

# Operationsverstärker

## Allgemein:

Der Operationsverstärker (OP) ist ein universell einsetzbarer Baustein, welcher zur Verstärkung von Gleich- und Wechselspannung dient. Der interne Aufbau eines OPs besteht aus integrierten Schaltungen (integrated circuits IC). Für die Realisierung verwendet man Bipolar-Transistoren oder Feldeffekttransistoren.

Operationsverstärker finden in vielen Bereichen der Schaltungstechnik Anwendung. Je nach Beschaltung kann man Sie in der Regelungs- und Messtechnik oder als NF-Verstärker verwenden.

## Funktionsweise:

Der Aufbau eines OPs besteht aus einer Eingangsstufe, Verstärkerstufe sowie der Ausgangsstufe. Für die Eingangsstufe wird ein Differenzverstärker verwendet, welcher die Spannungsdifferenz  $U_{diff} = V_+ - V_-$  verstärkt. In der Verstärkerstufe wird der Strom aus der Eingangsstufe in eine hohe Ausgangsspannung umgesetzt. In der Ausgangsstufe wird durch die verwendete Gegentaktstufe angeschlossene Verbraucher mit Strom versorgt.

## Symbol des OPs:

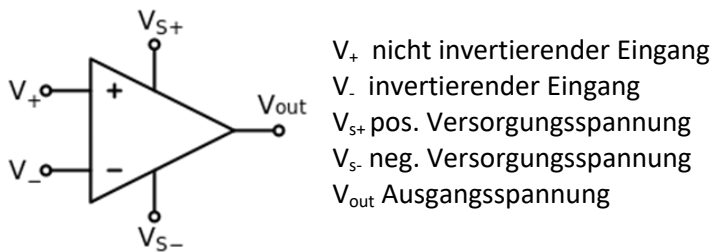


Abb.1) Schaltsymbol OPV mit Spannungsversorgung

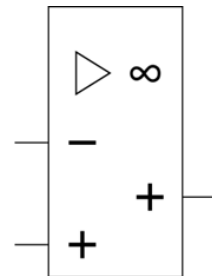


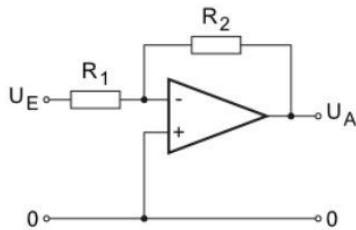
Abb.2) Normsymbol nach DIN 40900 Teil 13

## Kenngrößen eines OPs – Unterschiede idealer & realer OP:

Kenngröße	idealer OP	Realer OP
Leerlaufverstärkung $V = U_a / U_e$	$\infty$	100000
Eingangswiderstand $R_e$	$\infty$	$>1 \text{ M}\Omega$ (bei FETs 1000 $\text{M}\Omega$ )
Ausgangswiderstand $R_a$	0	10 – 1000 $\Omega$
Bandbreite	$\infty$	0 – 1 MHz

## Grundsaltungen:

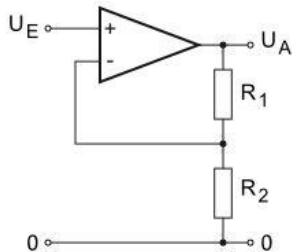
Invertierender Verstärker (Abb. 3):



$$U_e = IR_1, U_a = -IR_2$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{U_a}{U_e} = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

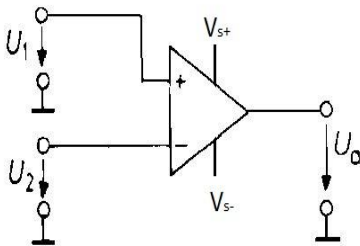
Nicht invertierender Verstärker (Abb. 4):



$$V_0 = \frac{U_a}{U_e} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$$\Rightarrow V_0 \geq 1$$

Komparator (Abb. 5):



$$U_a = \begin{cases} V_{s+}, & U_1 > U_2 \\ V_{s-}, & U_1 < U_2 \end{cases}$$

## Quellnachweis:

Abb.1 ) <https://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker> (30.04.2017)

Abb.2 ) <https://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker> (30.04.2017)

Abb.3 &4) <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/4456> (30.04.2017)

Abb. 5) Tietze & Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker> (30.04.2017)

<https://lp.uni-goettingen.de/get/text/4456> 30.04.2017 (02.05.2017)

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209092.htm> (02.05.2017)

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0210141.htm> (02.05.2017)

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0210151.htm> (04.05.2017)

## Literatur:

Joachim Federau – Operationsverstärker, 6 Auflage, Springer

Holger Göbel - Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik 5. Auflage, Springer

Tietze & Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer