

#### Nicht-lineare Verzerrungen:

- Symmetrische Schaltung → AP in der Mitte der Kennlinie → Übersteuerung auf pos./neg. Halbwelle → symmetrische Verzerrungen → Dominanz der ungeraden Harmonischen
- Werden als Vorteile von Röhrenverstärkern gesehen (Klangeigenschaft)
- Klirrfaktor als Maß für nicht-lineare Verzerrungen
- $$k = \sqrt{\frac{A_2^2 + A_3^2 + \dots}{A_1^2}} \cdot 100\%$$
- Übliche Werte für den Klirrfaktor in der Tontechnik:
  - o  $\frac{1}{100}$  % bei Verstärkern
  - o 0,5% bei Mikrofonen
  - o 5% bei purem Sinuston
- Lautsprecher hat bei Übertragungskette den höchsten Klirrfaktor (außerdem hoher Klirrfaktor bei billigen Mikros und Distortioneffekten)
- Hörbare Schwebungen in einem übersteuerten Musiksignal entstehen durch Intermodulationsprodukte (bei zwei Frequenzen z.B.  $f_1 \pm f_2$ )

#### Dynamik/Lautheit:

- Signale können durch Kompression „lauter“ werden
- Dynamikreduzierung wird z.T. als Stilmittel eingesetzt, um Musik lauter klingen zu lassen

#### Impedanzen in der professionellen analogen Tontechnik:

##### 1. Ausgang, an den ein Eingang angeschlossen ist

Ausgangsimpedanz:  $R_i \leq 40\Omega$

Eingangsimpedanz:  $R_a \geq 5k\Omega$  (üblich: 10...20k $\Omega$ )

➔ Spannungsanpassung

##### 2. Spezialfall Mikrofone

Ausgangsimpedanz:  $R_i \leq 200\Omega$  (üblich: 35...200 $\Omega$ )

Eingangsimpedanz:  $R_a \geq 1k\Omega$  (üblich: 1...2k $\Omega$ )

➔ Spannungsanpassung

##### 3. Spezialfall Lautsprecher

Ausgangsimpedanz:  $R_i \leq 0,1\Omega$

Eingangsimpedanz:  $R_a \geq 4\Omega$  (üblich: 4...16 $\Omega$ )

➔ Spannungsanpassung (Verstärker wird niederohmig gemacht, sodass Spannungsanpassung möglich bleibt)

Parallelschalten von Ein- und Ausgängen:

a) Kann man mehrere Eingänge parallel an einen Ausgang schalten??

Antwort:

Jenes ist möglich, weil dadurch der Gesamtwiderstand der Eingänge nicht so stark abnimmt, dass eine Spannungsanpassung nicht mehr möglich wäre. Jenes kann allerdings nur in einem gewissen Rahmen betrieben werden (→ Spannungsanpassung)

b) Kann man mehrere Ausgänge parallel an einen Eingang schalten??

Antwort:

Nein!! Dies ist nicht möglich, weil die Ausgänge sich gegenseitig schon als „Last“ betrachten und somit der Gesamtwiderstand der Schaltung zu niedrig würde. Im schlimmsten Fall können z.B. Endstufenkondensatoren kaputt gehen.

Leitungslängen:

- Kabel kann als Zylinderkondensator interpretiert werden

Beispiel:

Symmetrische Leitung mit Kabelkapazitätsbelag  $C' = 150 \frac{pF}{m} = 150 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$

Ausgang mit  $R_i \leq 200 \Omega$  (Mikrofon)

➔ Kabel hat TP-Verhalten

- Maximal mögliche Kabellänge wird durch die obere Grenzfrequenz des Kabels (TPs) bestimmt, bei Mikrofon sind 20kHz üblich

$$C' = C \cdot l$$

$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C' \cdot l}$$

$$l = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot f_g \cdot C'} = \frac{1}{2\pi \cdot 200 \frac{V}{A} \cdot 20000 \frac{1}{s} \cdot 150 \frac{pF}{m}}$$

$$= 265,3m$$

Abhilfe für Störungen (Brummen):

- 100Hz Notch-Filter

- Jede NF-Verbindung (Tontechnik) mit einem Trennübertrager versehen

➔ Niemals die Schutzleitung entfernen

- DI-Boxen können per ground-lift auch eingesetzt werden

➔ Die Masse muss aufgetrennt werden → Brummen ist verschwunden!!

## Klangerzeugung

### Akustische & Synthetische Klänge

Beispiel: schwingende Seite

- stehende Wellen → verdeutlicht werden kann dies als Rohr mit zwei offenen Enden
- Reflexion der Welle am Ende, bei Übergang von  $Z_{01}$  zu  $Z_{02}$
- $l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$ ,  $c = f \cdot \lambda \rightarrow f = n \cdot \frac{c}{2l}$
- Wichtig!! Die Schallgeschwindigkeit des Materials muss zunächst betrachtet werden, wenn diese nicht angegeben ist

Rechenbeispiel: Violinenseite

Seiten der Violine: G,D,A,E → in Quinten gestimmt

Kammerton: A-440 (oft stimmen Geiger ihre Instrumente auf 444Hz)

$$a' = 440\text{Hz} \rightarrow \text{Quinte: } \frac{f_2}{f_1} = \frac{3}{2}$$

$$e^2 = 660\text{Hz}$$

Länge der Seite: 33cm

Materialinfos: Stahl,  $\rho = 7,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $d = 0,26\text{mm}$

Formeln:

$$c = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot S}}, f = n \cdot \frac{c}{2l}, S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Rechnung:

$$c = f \cdot 2l = 600\text{Hz} \cdot 2 \cdot 0,33\text{m} = 435,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (n=1, \text{es wird der Grundton betrachtet})$$

$$c^2 = \frac{F}{\rho \cdot S} \Leftrightarrow F = c^2 \cdot \rho \cdot S$$

$$\rho = 7,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,0079 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$S = \pi \cdot \left(\frac{0,26 \cdot 10^{-3}\text{m}}{2}\right)^2 = 5,31 \cdot 10^{-8}\text{m}^2$$

$$F = \left(435,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 5,31 \cdot 10^{-8}\text{m}^2$$

$$= 189.747 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot 4,195 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$= 79,6 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 79,6\text{N}$$