

# Operationsverstärker

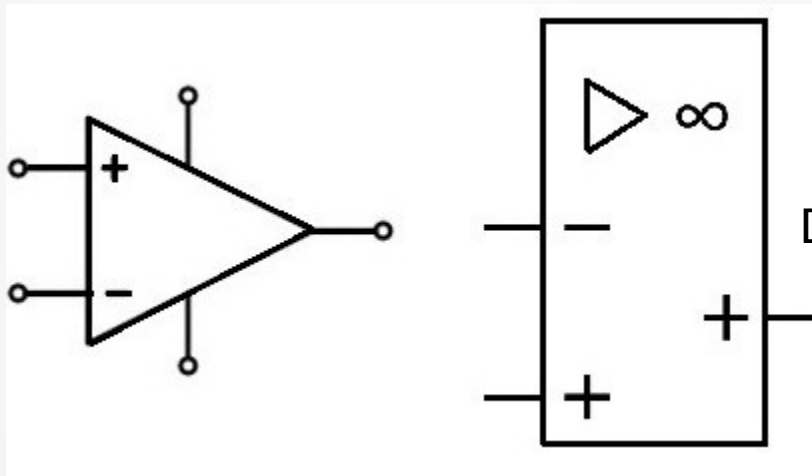
Jan Steffens  
Projektlabor SoSe 2013  
Operationsverstärker  
06.05.2013

# Gliederung

- Allgemein
- Geschichte
- Aufbau
- Rückkopplung
- Grundsaltungen
- Anwendungen
- Quellen

# Allgemein

- Elektr. Verstärker
- Hohe Spannungsverstärkung
- Ideal für mathematische Operationen
- Äußere Beschaltung bestimmt Funktion (später mehr)
- Schaltsymbole:

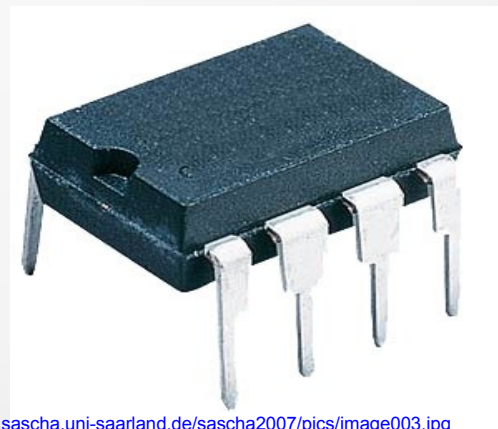


DIN 40900 Teil13

Quelle: <http://www.frustfrei-lernen.de/images/elektrotechnik/operationsverstaerker-symbol.jpg>  
(01.05.2013)

# Geschichte

- Erste OPV während des 2. WK
- OPV mit Transistoren 1947 → Operational Amplifier
- 1962 durch HL → kompletter OPV
- Seit Ende 60er Jahre elementar für Analogrechner ( $\mu\text{A}741$ )

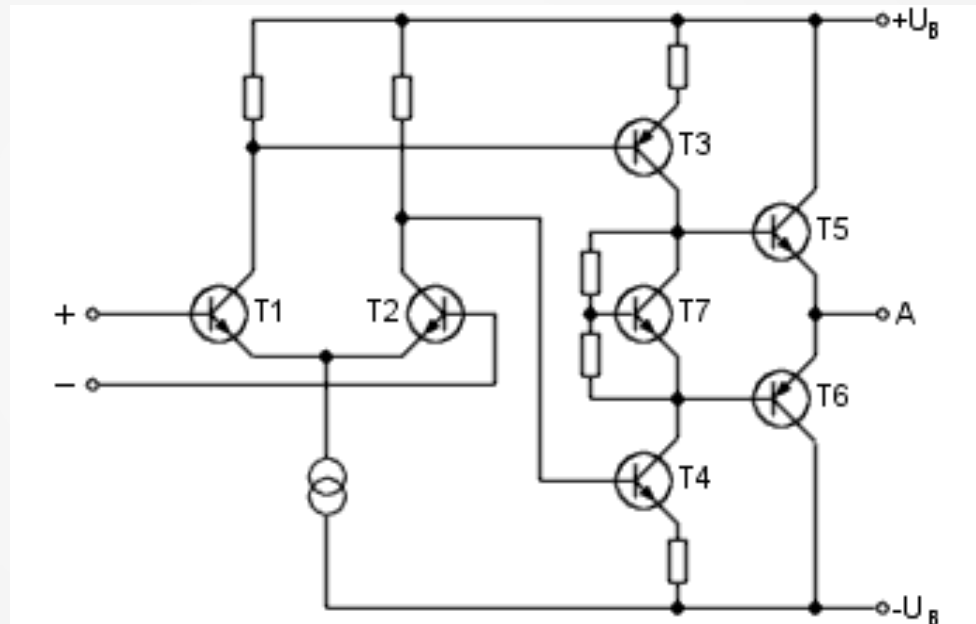


Quelle: <http://www.sascha.uni-saarland.de/sascha2007/pics/image003.jpg>  
(05.05.2013)

# Aufbau

Mehrere Verstärkerstufen:

- 1) Eingangsstufe
- 2) Treiberstufe
- 3) Endstufe

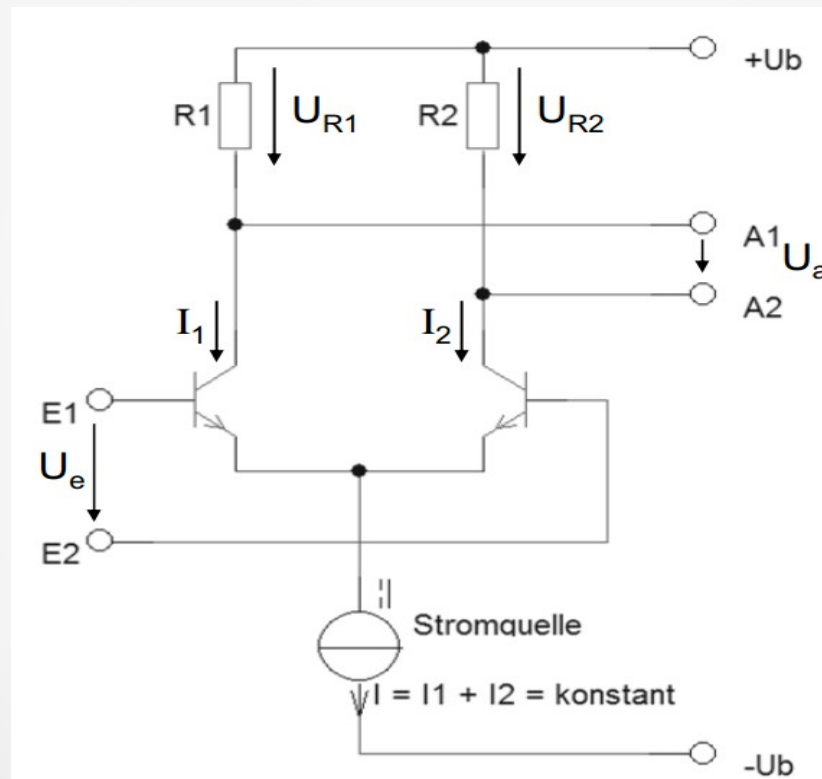


Quelle: [http://www.elektronikinfo.de/techpic/strom/op\\_prinzip.gif](http://www.elektronikinfo.de/techpic/strom/op_prinzip.gif)  
(01.05.2013)

# Aufbau

## 1) Eingangsstufe

### Differenzverstärker

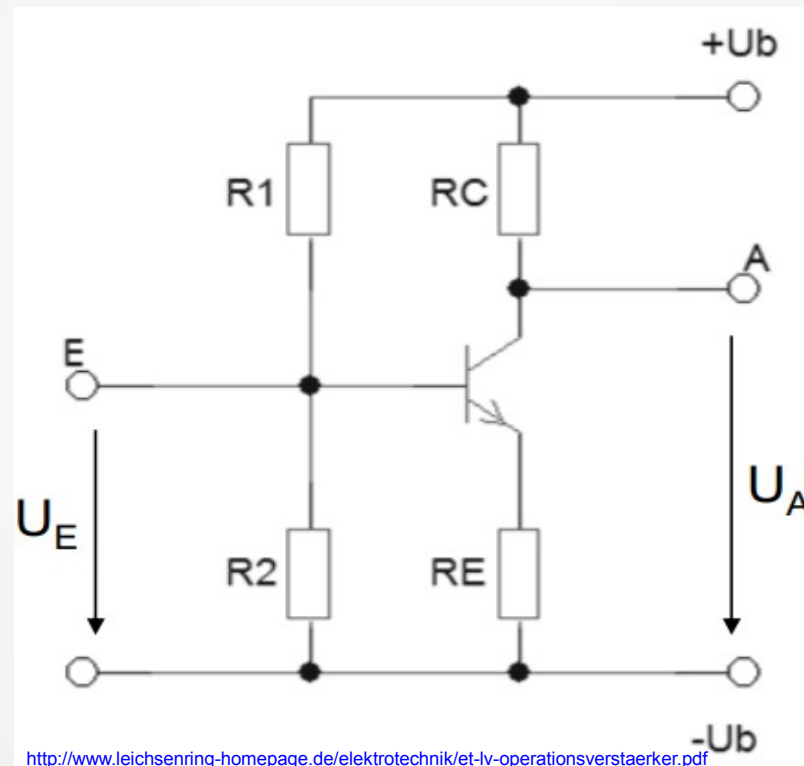


Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-lv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)

# Aufbau

## 2) Treiberstufe

### Spannungsverstärker

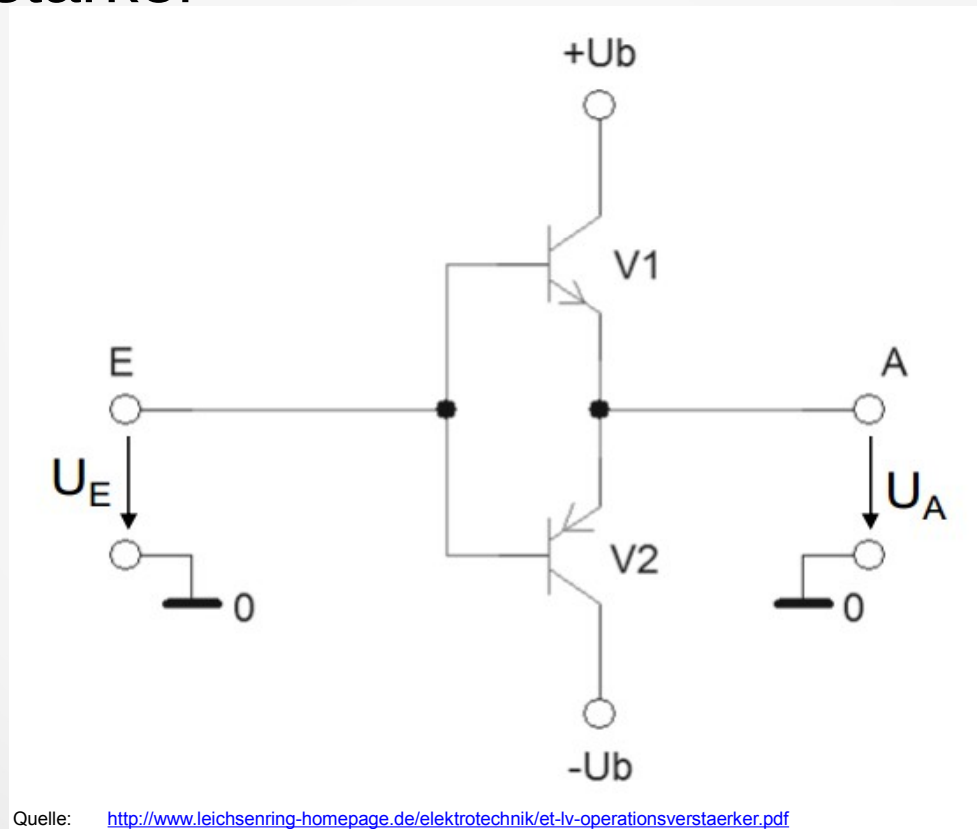


Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-lv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)

# Aufbau

## 3) Endstufe

### Gegentaktverstärker



Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-lv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)



# Rückkopplung

- Mitkopplung
  - Ausgang auf Nichtinvertierenden Eingang
- Gegenkopplung
  - Ausgang auf Invertierenden Eingang
  - $U_D \rightarrow 0$  („virtuelle Masse“)

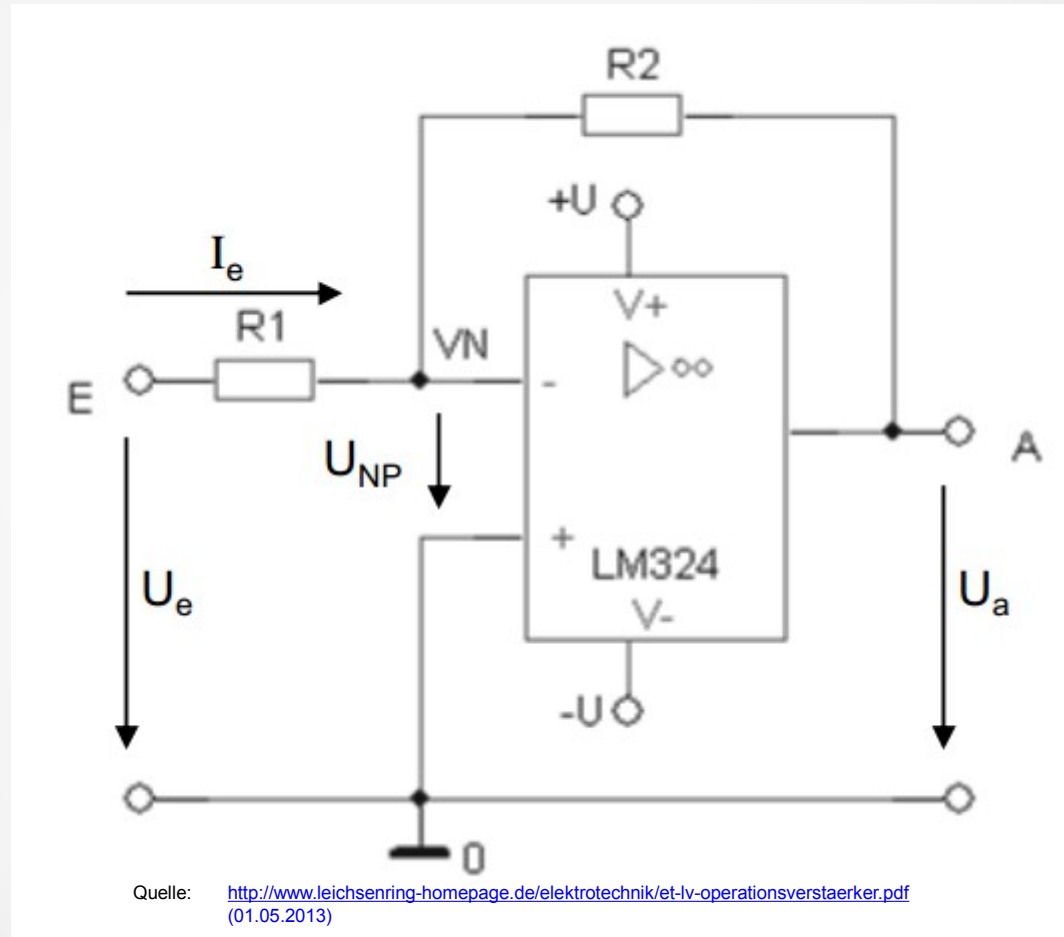
# Grundsaltungen

- 1) Invertierender Verstärker
- 2) Nichtinvertierender Verstärker
- 3) Addierender Verstärker
- 4) Subtrahierender Verstärker
- 5) Komparator

# Grundsaltungen

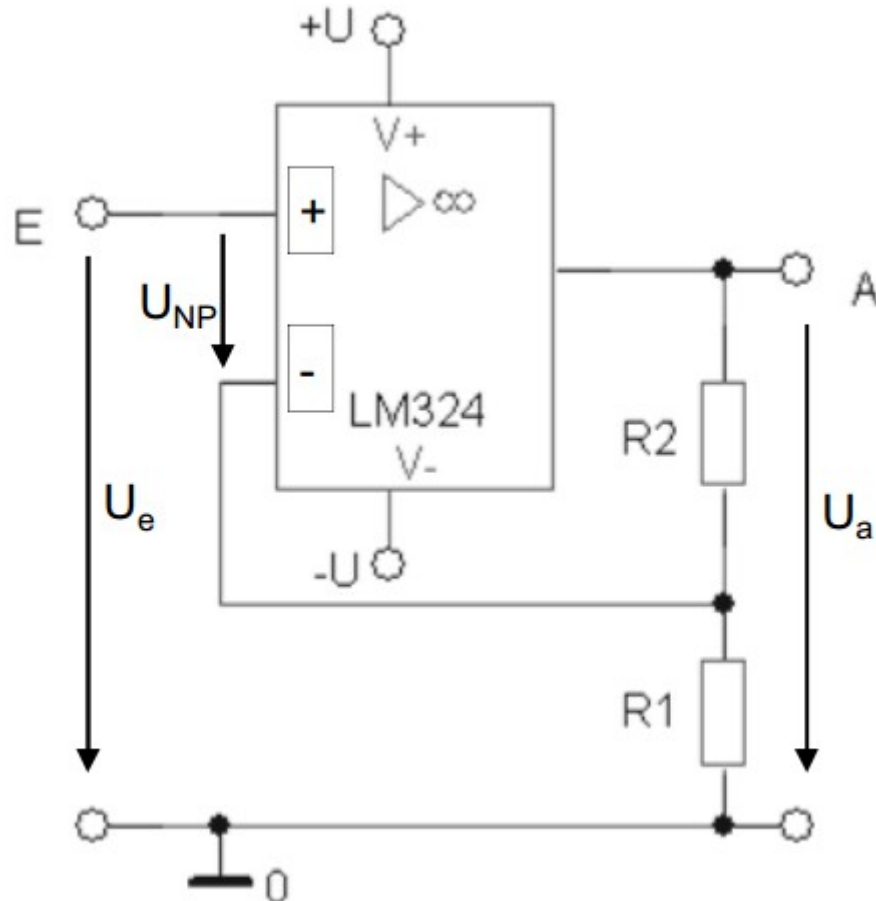
## 1) Invertierender Verstärker

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



# Grundsaltungen

## 2) Nichtinvertierender Verstärker

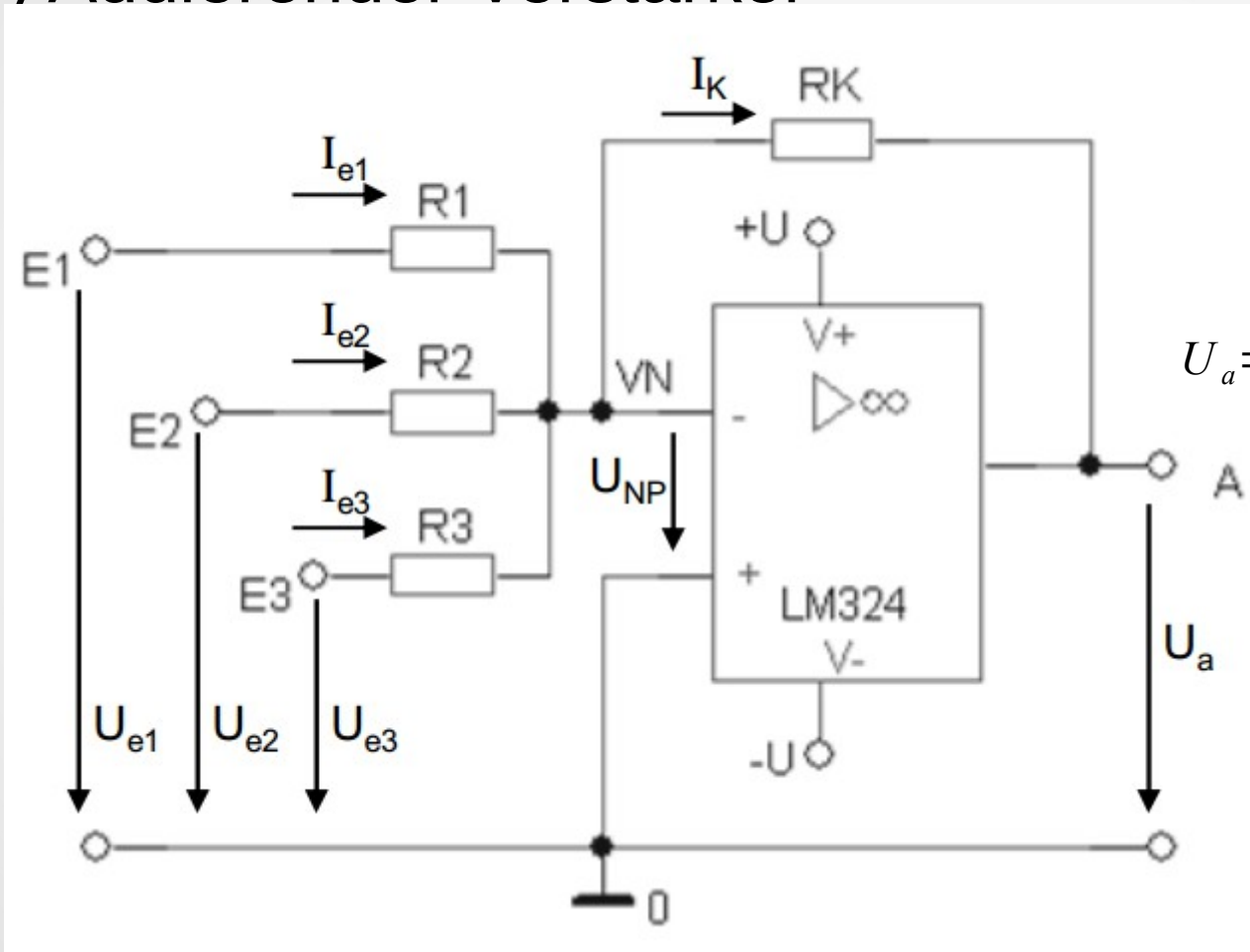


Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-lv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)

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

# Grundsaltungen

## 3) Addierender Verstärker



$$U_a = -R_K \cdot \left( \frac{U_{e1}}{R_1} + \frac{U_{e2}}{R_2} + \frac{U_{e3}}{R_3} \right)$$

Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-iv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)

