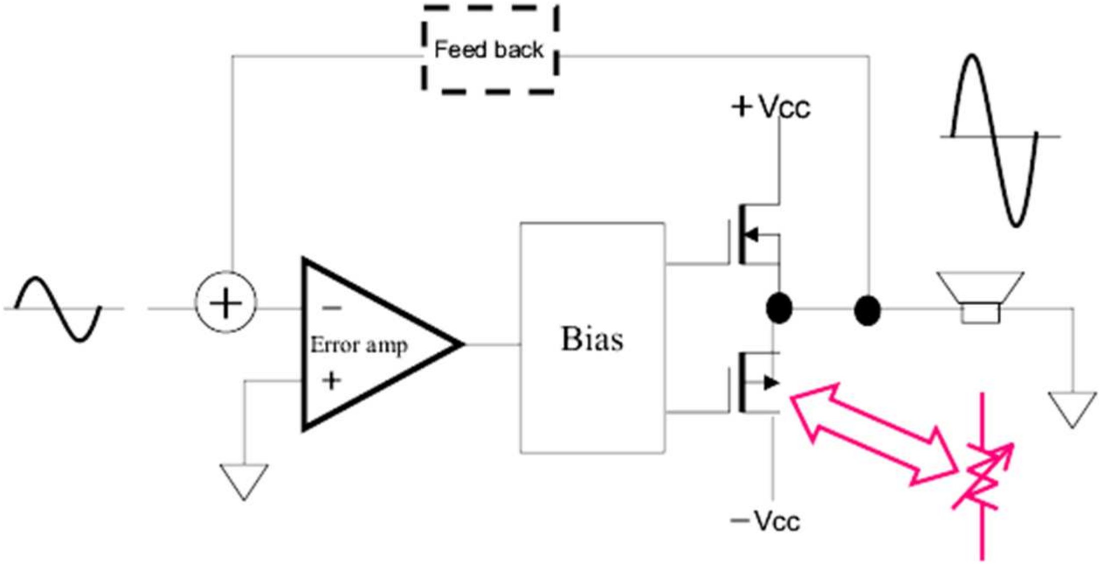
# Verstärkertechniken im Vergleich: class a/b < = > class d

Dipl. Ing. Hubert Reith - HiFiAkademie


Class d:

- Erste Patente aus 1946
- Erster Bausatz aus 1964

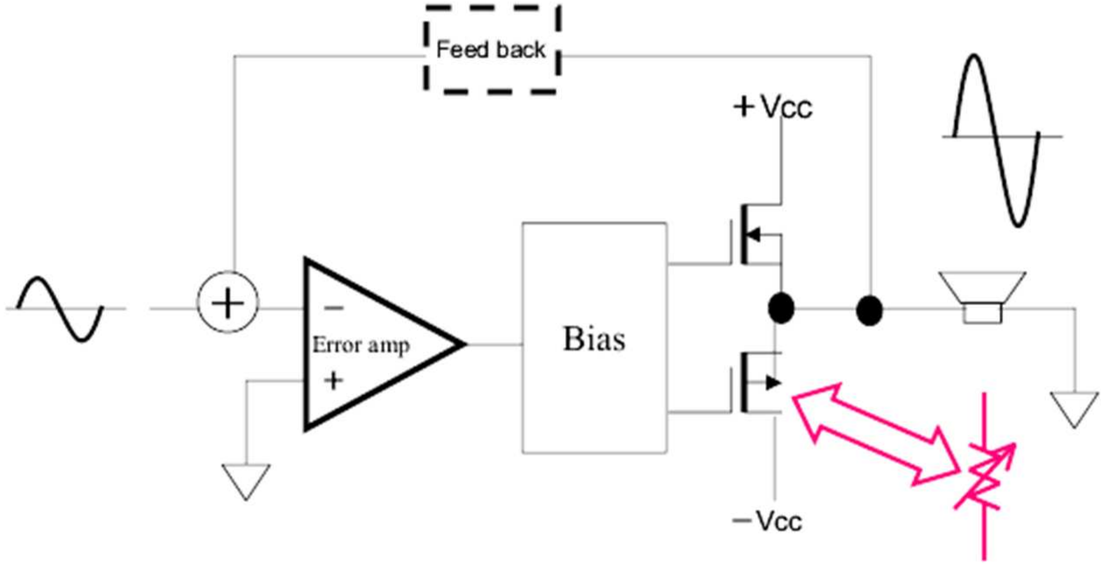
Mark Levinson spricht von ersten PWM-Verstärkern aus 1932




Klassischer Verstärker:

Ausgangsstufe mit bipolaren Transistoren, FET, Röhre.

Transistoren/Röhren wirken als steuerbarer Widerstand nach +-Versorgung.




Beispiel:

