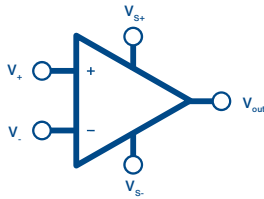
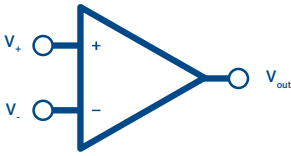


## Schaltzeichen:

Alt



Neu



## Grundlegende Eigenschaften:

Die zwei Grundkonfigurationen von Operationsverstärkern sind „invertierend“ und „nicht invertierend“.

Der elementare Operationsverstärker verfügt über 3 Anschlüsse, mit 2 Eingängen und 1 Ausgang (ohne Leistungsanschlüsse).

Einer der Eingänge wird als invertierender Eingang bezeichnet, gekennzeichnet mit einem Minuszeichen; der andere Eingang ist der nicht invertierende Eingang, gekennzeichnet mit einem Pluszeichen.

Der Ausgangsport kann sowohl eine Spannung als auch einen Strom aufnehmen und auch abgeben.

Der ideale Operationsverstärker verfügt über eine unendliche Eingangsimpedanz ( $Z_{in} = \infty$ ), das heißt, an keinem der beiden Eingänge fließt Strom.

Der ideale Operationsverstärker hat eine Ausgangsimpedanz gleich null ( $Z_{aus} = 0$ ).

Der ideale Operationsverstärker hat null Eingangs-Offset-Spannung  $V_1 = V_2$ .

## Konfigurationen von Operationsverstärkern:

	Ausgang: Spannung	Ausgang: Strom
Eingang: Spannung	<p>Verstärker mit Spannungsrückkopplung (VFA)</p>	<p>Transkonduktanz-Operationsverstärker (OTA)</p>
Eingang: Strom	<p>Verstärker mit Stromrückkopplung (CFA)</p>	<p>Stromverstärker</p>

## Wissenswert:

### Kurzübersicht zu Operationsverstärkern

Jeder Operationsverstärker verfügt über zwei Eingänge (+) und (-) sowie einen Ausgang. Im Allgemeinen ermittelt er die Differenz zwischen den Eingangsspannungen  $V_D = V_+ - V_-$ .

Wenn  $V_+ > V_-$ , dann steigt  $V_{aus}$ , wenn  $V_+ < V_-$ , dann sinkt  $V_{aus}$ . Regel:  $V_{aus} = v \cdot V_D$

$v < 0$ : Invertierend,  $v > 0$  nicht-invertierend

VFA: Bei  $V_+$  und  $V_-$  handelt es sich um hochohmige Spannungseingänge, der Ausgang  $V_{aus}$  verhält sich wie eine niederohmige Spannungsquelle. Beispiel: Texas Instruments OPA2356-EP

CFA:  $V_-$  ist ein niederohmiger Stromeingang, Ausgang  $V_{aus}$  ist eine niederohmige Spannungsquelle. Beispiel: Analog Devices AD8014ARTZ-REEL7

OTA: Beide Eingänge hochohmig, Ausgang hochohmige Stromquelle. Beispiel: ON Semiconductor NE5517DR2G

Stromverstärker: Niederohmiger, invertierender Stromeingang, hochohmiger Stromausgang

## Die Hauptvorteile von Operationsverstärkern:

Leerlaufverstärkung:  $v_{ol} = V_{aus} / V_{ein}$

Gleichtaktspannung:  $V_{CM} = (V_+ + V_-) / 2$

Gleichtaktverstärkung:  $v_{CM} = \Delta U_{aus} / V_{CM}$

Gleichtaktunterdrückungsverhältnis:  $CMRR = 20 \log(v_{ol} / v_{CM})$

## Basis-Schaltkreise:

<p>Spannungsfollower</p>	<p>Invertierender Verstärker</p> $V_{out} = -V_{in} \left( \frac{R_2}{R_1} \right)$	<p>Nicht invertierender Verstärker</p> $V_{out} = V_{in} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$	<p>Spannungs-/Stromwandler</p>
<p>Strom-/Spannungswandler</p> $V_{out} = R_2 \cdot (-I_{in})$	<p>Spannungskomparator</p>	<p>Astabiler Multivibrator</p>	<p>Flip-Flop</p>