

# Operationsverstärker

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Unterschiede	2
3	Arten	2
4	Varianten	2

## 1 Einleitung

Der Operationsverstärker wird benötigt um Signale zu verstärken, addieren oder zu subtrahieren. Hersteller bauen die Operationsverstärker als integrierte Schaltung. Die Operationsverstärker sind dadurch billiger. Sie finden in der Mess- und Regelungstechnik, Pegel- und Bandbreitenanpassung, Ton- und Fernsehtechnik, Verwendung. Der Operationsverstärker besteht fast immer aus Eingangsstufe, Zwischenstufen und einer Endstufe. In der Eingangsstufe wird oft ein Differenzverstärker benutzt. In der Endstufe wird eine Gegentakt-Emitterfolge benutzt. Ein Beispiel ist in Abbildung 1 zu sehen. In Abbildung 3 ist das Schaltungssymbol zu sehen.

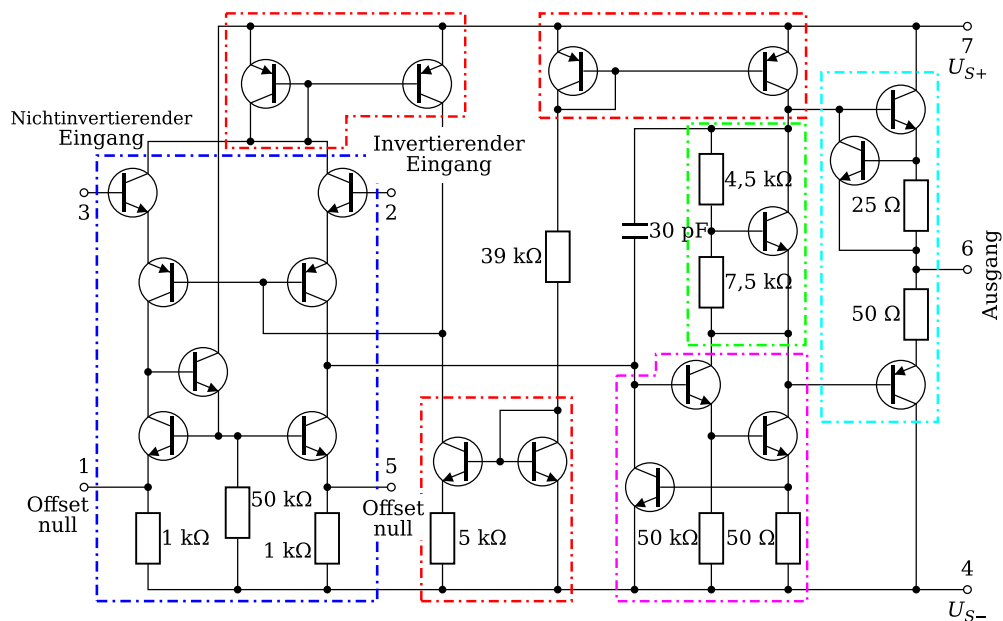


Abbildung 1: blauer Bereich ist die Eingangsstufe (Differenzverstärker), rote Bereiche ist für die Stromverstärkung, pinke Bereich ist die Spannungsverstärkung, grüne Bereich erzeugt die Vorspannung, türkis Bereich umrandete ist die Ausgangsstufe, Quelle Wikipedia Link [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/OpAmpTransistorLevel\\_Colored\\_DE.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/OpAmpTransistorLevel_Colored_DE.svg)

