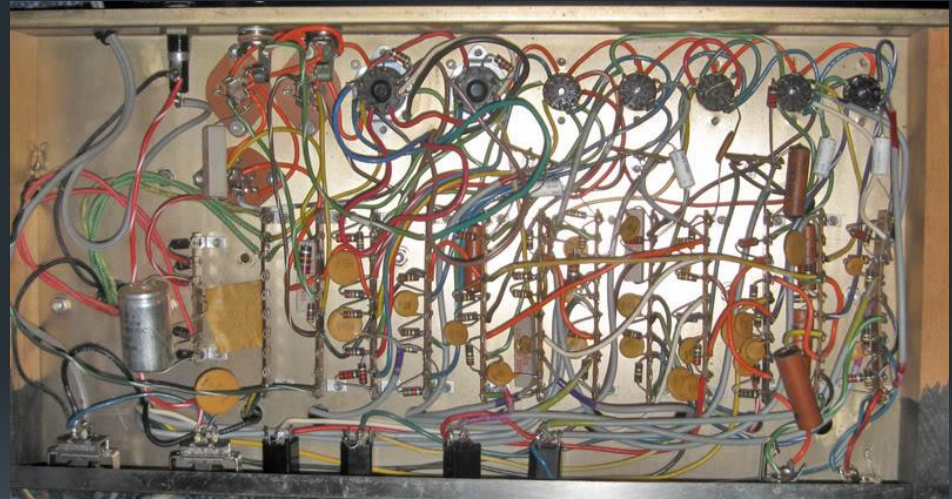


Verstärker

Funktionsweise und Klassen

PHY 250, Arno Gadola



Verstärker

Signal-Verstärker

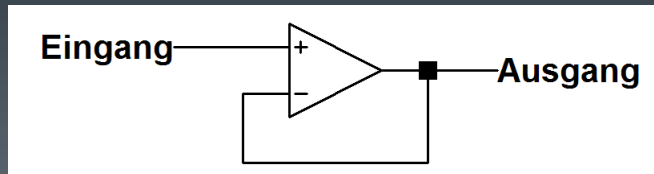
- Festplatte (Magnetsignal), Messverstärker, Verstärker für Sensoren, etc.

Audio-Verstärker

- Radiowecker <1 W
- Konzert Soundanlagen 50 bis >135'000 (Stadion St. Jakob-Park)
- Telefon, Handy (Lautsprecher), Hörgeräte

Verstärkung = Leistungsverstärkung (und nicht nur Spannungsverstärkung)

Impedanzwandler ($G=1$)



Klassen bezeichnen die technische Implementation:

Klasse	Technik	Theoretischer Wirkungsgrad	Anwendung
A	Emitterfolger	7-50%	Audio
B	Push-pull	78%	Megafon, Sprache
AB	Push-pull	50-78%	HiFi
D	Digital (PWM)	100%	Handy, aktive Lautsprecher
C, E, F, G, H		$\leq 100\%$	Hochfrequenz

Problem:

Elektrische Leistung wird nur um ca. 0.1-40% in akustische Leistung umgesetzt. Der Rest wird in Wärme umgewandelt (Spule/Lautsprecher).

Verstärker (Audio)

