

# Experimentierset Operationsverstärker

## Elektronik lernen mit spannenden Schaltungen aus der Welt der OpAmps

Das Experimentierset Operationsverstärker besteht aus zahlreichen Bauteilen, die für grundlegende Experimente mit Operationsverstärkern verwendet werden können. Mit insgesamt 43 Prototypenadapter-Modulen, einem Breadboard, einem Steckkabelset und einem Ohrhörer können die in dem Sonderheft vorgestellten Schaltungen nachgebaut werden. Außer im Bundle aus Sonderheft und Experimentierset Operationsverstärker ist der Bausatz auch separat für eigene Versuche erhältlich.

Experimentierset  
Operationsverstärker  
Artikel-Nr.  
158147  
Bausatz-  
beschreibung  
und Preis:



[www.elv.com](http://www.elv.com)

### Widerstandsplatten

Insgesamt 16 Widerstandsplatten mit 100  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 22 k $\Omega$ , 47 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 220 k $\Omega$  und 1 M $\Omega$

### Spannungsschiene

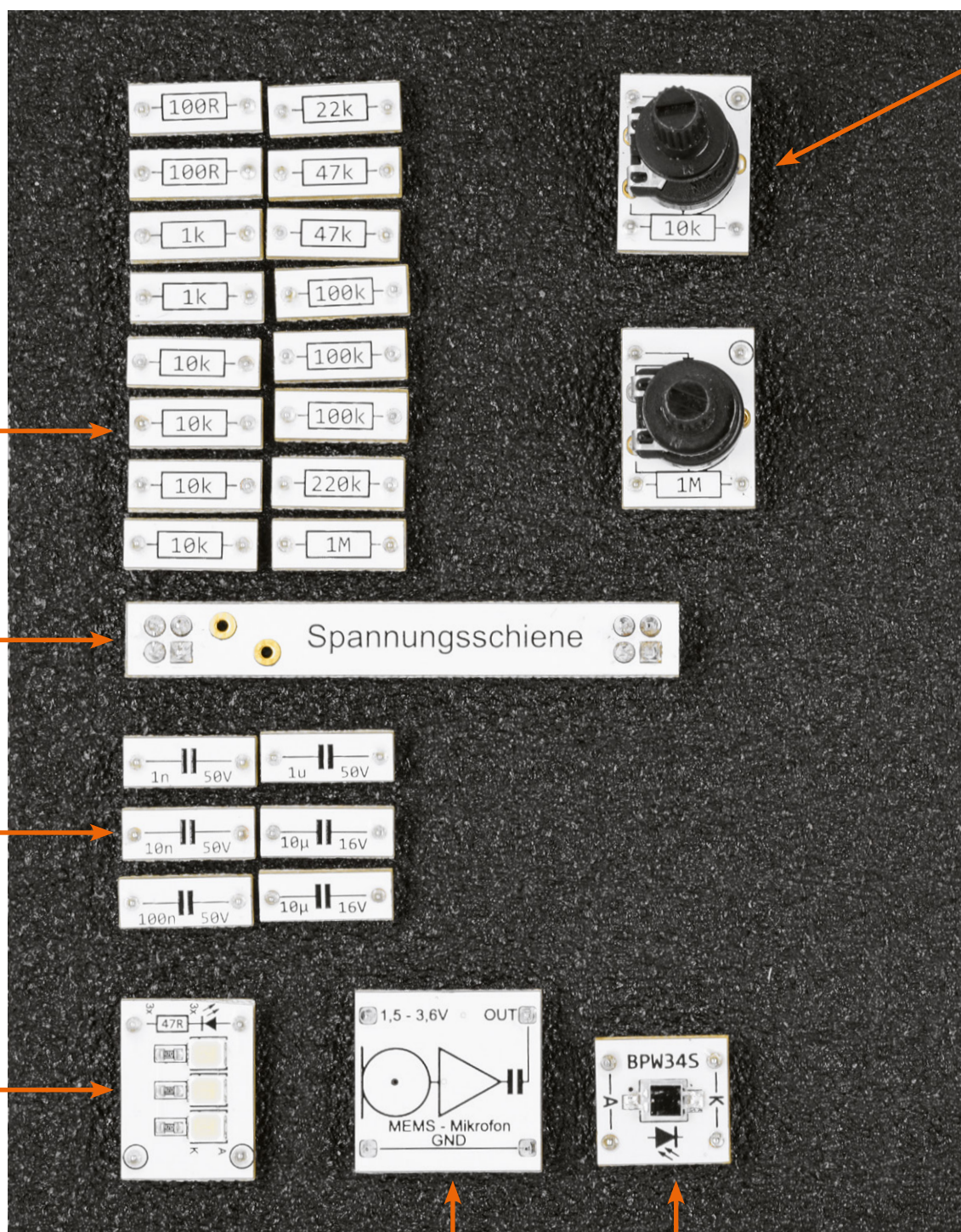
Eine Spannungsschiene verbindet die beiden entsprechenden Schienen des Breadboards, damit die Versorgungsspannung auf beiden Seiten genutzt werden kann.