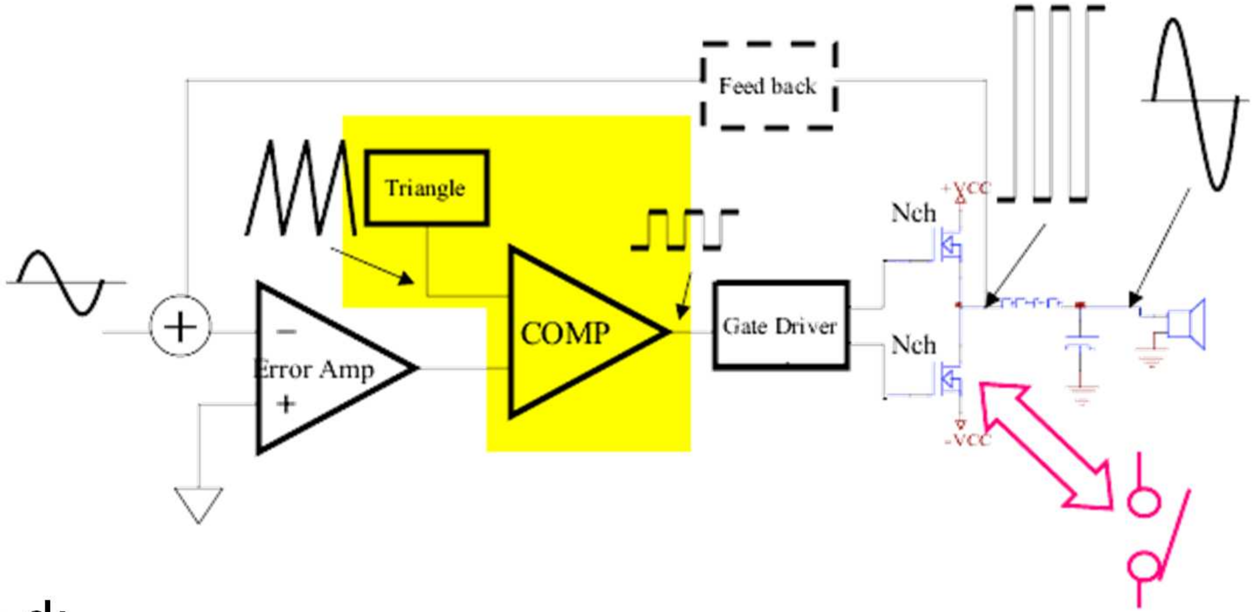
Vcc = +-55V ; Rl = 5Ohm

Ul = 5V ; I = 1A

Pl = 5V * 1A = 5W

Pv = 50V * 1A = 50W

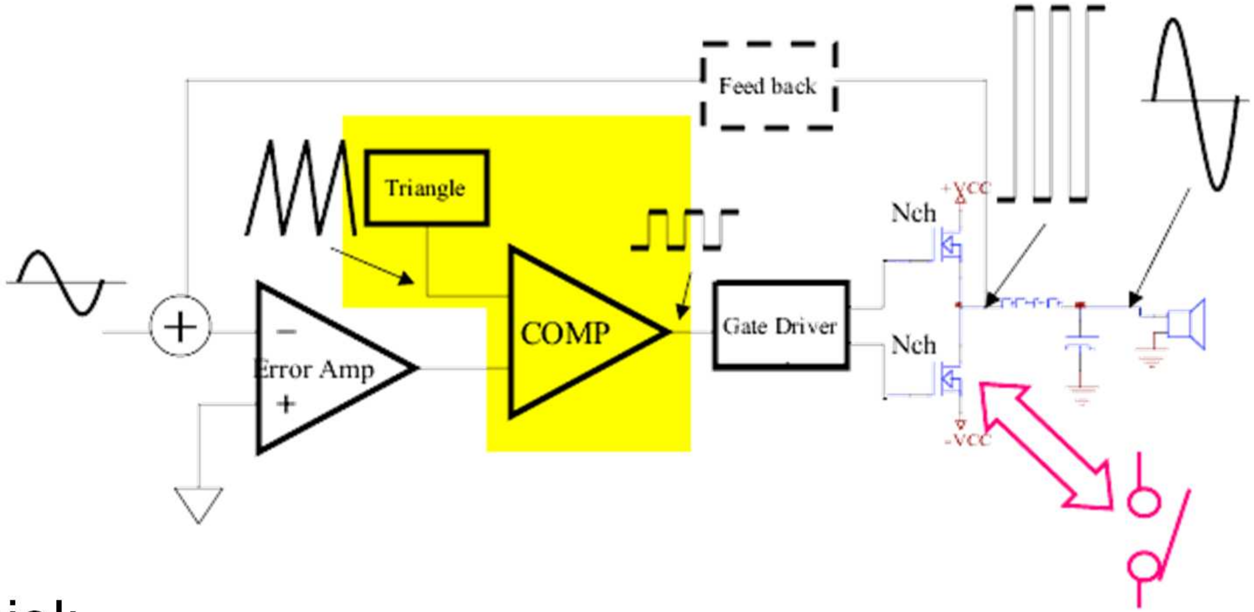
Pz = 55W




Class d:

Ausgangsstufe mit FET.

Transistoren wirken als Schalter nach +-Versorgung.




Beispiel:

Vcc = +-55V ; Rl = 5Ohm

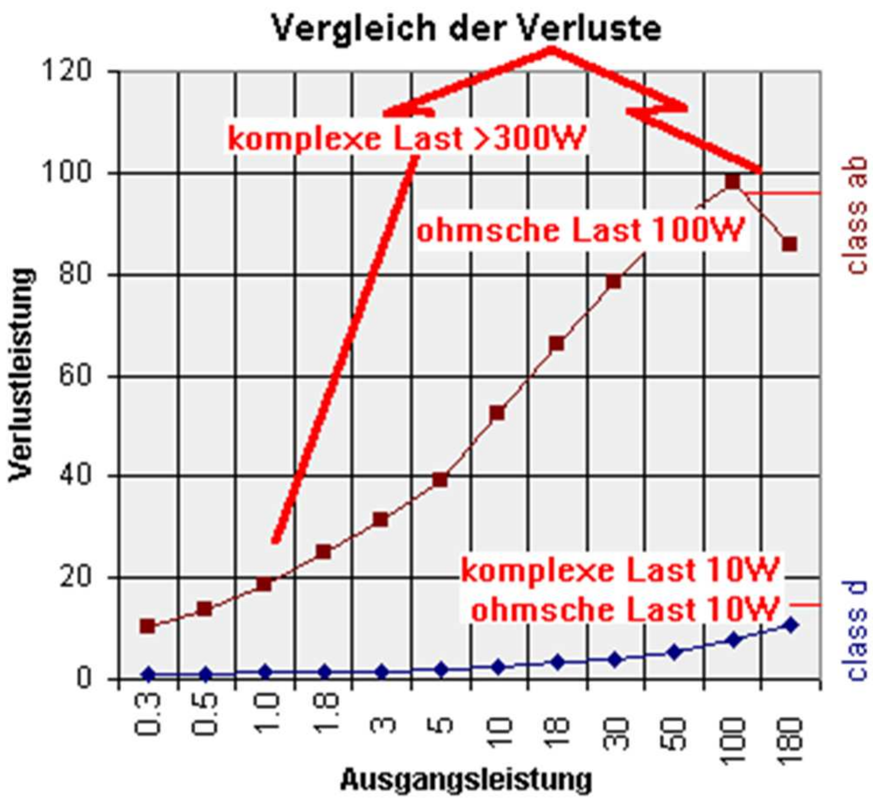
Ul = 5V ; I = 1A

Ron = 20mOhm

Pl = 5V * 1A = 5 W

Pv = 1A^2 * 20mOhm = 0,02W

Pz = 5,02W




klassischer Amp =>
- hohe Verluste an ohmscher Last, extreme Verluste bei komplexer Last

