

# 1 Einführung

## 1.1 Grundlagen

Was ist ein Verstärker?

Eine Blackbox...



... mit definierbarem Spannungsverstärkungsfaktor T:

$$T = \frac{U_{out}}{U_{in}} > 1$$

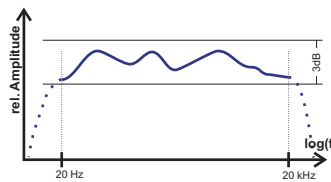
bzw. definierbarem Übertragungsmaß  $a_T$ :

$$a_T = 20 \cdot \lg\left(\frac{U_{out}}{U_{in}}\right) > 0$$

## 2 Verstärker in der Audiotechnik

### 2.1 Spezielle Anforderungen

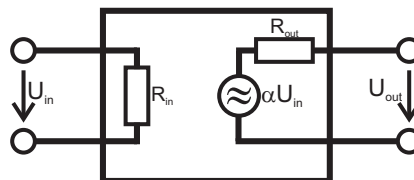
1. Linearität / Frequenzunabhängigkeit



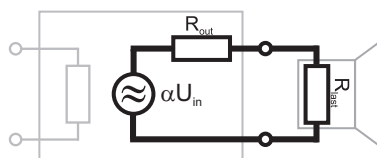
2. Ausgangsimpedanz sollte bei 200 – 1600 mΩ liegen, besser sogar bei 400 – 800 mΩ Stichwort: **Spannungsanpassung** (↗)
3. Spannungsverstärkung **und** Leistungsverstärkung

#### Anpassung

- Audioverstärker sind spannungsgesteuerte Spannungsquellen.



- Ersatzschaltbild für Anschluß einer Last:



## Anpassung II - Leistungsanpassung

- Für die Leistungsanpassung gilt  $R_{out} = R_{Last}$ .
- Dies bedeutet ein Maximum an Leistung.
- Probleme:
  1. Zusammenschaltungen führen zu starker Impedanzänderung - und damit zu Fehlanpassungen.
  2.  $R_{Last} \rightarrow \underline{Z}_{Last}(\omega)$ ! Damit entstehen bei Leistungsanpassung sog. (verzerrte) Frequenzgänge!

## Anpassung III - Spannungsanpassung

- Für die Spannungsanpassung gilt  $R_{out} \ll R_{Last} \Rightarrow$  kaum Spannungsabfall über  $R_{out}$
- quasikonstanter Spannungsabfall über  $R_{Last} \Rightarrow$  quasikonstante Leistung über  $R_{Last}$
- Probleme bei Zusammenschaltung mehrerer Boxen ergeben sich nicht mehr.<sup>1</sup>
- Allerdings: Verluste gegenüber Leistungsanpassung!

## Anpassung IV - Spannungsanpassung II

- In der Realität reicht es meist, wenn gilt:

$$R_{Last} = 10 \cdot R_{out}$$

- Da die meisten Hifi-Lautsprecher bei  $4 - 8\Omega$  Impedanz liegen, sollte der Innenwiderstand des Verstärkers bei  $400 - 800m\Omega$  liegen (↘).

## 2.2 Typen

### Röhrenverstärker

- Sind die ältesten Verstärkertypen.
- Sind Spannungsverstärker.
- **Problem:** Röhren sind groß, teuer und allgemein sehr anfällig für Probleme.
- Brauchen 400V Gleichspannung zum Heizen.
- Produzieren allerdings beim Übersteuern gradzahlige Harmonische.
- Trotz ihrer Probleme halten sie sich bis heute in Hi-End- und Instrumentenverstärkern.

### Transistorverstärker

- Transistoren sind günstig!
- Sind Stromverstärker
- geringere Streuung bzgl. der Eigenschaften als Röhren!
- einfachere Schaltungen.
- **Allerdings:** Weniger „musikalisch“ als Röhren (↘)

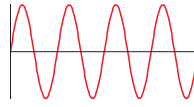
<sup>1</sup>Unter Maßgabe, dass  $I_{max}$  des Ausgangs nicht überschritten wird.

### Klassifizierung von (Transistor-)Verstärkern

Eine Einteilung ist möglich in:

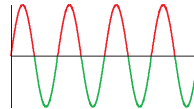
#### 1. Eintaktverstärker

- Ein aktives Bauelement übernimmt die Verstärkung.



#### 2. Gegentaktverstärker

- Zwei aktive Bauelemente übernehmen die Verstärkung.

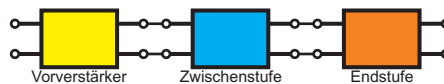


⇒ **Bautyp unserer Wahl!**

## 3 Verstärkerkomponenten

### Kaskadierung

Bei großen Verstärkungen Probleme mit der Linearität bzgl. der Frequenz. Abhilfe schafft Kaskadierung:



### 3.1 Vorverstärker

#### Aufgaben

- Bekommt Signale unterschiedlichster Quellen... (⇒ meist kein Line-Pegel)
- ... und bereitet sie so auf, dass die Endstufe im Arbeitspunkt arbeiten kann.

#### Aufgaben II

in unserem Fall...

- ... muss eine Spannungs(vor)verstärkung erfolgen.
- ... wird das ganze beim Mikrofoneingang benötigt.

#### Charakteristika

- Arbeiten quasi immer im Kleinsignalbetrieb.
- Müssen linear sein!
- Müssen sehr rauscharm sein!

### 3.2 Zwischenstufe

#### Aufgaben

- Verstärkung für unterschiedliche Zwecke:
  - Aufholverstärker
  - Entzerrerverstärker
  - Leitungsverstärker
- Oft auch für Impedanzwandlung

⇒ Für uns wahrscheinlich absolut unwichtig!

### 3.3 Endstufe

#### Aufgaben

Leistungsverstärkung!

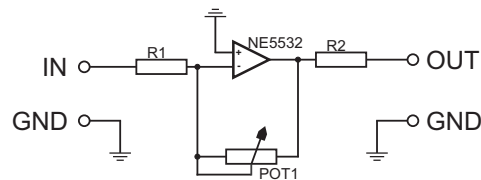
#### Charakteristika

- Bekommt Ausgangssignal vom Vorverstärker.
- Signal sollte von vorhergehenden Stufen so aufbereitet sein, dass die Endstufe optimal im Arbeitspunkt arbeiten kann!
- Hat meist wenig oder keine Einstellmöglichkeiten.

## 4 Realisierung

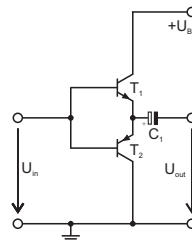
### 4.1 Vorverstärker

#### Schematics

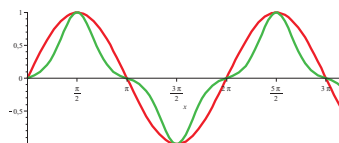


### 4.2 Endstufe

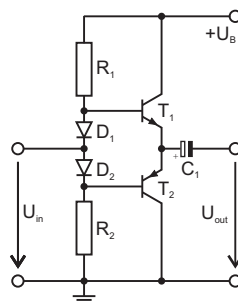
#### Schematics I: B-Betrieb



**Problem:** Spannungen unter  $0,7\text{ V}$  werden nicht verstärkt!



#### Schematics II: AB-Betrieb



**Download** der vollständigen Präsentation unter <http://download.daniel-menzel.de/uni/projektlabor/>

Passwort: kopernikus

letztes Update: 6. Mai 2009 12:51