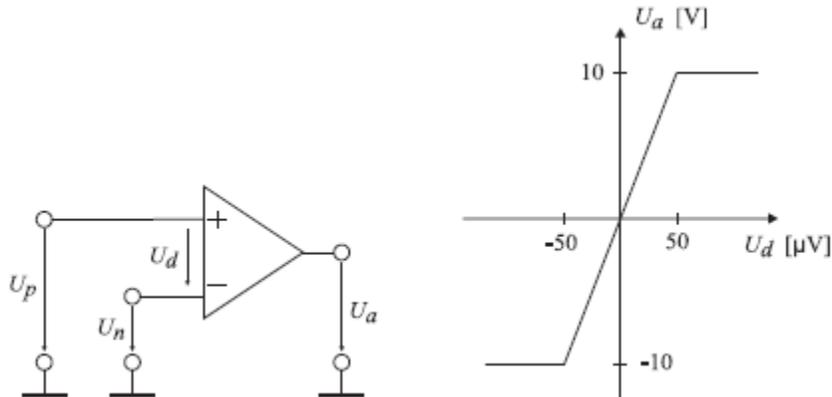


**Referat: Operationsverstärker**

Allgemein:

- Spannungsverstärker mit einer hohen Verstärkung ( $>10^5$ )
- Benötigt positive und negative Versorgungsspannung
- Besitzt jeweils einen invertierenden und nicht invertierenden Eingang
- Ausgangseitig lassen sich Spannungen beliebiger Polarität erzeugen
- Innerhalb des Aussteuerbereich gilt linearer Zusammenhang für die Ausgangsspannung:  
 $U_a = V \cdot U_d$
- Anwendungen: Regler, Tiefpaß, Verstärker



Schaltbildsymbol und Kennlinie eines unbeschalteten OPVs für  $V=2 \cdot 10^5$ ,  $+10/-10$  V (Quelle: Adele Script, S.2)

Idealer OPV	Eigenschaft	Realer OPV
$\infty$	Eingangswiderstand ( $R_{ED}$ ) (differenziell)	bipolar $\approx M\Omega$ FET $\approx G\Omega$
0	Ausgangswiderstand ( $R_A$ )	$\leq 200 \Omega$
$\infty$	Leerlaufverstärkung ( $V_0$ ) (open loop gain)	$10^4$ bis $10^5$
$\infty$	Gleichspannungsunterdrückung (Common Mode Rejection Ratio CMRR)	$10^4$ bis $10^{10}$
linear	Frequenzverhalten	Tiefpassverhalten
$-U_B$ bis $+U_B$	Aussteuerbereich	$\approx 3$ V weniger als $U_B$
0	Betriebsspannungsdurchgriff	vorhanden
nicht vorhanden	Temperaturabhängigkeit	vorhanden
nicht vorhanden	Alterungsverhalten	vorhanden

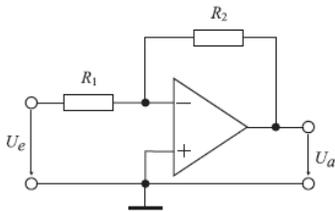
Vergleich der realen mit den idealisierten Eigenschaften eines OPVs (Quelle: Adele Script S.13)

## Betriebsarten und Grundschaltungen

1. Ohne Rückkopplung als Komperator
2. Mit Rückkopplung zur Realisierung von Verstärkern
3. Mit Rückkopplung zur Realisierung von Schmitttriggern

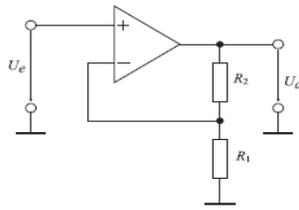
### Typische OPVs mit äußerer Beschaltung

*Invertierender Verstärker:*



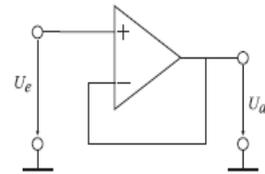
$$V = -\frac{R_2}{R_1}$$

*Nicht invertierender Verstärker:*

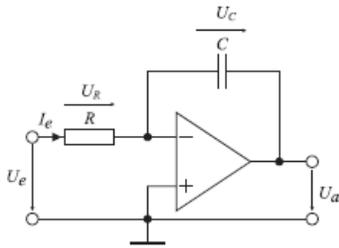


$$V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

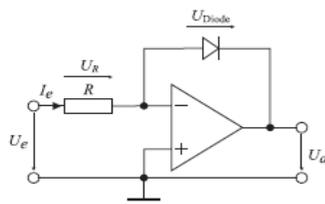
*Impedanzwandler:*



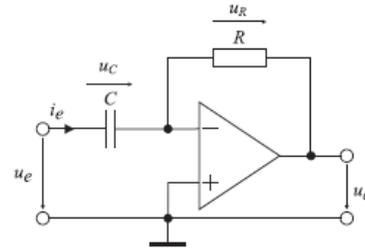
$$V = 1$$



$$V = -\frac{1}{j\omega RC}$$

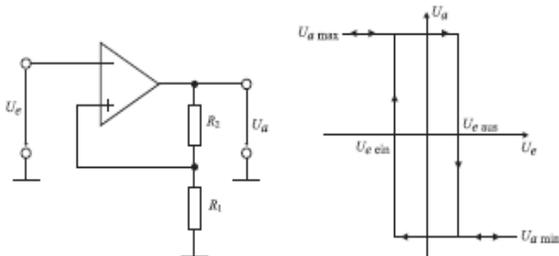


$$U_a = -U_T \ln \frac{u_e}{R I_s}$$



$$U_a = -RC \frac{du_e}{dt}$$

*Invertierender Schmitttrigger:*



Einschaltswelle:  $U_{e, \text{ein}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{a, \text{min}}$

Ausschaltswelle:  $U_{e, \text{aus}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{a, \text{max}}$