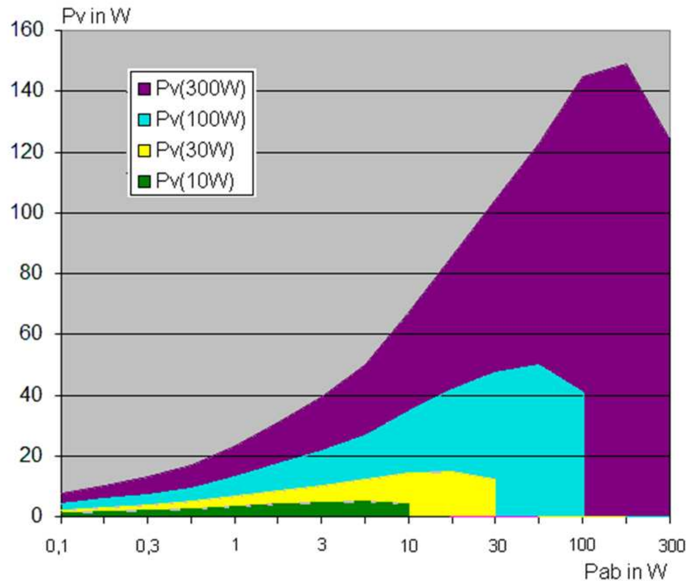
class d =>
- niedrige Verluste, unabhängig vom Phasenwinkel der Last.

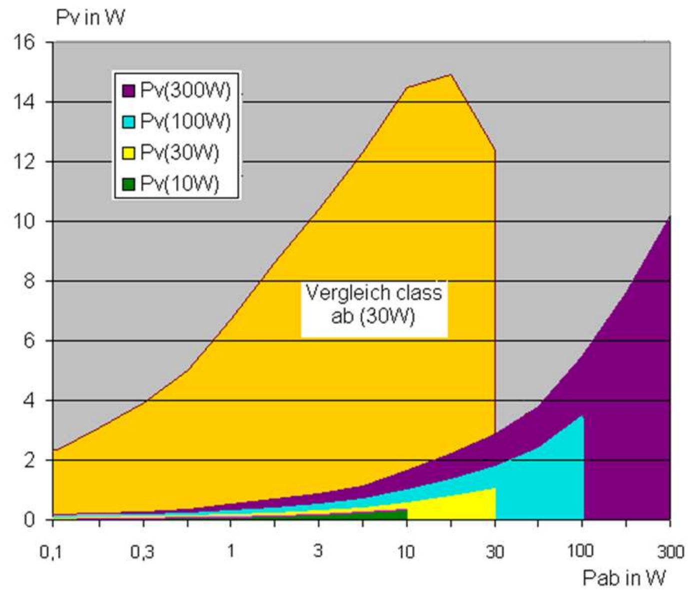
Stabilität:

klassischer Amp =>
- Schwingneigung bei komplexen Lasten, komplexe Schutzschaltung notwendig.

class d =>
- meist extrem unabhängig von der Last, nur Strommessung notwendig

# Verlustleistung 8/20




klassischer Amp =>

je höher die Maximalleistung desto schlechter die Effizienz

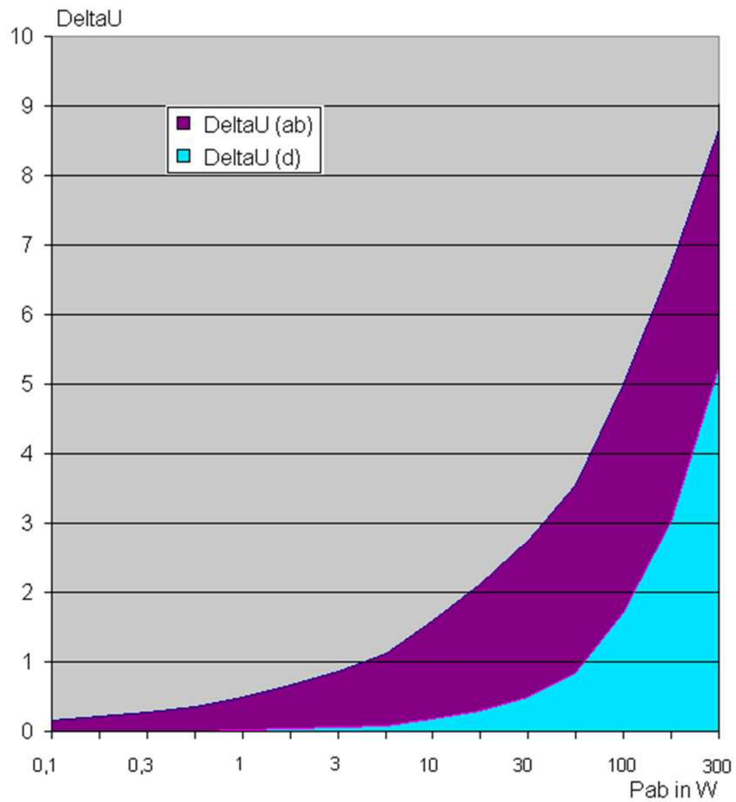
auch bei kleinen Ausgangsleistungen hohe Verlußte

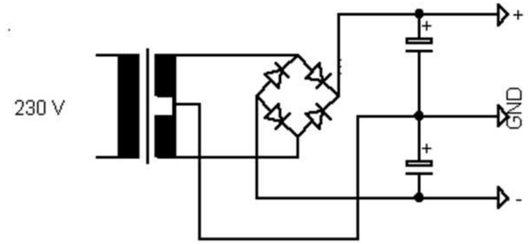
class d =>

auch bei hohen Maximalleistungen sehr gute Effizienz

in der Praxis Begrenzung durch endliche Schaltzeiten und Restwiderstände

# Ripple 9/20




klassischer Amp =>

starke Schwankung der Versorgung

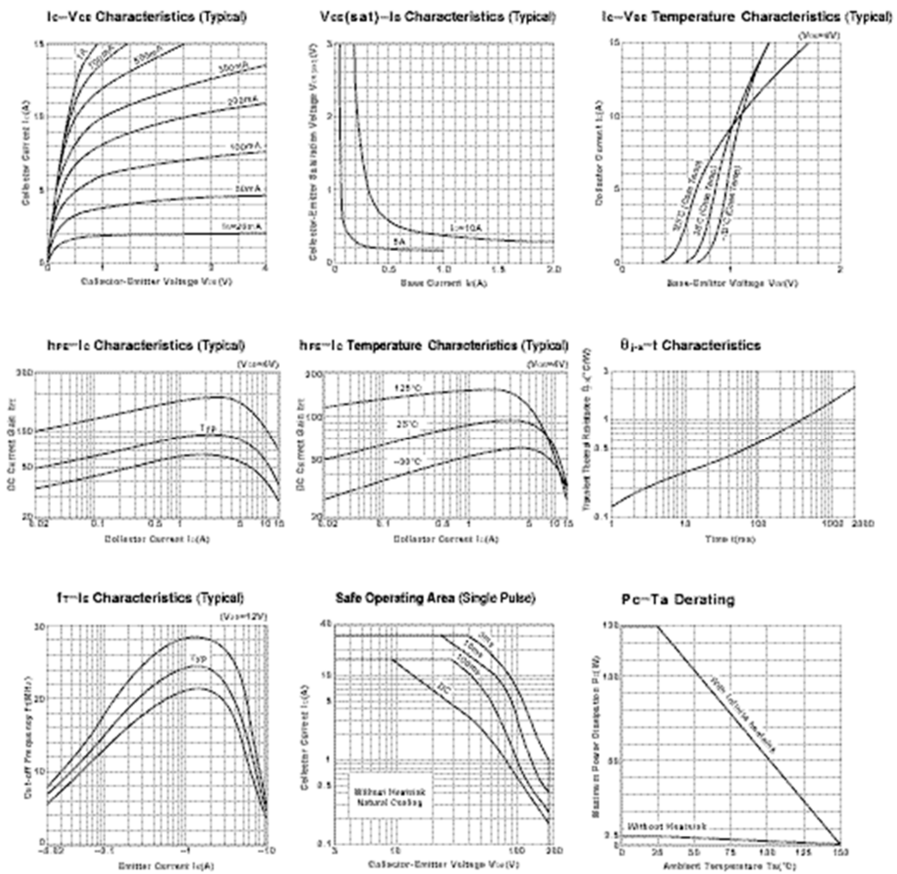
auch bei kleinen und mittleren Abgabeleistungen

class d =>

wesentlich geringere Schwankung der Versorgung

bei kleinen und mittleren Leistungen nur 1/100..1/10

kleineren Elkos, stabilere Versorgung



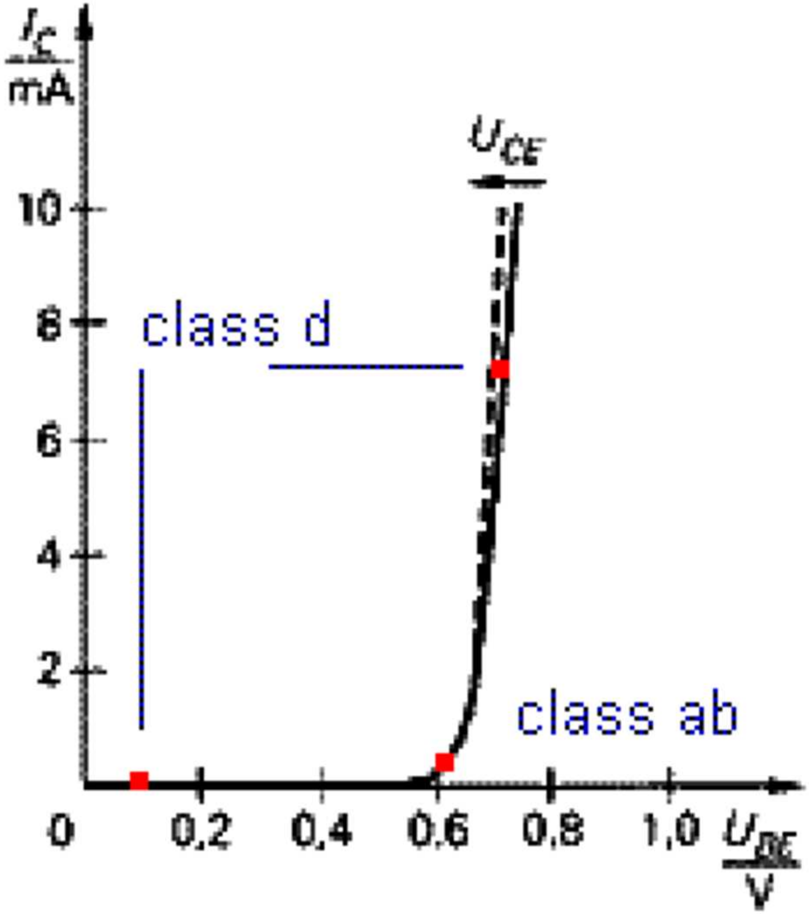

Transistor-Kennlinie:

Quadrat- oder E-Funktion als Übertragungskennlinie.

Alle Parameter vom Arbeitspunkt, Temperatur.... abhängig.

Starke Streuung.

N/P-Typen nur begrenzt vergleichbar

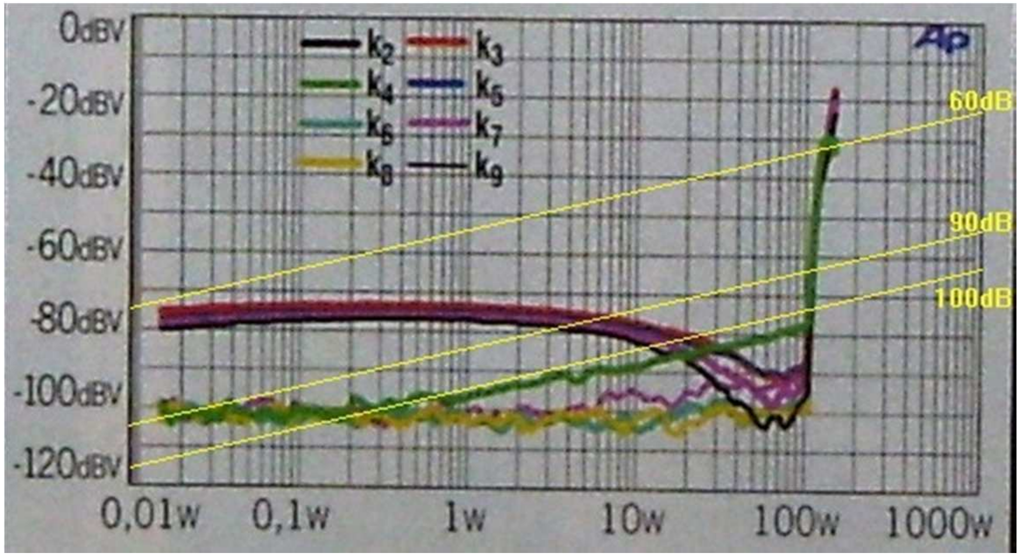



Arbeitspunkt:

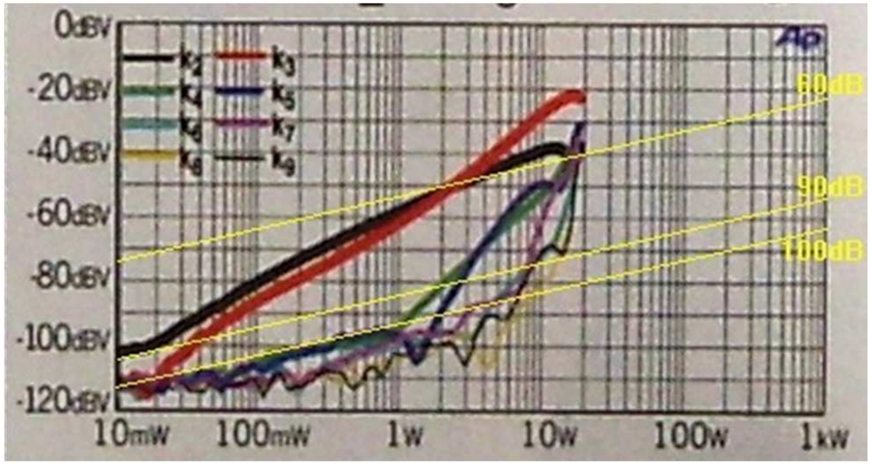
klassischer Amp =>
- im Knick, relativ hoher Ri, sehr unlinear

class d =>
- an den Enden, relativ niederohmig, sehr linear

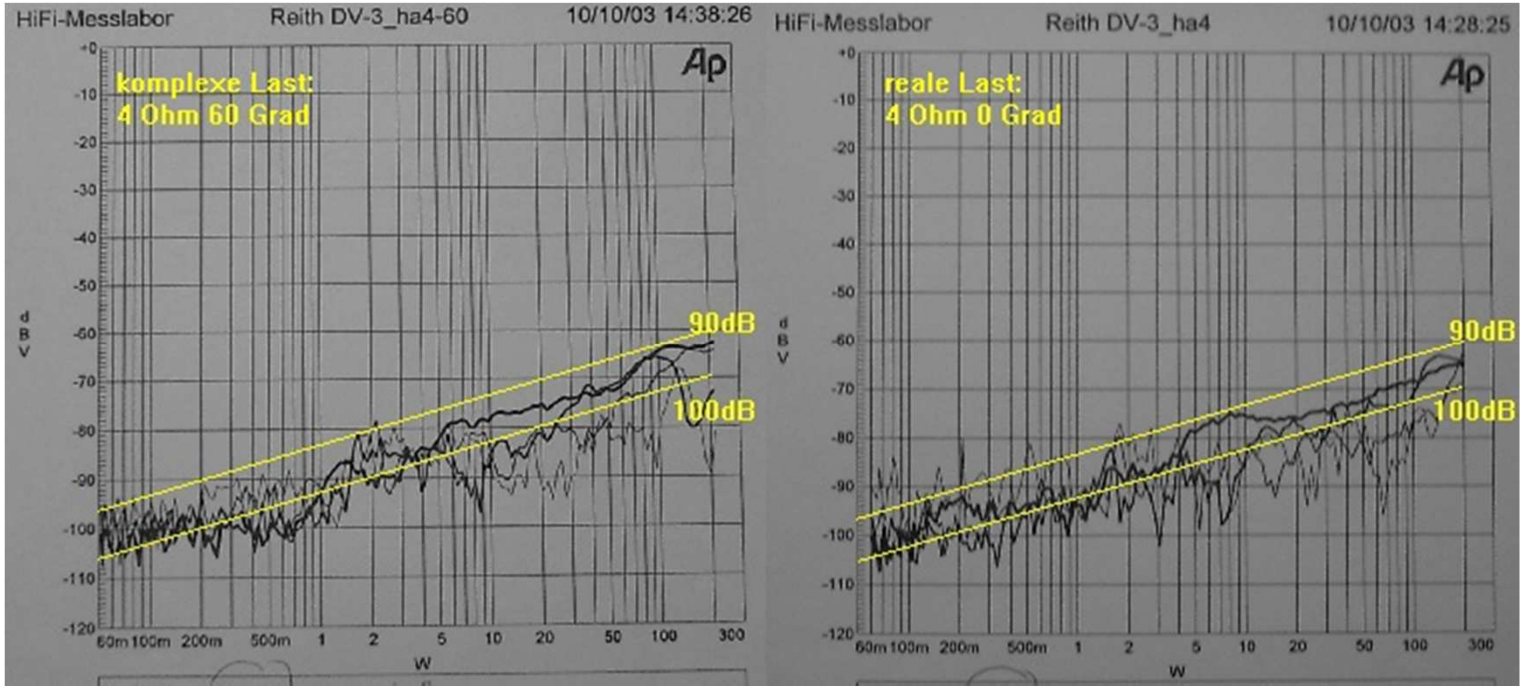
Klassischer Amp => meist zu höheren Leistungen fallend