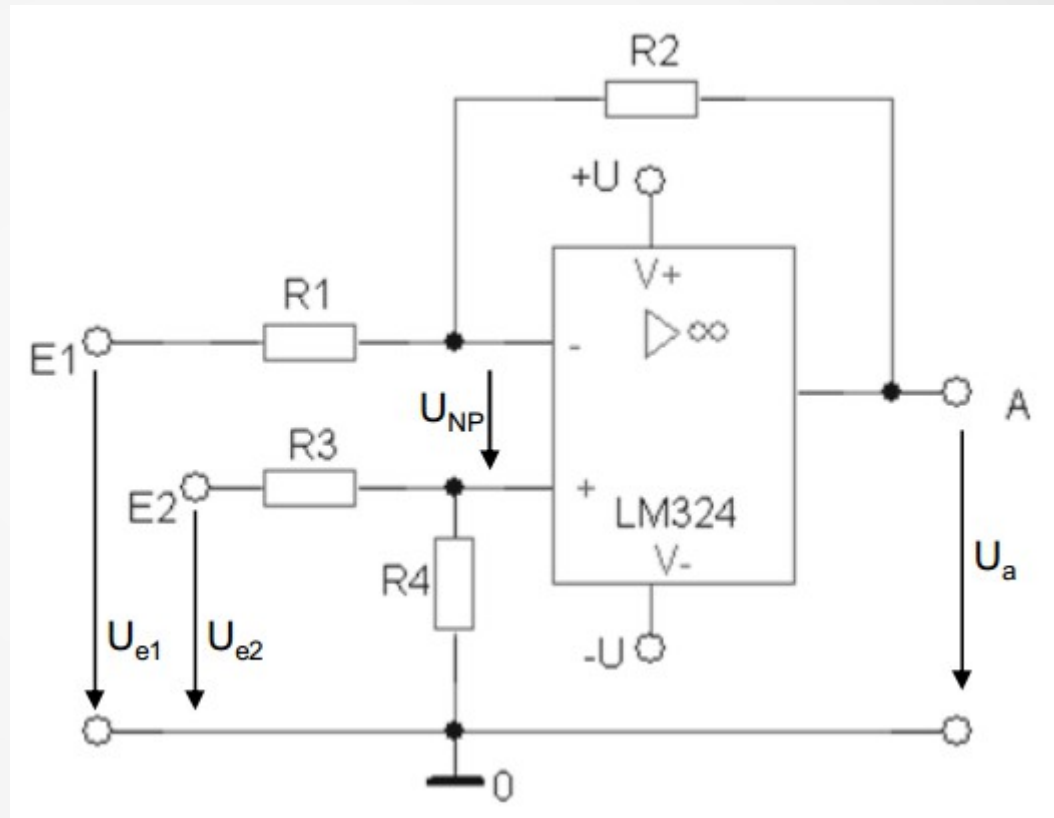
# Grundsaltungen

## 4) Subtrahierender Verstärker

$$\frac{U_a \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{U_{e2} \cdot R_4}{R_3 + R_4} - \frac{U_{e1} \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

mit  $R_1 = R_3$  und  $R_2 = R_4$ :