### Kondensatorplatten

6 Kondensatorplatten (1 nF, 10 nF, 100 nF, 1  $\mu$ F und 10  $\mu$ F) ergänzen das Set, damit die Funktion dieses Bauteils in verschiedenen Konstellationen genutzt werden kann.

### LED-Cluster-Platine

Drei weiße LEDs mit integriertem Vorwiderstand



### MEMS-Mikrofon

Das MEMS-Mikrofon kann für Experimente mit Audioverstärkern genutzt werden.

### Silizium-Photodiode

Die Photodiode BPW34 erfasst optische Signale.



Der Bausatz „Experimentierset Operationsverstärker“ ist der Nachfolger des im letzten Jahr mit der im Verlag Heise Medien erscheinenden Zeitschrift „Make“ aufgelegten Bausatzes „Experimentierset Prototypenadapter“. Das neue Experimentierset richtet sich dabei an alle, die den Umgang mit Operationsverstärkern erforschen wollen, um diese Bauteile besser zu verstehen. In einem begleitenden Sonderheft gibt es zahlreiche Schaltungsbeispiele zum Ausprobieren. Im Set enthalten: 43 Prototypenadapter-Module, ein Breadboard, ein Steckkabelset und ein Ohrhörer.

Offizieller Verkaufsstart: 7.10.2022

**PT10-Potentiometer-Platinen**

Für Experimente mit veränderbaren Widerständen liegen Werte mit 10 kΩ und 1MΩ bei.