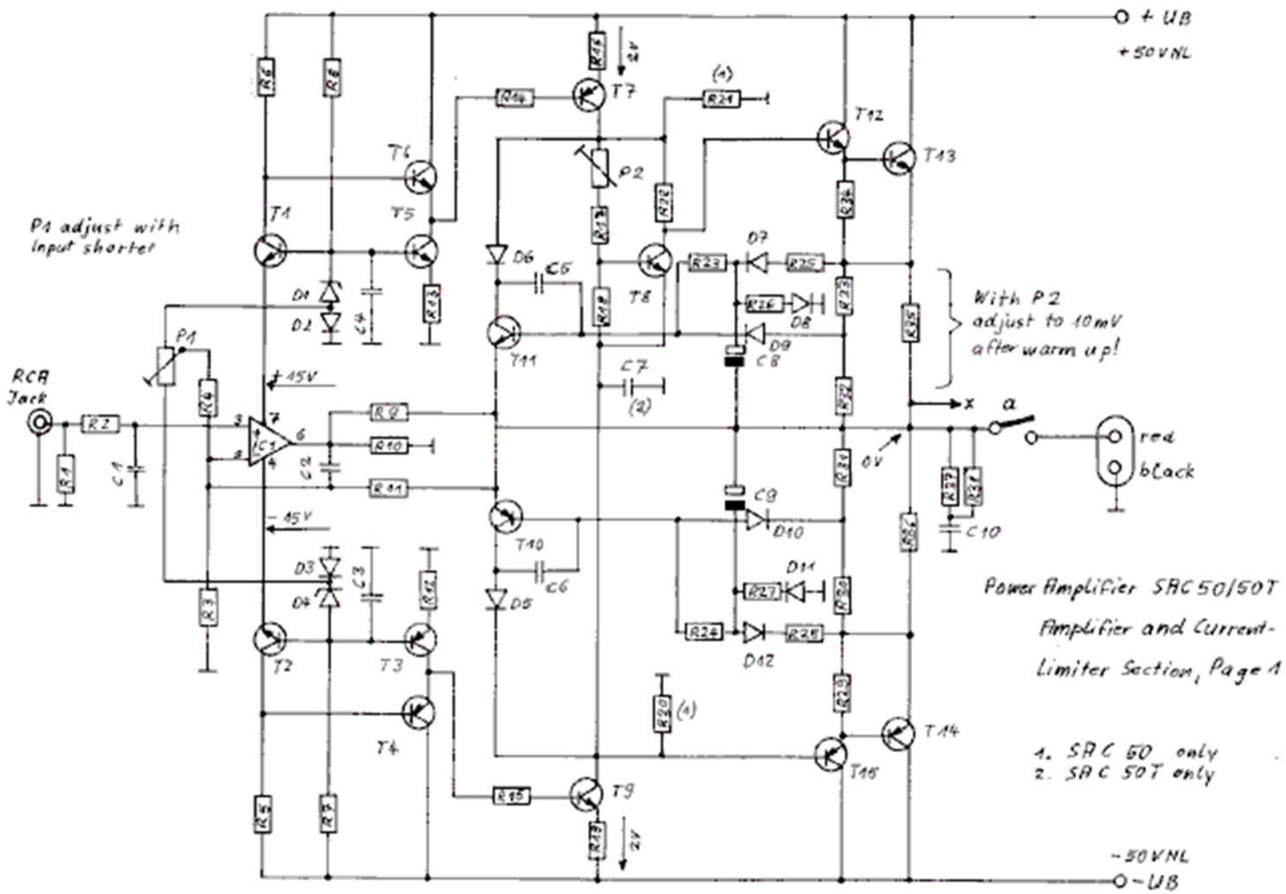

Röhre => deutlich steigend



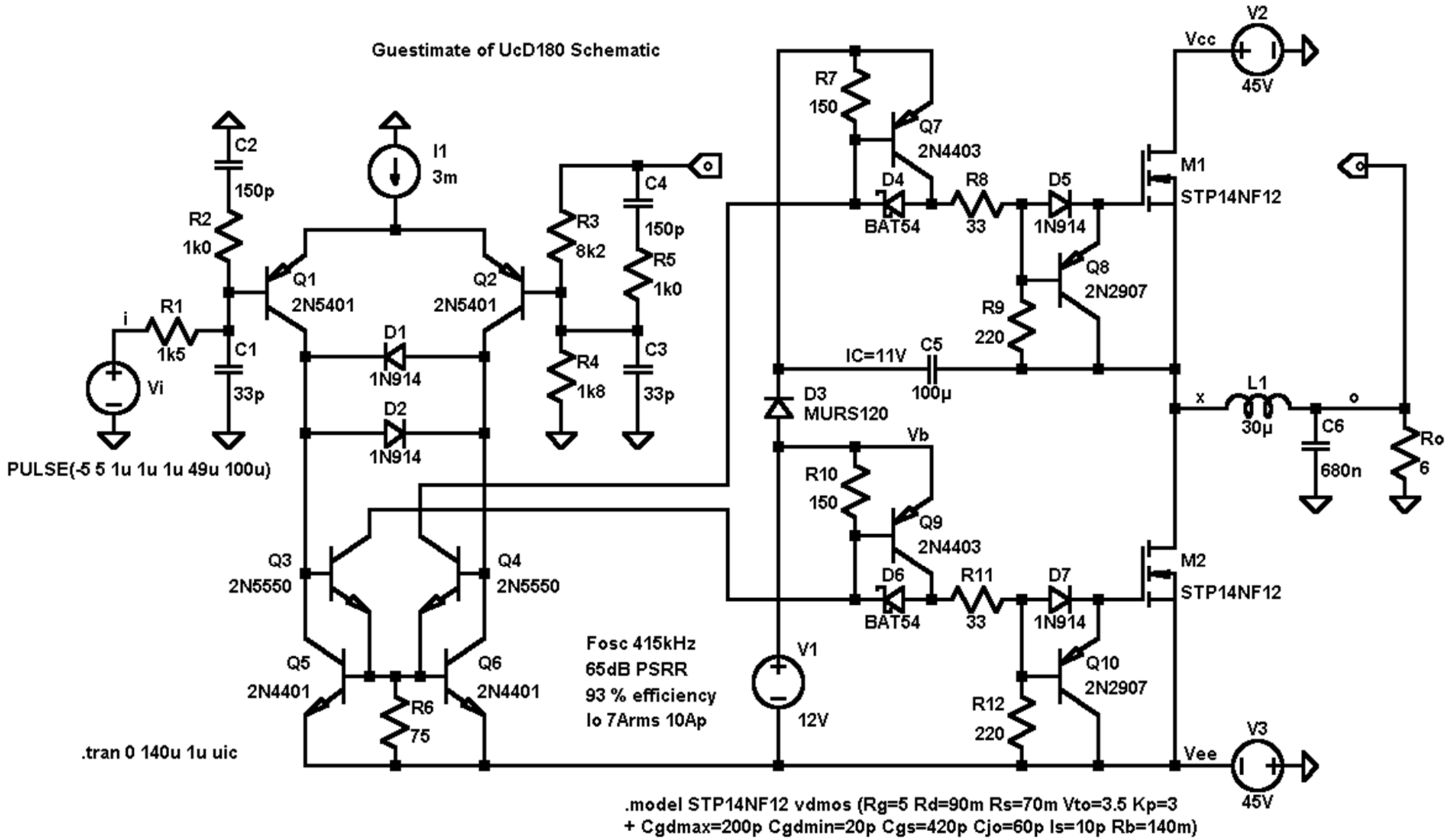
Class d => relativ unabhängig von der Aussteuerung



