösung: Überblendung (Smoothing)
- Granularsynthese ermöglicht unabhängiges Ändern von Tempo und Tonhöhe
- Granularsynthese eignet sich gut für experimentelle Klanggestaltung

# Elektronische Klangsynthese

## Physical Modeling

### → NEUER ANSATZ:

Nachbildung der Klangentstehung (und nicht der Klänge)

### → VORTEILE

- lebendige Klänge
- dynamische Entwicklung der Klangfarbe
- unmittelbarer Zusammenhang zwischen Parameter- und Klangänderungen

### → NACHTEILE

- hoher Rechenaufwand
- oft sehr komplexe Modell
- nur eine Auswahl der Parameter kann kontrolliert werden