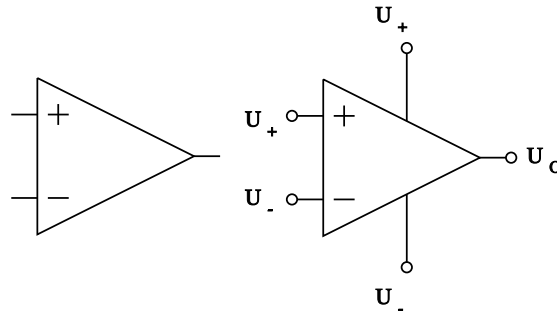


Abbildung 2: Symbole

Abbildung 3: Links ist das Schaltungssymbol ohne Spannungsversorgung, Rechts mit

Idealer Operationsverstärker	Realer Operationsverstärker
Eingangswiderstand unendlich hoch, Ausgangswiderstand null	Der Eingangswiderstand liegt bei $10^8\Omega$ , der Ausgangswiderstand bei $20\Omega$
frequenzunabhängig unendliche Verstärkung	Die Verstärkung beträgt $10^5$ bei $10Hz$ und sinkt unter eins bei $1MHz$
Leckströme sind null	Leckströme betragen etwa $10^{-7}A$ .
Kein Rauschen	Schwaches Rauschen, das mit sinkender Frequenz ansteigt
Offset-Spannungen sind null	Offset-Spannung liegt bei $10^{-4}V$

Tabelle 1: Vergleich

## 2 Unterschiede

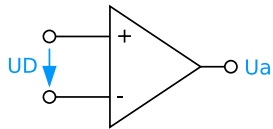
Ideale bzw. reale Operationsverstärker unterscheiden sich. Für die Schaltungsberechnungen wird ein stark vereinfachtes Modell benötigt. In Tabelle 1 sind die Unterschiede zusehen. Die Unterschiede entstehen durch die Fertigung und die Toleranzen.

## 3 Arten

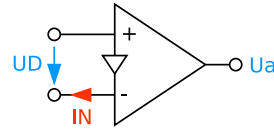
Es gibt verschiedene Arten von Operationsverstärker. Es gibt VV-OPV, CV-OPV, VC-OPV, CC-OPV Abbildung 4 und 5.

## 4 Varianten

Es gibt verschiedene Varianten von Operationsverstärker. Es gibt Invertierender Verstärker, Invertierender Addierer, Nichtinvertierender Verstärker, Subtrahierer Abbildung 6 und 7.

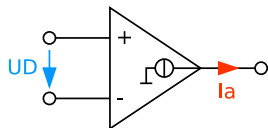


- normaler Operationsverstärker
- Spannungseingang hochohmig, Spannungsausgang niederohmige
- kommt häufig vor

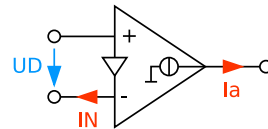


- Stromrückgekoppelter Operationsverstärker
- invertierte Stromeingang ist niederohmig, Spannungsausgang ist niederohmige
- wird als Videoverstärker benutzt

Abbildung 4: Quelle Wikipedia Link <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/VV-OPV.svg>, <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/CV-OPV.svg>



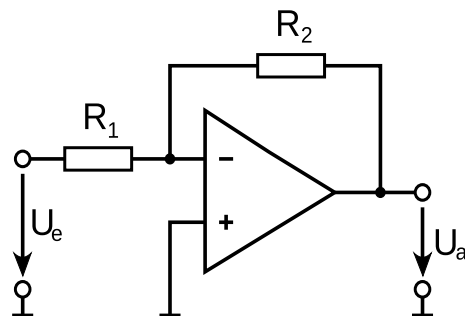
- Transkonduktanzverstärker
- Spannungseingang und Stromausgang hochohmig
- die Last muss bekannt sein



- Stromverstärker
- niederohmiger invertierten Stromeingang, hochohmiger Stromausgang
- verhält sich fast wie ein idealer Bipolartransistor

Abbildung 5: Quelle Wikipedia Link <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/VC-OPV.svg>, <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/CC-OPV.svg>