# Schaltplan class a/b 14/20

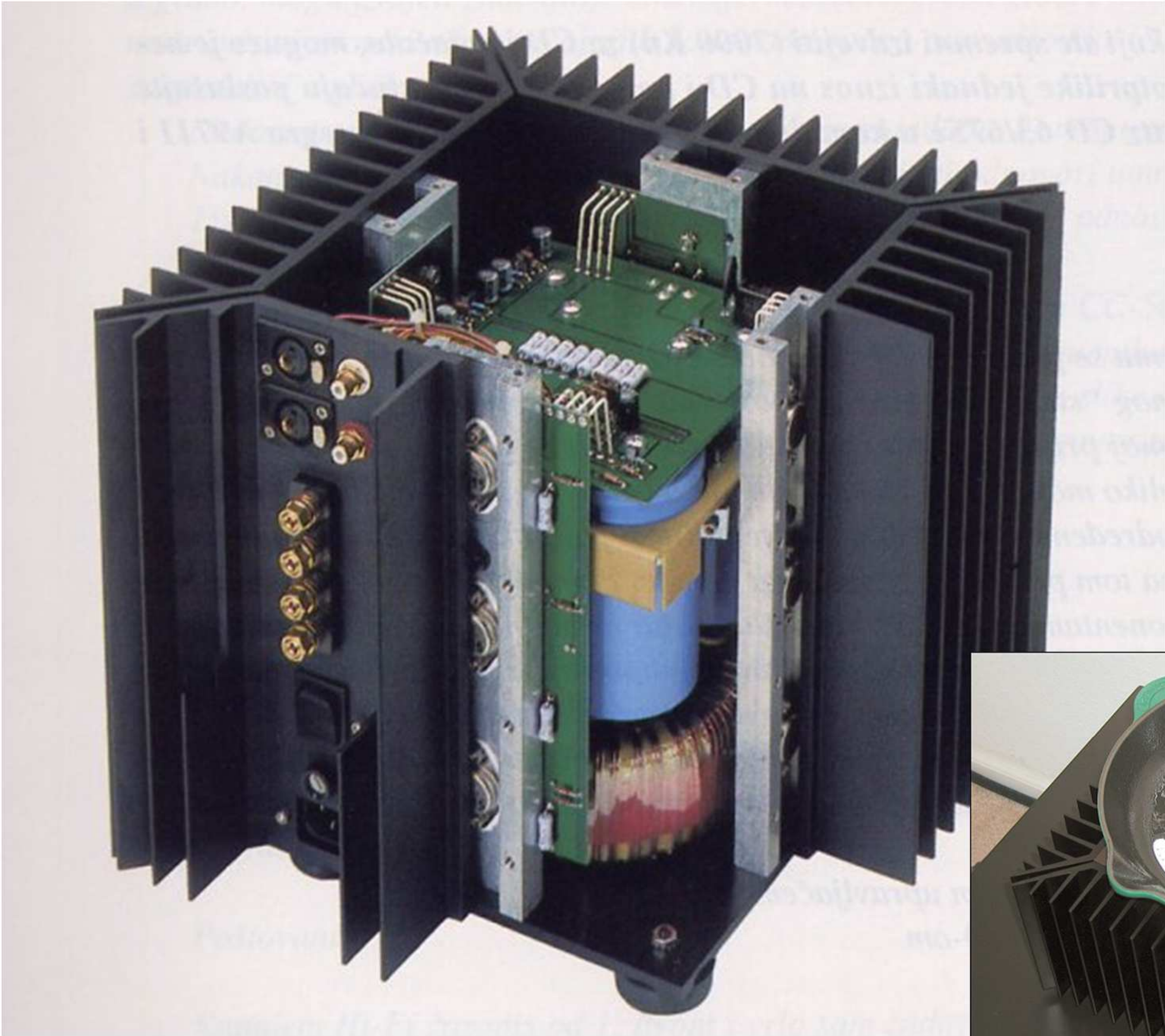



Aufbau klassischer Amp




Aufbau class d

# Beispiel class a 16/20

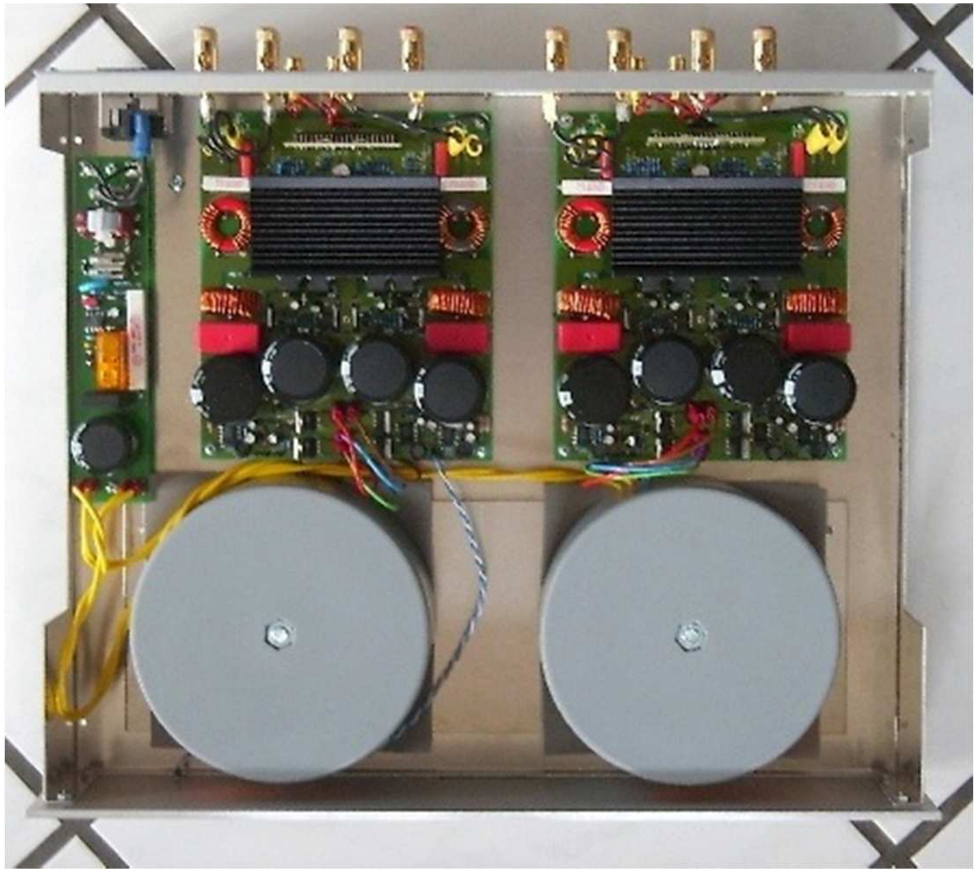


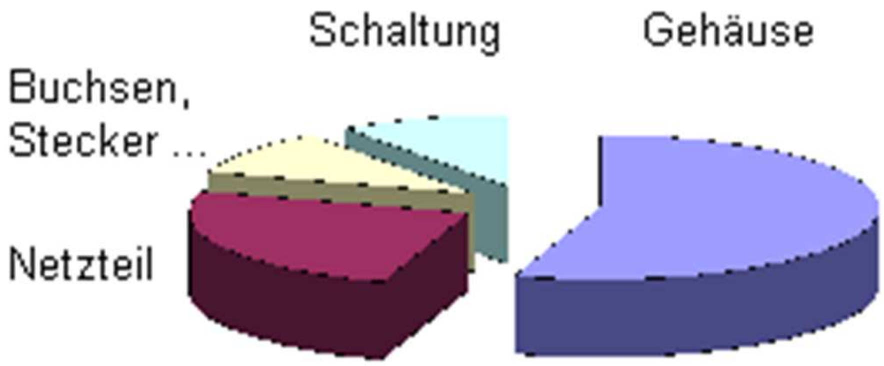
Pab = 2x60W

Pz = 250W

Pab = 2x250W; 4x250W

Pz = 12W ; 24W






Kosten:

wichtigster Kostenfaktor ist NICHT die Elektronik.

Verstärkerschaltungen lassen sich für wenige 10.-EUR aufbauen.

bei class-d kann Gehäuse und Netzteil preiswerter ausfallen

Keine Nachteile?

- Ausgangsfilter notwendig
- HF-Design notwendig
- EMV
- kein Gewichts-HiFi

HIFI Akademie.de

DANKE

Dipl. Ing. Hubert Reith
HiFiAkademie