4



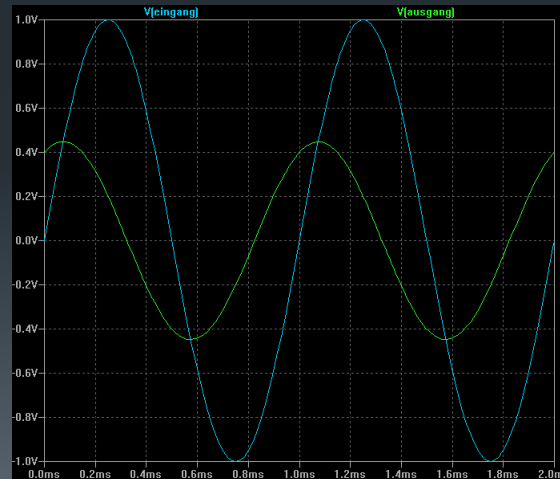
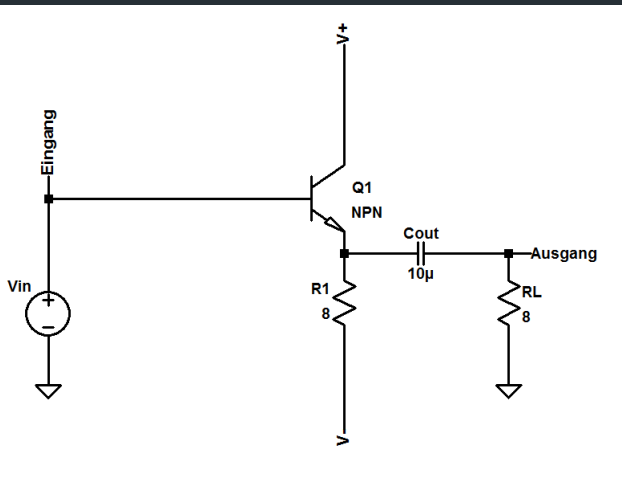
Röhren-Technik (Klasse A)
Sehr gute Audioqualität
20 kg
2*55 W
BxHxT 430x180x270mm



FET-Technik (Klasse D)
Gute Audioqualität
3.3 kg
2*540 W
BxHxT 482x44x215mm

Verstärker Funktionsweise: Klasse A

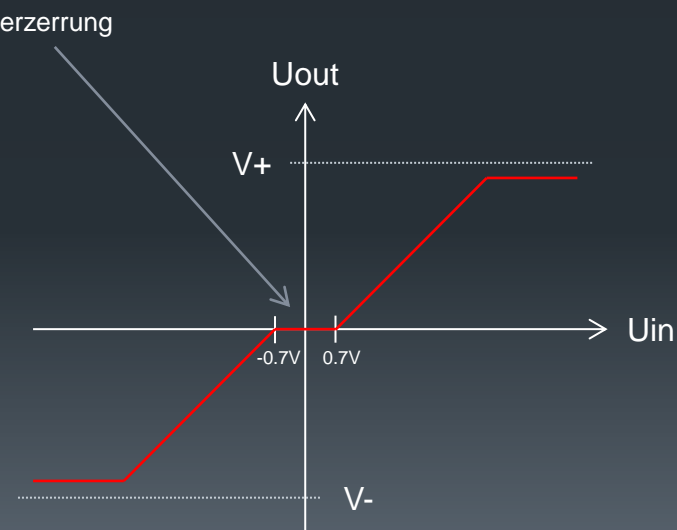
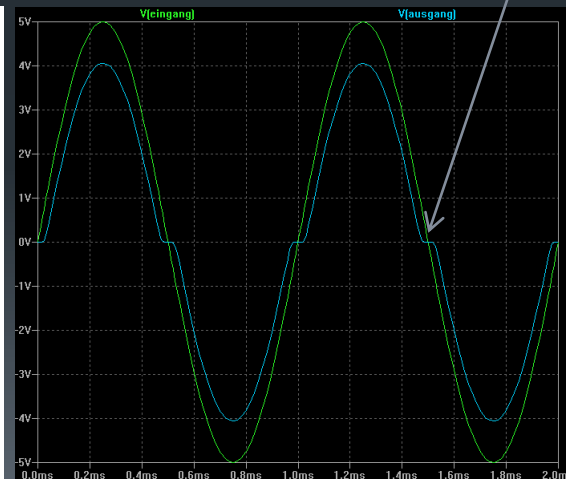
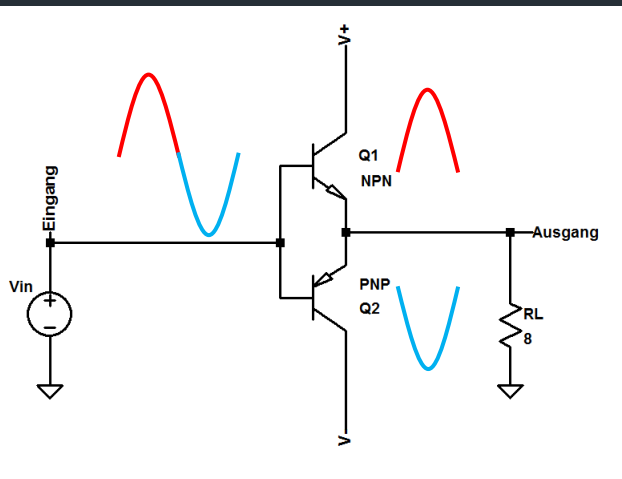
- Ein Transistor der immer leitet (z.B. Emitterfolger)
- ☹️ Hoher Ruhestrom (braucht gut Kühlung = gross)
- ☹️ Ausgangsstrom ist limitiert durch Emitter-Widerstand
- ☹️ Leistungsanpassung erforderlich
- 😊 Kleinste Verzerrungen (bester Klang)