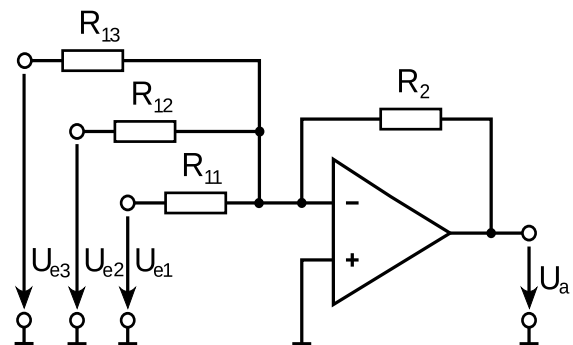
Invertierender Verstärker



$$U_a = \frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$

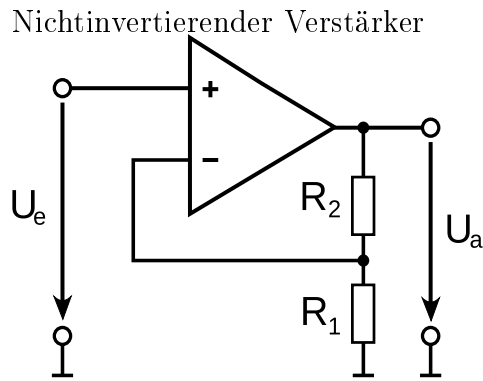
$$v = -\frac{R_2}{R_{1s}}$$

Invertierender Addierer



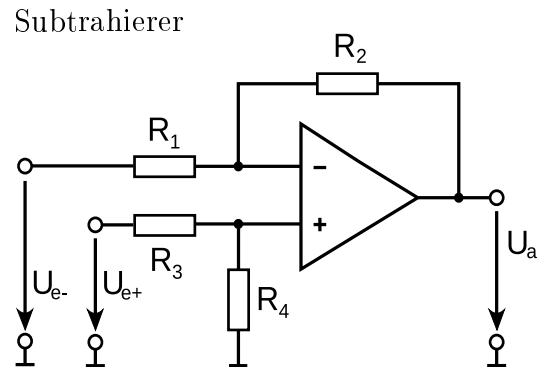
$$U_a = -R_2 \cdot \left( \frac{U_{e1}}{R_{11}} + \frac{U_{e2}}{R_{12}} + \frac{U_{e3}}{R_{13}} \right)$$

Abbildung 6: Quelle Wikipedia Link [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Inverting\\_Amplifier.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Inverting_Amplifier.svg), [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Inverting\\_Adder.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Inverting_Adder.svg)



$$U_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot U_e$$

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



$$U_a = \frac{(R_1 + R_2)R_4}{(R_3 + R_4)R_1} U_{e+} - \frac{R_2}{R_1} U_{e-} = \frac{R_2}{R_1} \cdot (U_{e+} - U_{e-})$$

Abbildung 7: Quelle Wikipedia Link [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Noninverting\\_Amplifier.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Noninverting_Amplifier.svg), [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Differential\\_Amplifier.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Differential_Amplifier.svg)

## Literatur

- [LAH] FEDERAU, Joachim: *Operationsverstärker*. Vieweg, 3 Auflage, Wiesbaden 2006. ISBN 3-528-23857-7.
- [MÖN] MÖNICH, Prof. Gerhard: *Kapitel 6 Operationsverstärker*. Online Script, Aufruf 29.10.09, Link [http://www.antennen-emv.tu-berlin.de/fileadmin/fg13/Lernmaterialien/analog\\_06\\_Operationsverstaerker.pdf](http://www.antennen-emv.tu-berlin.de/fileadmin/fg13/Lernmaterialien/analog_06_Operationsverstaerker.pdf)
- [TIE] TIETZE, Dr.-Ing Ulrich; SCHENK, Dr.-Ing Christoph: *Halbleiter-Schaltungstechnik*. Springer-Verlag, 9 Auflage, Berlin Heidelberg New York 1978. ISBN 3-540-19475-4.
- [WIKI] Wikipedia: *Operationsverstärker*. Aufruf 29.10.09, Link <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Operationsverst%C3%A4rker&oldid=66091555>