

Schallerzeugung mit einer Gitarre:

- Seite anzupfen → Ton wird mit allen Harmonischen wiedergegeben
- Legt man einen Finger nach dem Anzupfen auf die Seite, wird die Grundschiwingung herausgefiltert und man hört die Harmonischen
- Flageolett-Töne werden erzeugt, indem man den Finger vor dem Anschlag auf die Seite legt  
→ Filterung der Grundschiwingung erfolgt direkt  
→ Erhöhung der Brillanz bei hohen Seiten durch anderes Material
- Je näher man zum Steg geht beim Anschlag, desto härter wird der Ton

Formel für die Frequenzen der Harmonischen bei einem stehenden und einem losen Ende:

$$f_n = \frac{(2n-1)}{4 \cdot l} \cdot c$$

Beispiel Orgelpfeife:

- Ohne Deckel: Erster Ton bei  $\lambda$
- Mit Deckel: erster Ton bereits bei  $\frac{\lambda}{4}$   
→ Klarinette funktioniert nach demselben Prinzip (zylinderförmig)  
→ Länge eher wie Oboe, Mundstück eher wie Saxophon

Stabwellen:

- Elastizitätsmodul beachten!!

1. Rechteckiger Querschnitt:

$$\text{Dicke in Stützrichtung: } C' = \frac{d}{\sqrt{12}}$$

$$\text{Stabenden beidseitig gestützt: } s_n = n \cdot \pi$$

2. Runder Querschnitt:

$$\text{Dicke in Stützrichtung: } C' = \frac{R}{2}$$

$$s_1 = 1,875, s_2 = \dots \rightarrow s_n \text{ per Analyse}$$

Kreisförmige Membran:

- Spektrum wird immer dichter → geht in Richtung Rauschen
- Toncharakter geht verloren → man hört mehr ein Geräusch als einen Ton
- Darstellung dieses Verhaltens in Schwingungsbildern (Moden) zur Analyse  
→ Klangfiguren z.B. zur Analyse von Musikinstrumenten (→ Geigenvergleich)  
→ Saubere Moden bei hochwertigen Instrumenten

Scheidentonerzeuger:

- Bsp. Blockflöte, Lippenpfeifen, aber auch Klima-/ Lüftungsanlagen
- $J \sim v^7$  → sehr laute Töne bei schneller Geschwindigkeit

### Elektrische Schallerzeuger:

- Elektromagnetisch: akustische Tonerzeugung, elektrische Verstärkung und Formung des Tons
- Elektronische Signalerzeugung: additive/selektive Klangsynthese, Impulsformung, direkte Klangsynthese

### Technik und Geschichte:

- Erste Form der direkten Synthese durch Überlegungen mit Feder-Masse-System
  - ➔  $F = m \cdot a$ ,  $a = \frac{dv}{dt}$ ,  $v = \int a dt$  → zu Gleichungssystem zusammenfügen
- erste Versuche in den 60ern (Bell Laboratories) → Oszillatoren, um Trompete nachzubilden
  - ➔ es sind nicht nur Spektrum, sondern auch Ein- und Ausschwingverhalten des Instruments wichtig
  - ➔ Einstellmöglichkeiten am Synthesizer (ADSR-Kurve):
    - Attack: Zeit, bis der Ton in der vollen Lautstärke vorliegt
    - Decay: Pegel, um den der Ton nach Anschlag abfällt
    - Sustain: Pegel, der nach dem Decay vorliegt und gehalten wird
    - Release: Zeit, bis der Ton ausgeklungen ist
  - ➔ Wichtig beim Programmieren von Synthesizern zur Instrumentennachbildung sind Werte der Instrumente für diese Parameter (z.B. Werte für Einschwing-/ Ausschwingzeit)
- Tonangaben werden an den Synthesizer übergeben → einen gefüllten Klang zu produzieren war zunächst sehr schwierig
- 1983: Yamaha bringt den DX7 heraus (Polyphon, Anschlagsdynamik)
- Funktion des FM:
  - Grundschiwingung → Frequenz wird moduliert → bestmögliche Option, um viel aus 2 Oszillatoren herauszuholen
  - Spektrum wird vergrößert (nicht linear)
  - additive Synthese

### MIDI = Musical Instrument Digital Interface

- 1985: Einigung der Tonindustrie auf einen Standard für Gerätekommunikation
- Grundidee von MIDI: serielle Verschaltung (eins nach dem anderen)
- Taste wird gedrückt → Infos (Welche, wie lange, wie fest) werden gesendet → Tongenerator gibt den entsprechenden Ton aus
- Verschaltung von mehreren Synthesizern hintereinander → per MIDI wird festgelegt, welcher das Signal ausgibt
- Latenz (Zeitverzögerung) bei zu langen Übertragungswegen

### Midi-Datenwort:

#### Byte 1:

- Kanal-/Systemmeldungen: Voice (Pitch Bend, etc.), Mode, Realtime, Common, Exclusive

#### Byte 2:

- 128 Bit → Tonhöhe Information (zum Vergleich Klavier: 88 Töne)

#### Byte 3:

- 128 Bit → Lautstärke / Pegel
- jedes Byte beginnt mit einer 0 und endet mit einer 1 (Start/Stop Bit)

- MIDI überträgt Steuerungsinformationen, Klanginfos, etc. → Keine Spektren/Klänge
- Qualität des Tons hängt vom Synthesizer ab
- General MIDI = allgemeine Zuordnung der MIDI Kanäle zu Instrumenten
- Übertragung über einen 5-poligen DIN Stecker (obwohl 2 Kanäle reichen würden)
- Verbindung durch optische Impulse → kein Einfluss von elektr. Störungen auf das Signal
- Übertragungsrate:  $31 \frac{kBits}{s}$
- Sequenzer: Steuert und Speichert MIDI Signale und gibt diese wieder (Tempo variabel)
  - Listendaten des Sequenzer nur Textdaten → sehr klein → man braucht keine große Datenrate