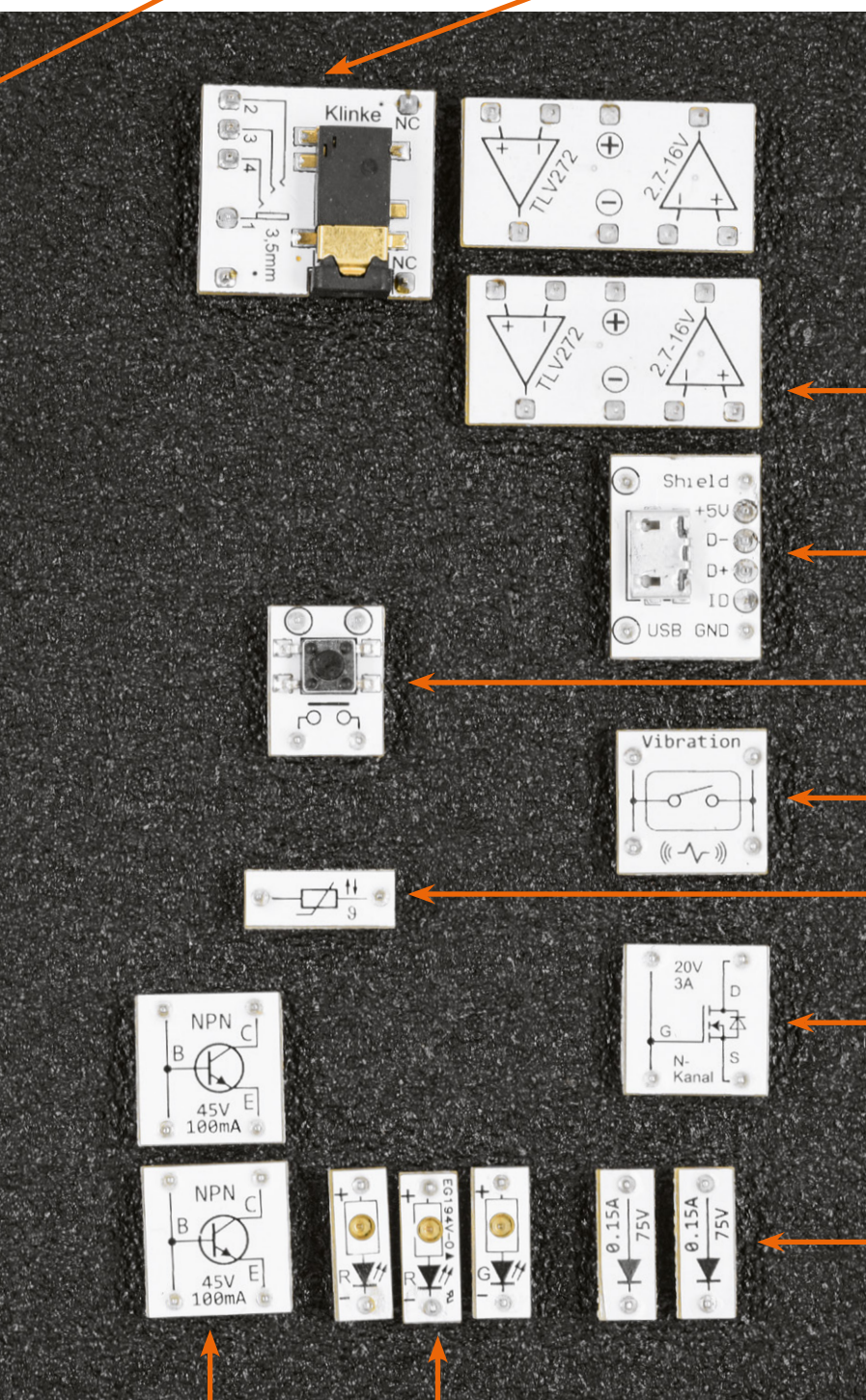
**Klinkenanschluss**

Der mitgelieferte Ohrhörer kann über die Klinkenbuchse an den Aufbau angeschlossen werden.

Experimentierset  
Operationsverstärker  
+  
Make: Sonderheft  
Artikel-Nr.  
253005



www.elv.com



**Operationsverstärker**

Der Operationsverstärker TLV272 bildet die Grundlage für die Experimente.

**MicroUSB-Buchsen-Platine**

Zum Anschluss einer 5-V-Spannungsversorgung, beispielsweise von einem USB-Netzteil

**Taster-Platine**

**Vibrationssensor**

**NTC-Platine**

Platine mit NTC-Widerstand, der bei Temperaturänderung den Widerstandswert verändert

**N-Kanal-MOSFET-Platine**

Platine mit N-Kanal-MOSFET für Experimente zur Ansteuerung von Lasten per Steuerspannung

**Silizium-Diode**

Die klassische 1N4148-Schaltdiode wird für verschiedene Aufgaben bei den Experimenten genutzt.

**LED-Platinen (grün und rot)**

Platinen mit roter und grüner LED und integriertem Vorwiderstand

**NPN-Transistor-Platinen**

Platinen mit dem NPN-Transistor BC847C für Experimente zur Ansteuerung von Lasten per Steuerstrom



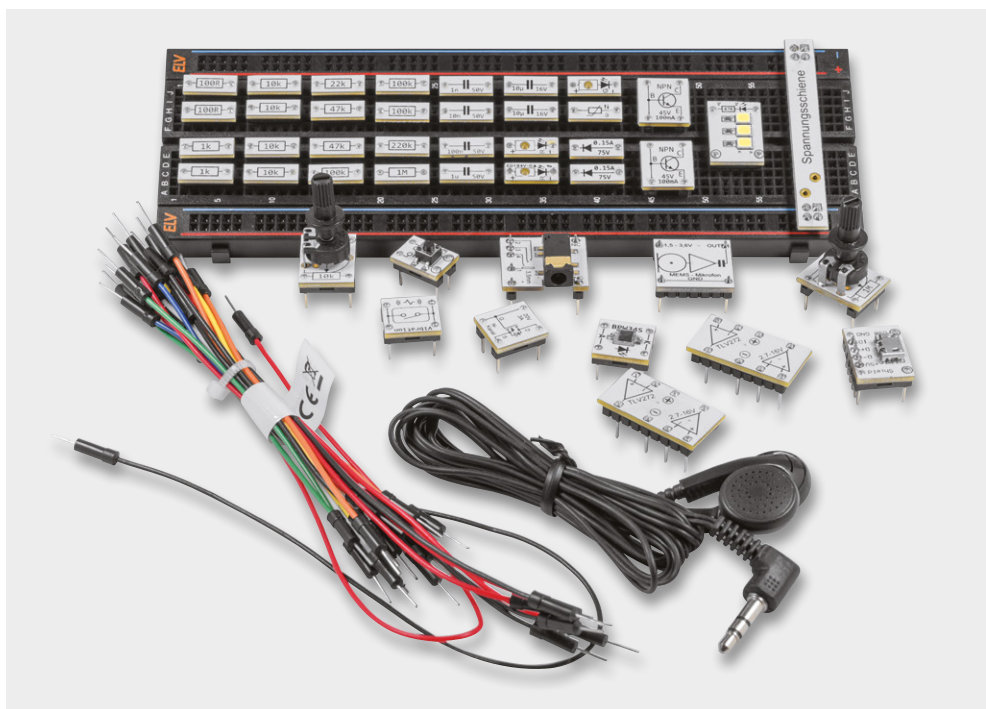
## Gemeinsame Entwicklung

Der ELV Bausatz „Experimentierset Operationsverstärker“ und die darauf abgestimmten Beispiele im Sonderheft „Make Operationsverstärker Special“ richten sich an alle Elektronik-Interessierten, die den Umgang mit Operationsverstärkern lernen oder ihr Wissen dazu erweitern wollen. Die Praxisbeispiele in dem Heft sind auf den Bausatz abgestimmt.

Der Bausatz, der bereits fertig aufgebaut ist und kein Löten erfordert, enthält alles, was für die Experimente im Heft notwendig ist (Bauteile, Experimentierboard, Steckkabel, Ohrhörer). Lediglich ein USB-Netzteil mit Micro-USB-Stecker wird noch benötigt. Das sollte aber in nahezu jedem Haushalt verfügbar sein.

Das Experimentierset enthält 43 Bauteile im Prototypenadapter-Format, von denen es bereits eine Reihe weiterer Sets gibt [1].

Der Bausatz ist einzeln oder im Bundle mit dem Sonderheft zum offiziellen **Verkaufsstart am 7.10.2022** im ELVshop erhältlich.



Bauteile, Experimentierboard, Steckkabel und Ohrhörer sind im Experimentierset enthalten.

## i Weitere Infos

- [1] ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards:  
 PAD1 (Stecker, Buchsen, Anschlüsse): Artikel-Nr. 153761  
 PAD3 (passive Bauteile): Artikel-Nr. 154743  
 PAD6 (CMOS-Logik): Artikel-Nr. 155858

- PAD2 (lineare Bauteile): Artikel-Nr. 154712  
 PAD4 (digital/Peripherie): Artikel-Nr. 155107  
 PAD7 (Audio): Artikel-Nr. 156575

ELV Bausatz Lochrasterplatine PAD5 für Steckboards mit Spannungsreglern: Artikel-Nr. 155289

ELV Steckplatine/Breadboard mit 830 Kontakten, schwarze ELV Version: Artikel-Nr. 250986

Mehr zu unseren Experimentierplattformen erfahren Sie online unter <https://de.elv.com/experimentieren-fuer-profis> oder unter nebenstehendem QR-Code.







## Übersichtliche Informationen und Grundlagen

In jedem Kapitel des Sonderhefts gibt es in einer Übersicht die wichtigsten Informationen: Was lernt man, was sollte man aus den vorhergehenden Kapiteln wissen, wie funktioniert die jeweilige Schaltung und welches Material ist dafür erforderlich.

Workshop

# Audioverstärker mit Mikrofon

In diesem Artikel beschreiben wir den Aufbau eines Audioverstärkers mit einem MEMS-Mikrofon. Durch einen Kopfhörer kann das mit dem Mikrofon aufgenommene und verstärkte Signal abgehört werden.