Verstärker Funktionsweise: Klasse B

Zwei Transistoren in Gegentaktschaltung (Push-Pull)

- ☹️ Übernahmeverzerrung (beide Transistoren sperren um $U_{in} < \pm 0.7V$)
- 😊 Keine Leistungsanpassung von R_L nötig

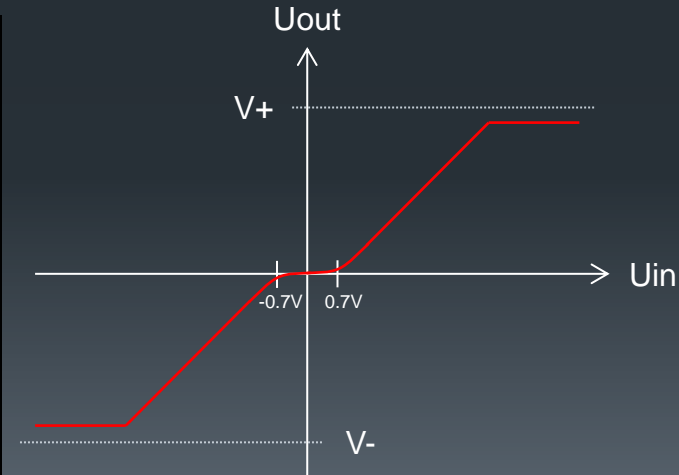
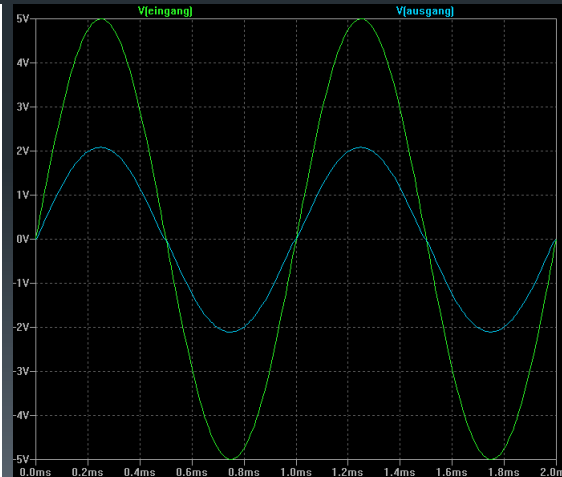
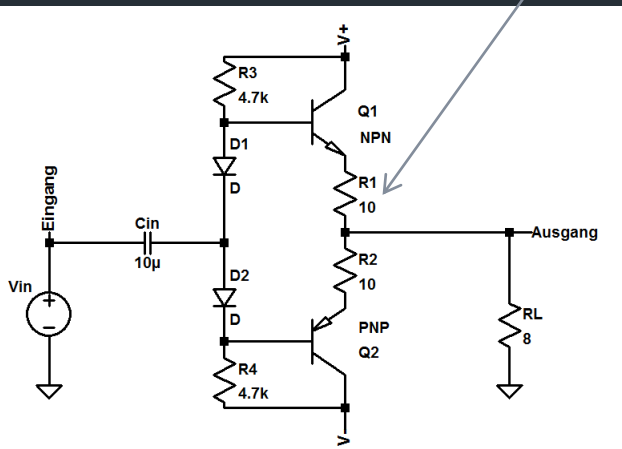


Verstärker Funktionsweise: Klasse AB

Zwei Transistoren in Gegentaktschaltung (Push-Pull)

- 😊 Kleiner Ruhestrom
- ☹️ Kleine Übernahmeverzerrung

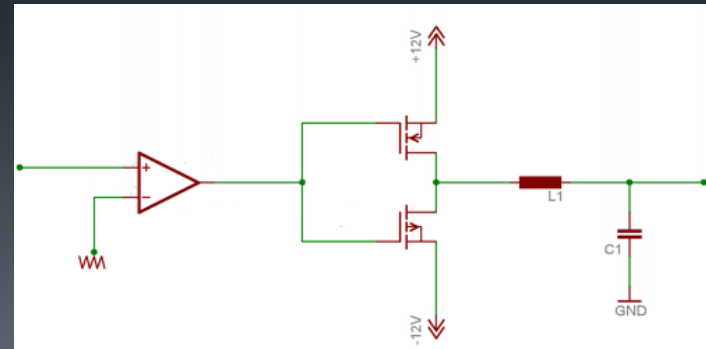
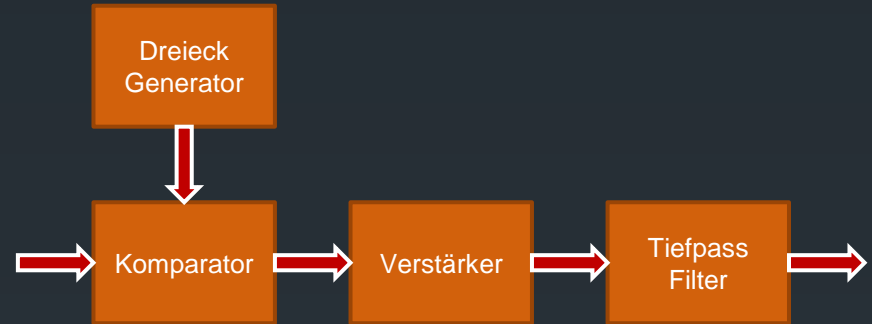
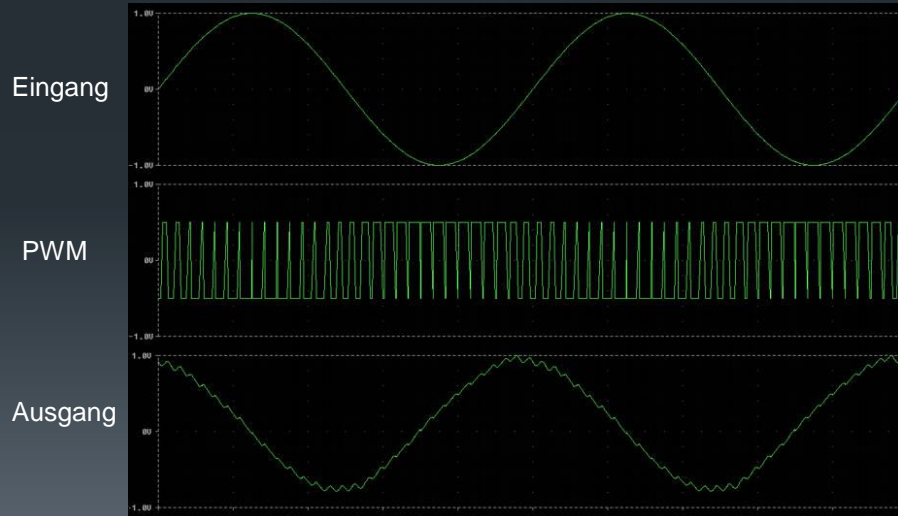
Stromgegenkopplung = Arbeitspunktstabilisierung ($R1$, $R2$)



Verstärker Funktionsweise: Klasse D

Pulsweitenmodulation (PWM) mit Tiefpass

- 😊 Kein Ruhestrom, Transistoren arbeiten als Schalter
- 😊 Erlaubt sehr kleine Bauweise
- 😊 Sehr hoher Wirkungsgrad
- 😊 Keine Kühlung nötig



Verstärker Funktionsweise: Brückenschaltung

Vervierfachung der Ausgangsleistung mit zwei Verstärker: $P = \frac{U^2}{R_L}$