$$U_a = (U_{e2} - U_{e1}) \frac{R_2}{R_1}$$

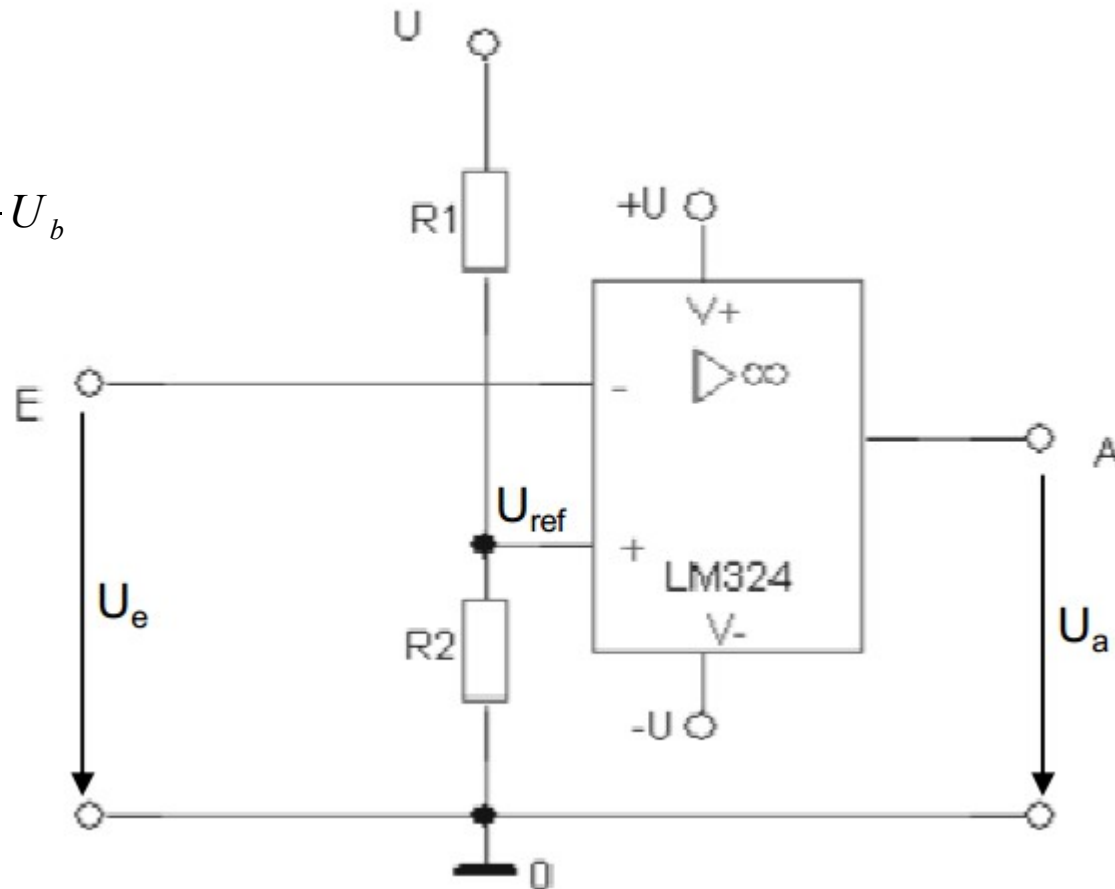


Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-iv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)

# Grundsaltungen

## 5) Komparator

$$U_{ref} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_b$$



Quelle: <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-iv-operationsverstaerker.pdf>  
(01.05.2013)

# Anwendungen

- Messtechnik
- AD und DA Umsetzer
- Steuer- und Regelungstechnik
- Impedanzwandler
- Wechselspannungsverstärker



# Quellen

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker>
- <http://et-tutorials.de/elektronik/operationsverstarker/>
- <http://www.elektronikinfo.de/strom/operationsverstaerker.htm>
- <http://www.leichsenring-homepage.de/elektrotechnik/et-lv-operationsverstaerker.pdf>
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209092.htm>
- <http://prof-gossner.eu/pdf/14-Operationsverstaerker%20Aufbau%20und%20Funktion.pdf>
- <http://ueberm-hofe.de/opv.pdf>
- [http://service.projektlabor.tu-berlin.de/projekte/sens-o-thek/unterlagen/referate/Folien\\_OPV\\_Poetter\\_2009-05-07.pdf](http://service.projektlabor.tu-berlin.de/projekte/sens-o-thek/unterlagen/referate/Folien_OPV_Poetter_2009-05-07.pdf)

(alle 01.05.2013)



Vielen Dank  
für die Aufmerksamkeit!