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/ka3c](http://make-magazin.de/ka3c)

von Wilhelm Brückmann



16 | Make: 15/2022

Die Schaltungen werden durch Illustrationen, einfach zu verstehende Schaltpläne und Hintergrundwissen zu Operationsverstärkern ergänzt.

Anhand von Schaltplänen, die durch den Aufdruck auf den Prototypenadaptern gut nachzuvollziehen sind, werden die Schaltungen erklärt.

Der Breadboardaufbau der Experimente ist jeweils in einem eigenen Bild dargestellt.



Neben Grundlagen zu den Operationsverstärkern finden sich viele Schaltungsbeispiele, u. a.

- Dämmerungsschalter
- Dreieckoszillator
- Fensterkomparator
- IR-Tester
- LED-Flasher
- Monoflop
- PWM-Modulator
- Rechteck-Oszillator
- Regelbare Stromquelle
- Sensortaste

Workshop

### Technische Daten MEMS-Mikrofon

Eigenschaft	Wert
CM-Modulbezeichnung	CM-44-04
Mikrofontyp	SPU040LRSH-QB (Knowles)
Versorgungsspannung	1,5 - 3,6V
Stromaufnahme	max 160µA
Max. Schalldruck (AOP)	118dB
Empfindlichkeit	-38dB
Frequenzbereich	100Hz - 80kHz
Signal-Rauschabstand	63dB
Ausgangsimpedanz	4000Ωm

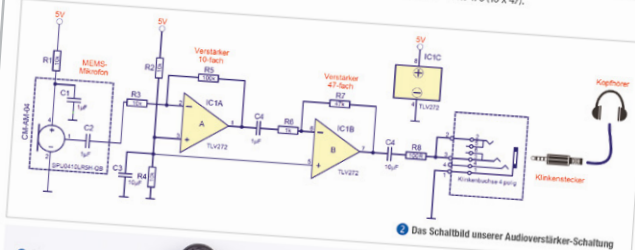
Das MEMS-Mikrofon wird über den Widerstand R1 mit Spannung versorgt. Da das Mikrofon nur eine maximale Spannung von 3,6V erlaubt, wird durch diesen Vorwiderstand die Spannung auf 3,5V herabgesetzt. Anschließend gelangt das vom Mikrofon aufgenommene Signal auf die erste Verstärkerstufe und das Verhältnis von R5 zu R3 bestimmt, und liegt hier bei Faktor 10. Der Arbeitspunkt (virtuelle Masse) für die beiden Verstärkerstufen wird mit dem Spannungsteiler R2 und R4 erzeugt, und liegt bei UB/2, also 2,5V.

### Verstärkerschaltung

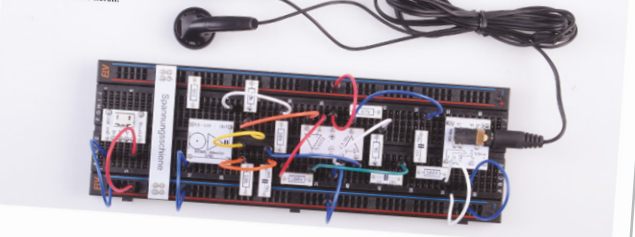
Die Schaltung für das Mikrofon befindet sich als kleine Bohrung auf der Platineoberseite. Die Betriebsspannung kann in einem Bereich zwischen 1,5 bis 3,6V liegen. Eine Besonderheit des hier verwendeten Mikrofons vom Typ SPU040LRSH-QB ist, dass der Frequenzbereich bis in den Ultraschallbereich reicht. So werden diese Mikrofone auch gerne in Fledermaus-Detektoren verwendet um Ultraschallsignale hörbar zu machen.

Schauen wir uns nun die Verstärkerschaltung im Detail an. Wie das MEMS-Mikrofon funktioniert man im Schaltbild 1 sieht, werden zwei hintereinandergeschaltete Operationsverstärker als invertierende Verstärkerstufen funktionieren haben wir in dem Artikel Grundlagen erfahren.

Der relativ große Kondensator C3 sorgt für eine gute Stabilisierung der virtuellen Masse. Über den Koppelkondensator C4 gelangt das verstärkte Signal auf die zweite Verstärkerstufe, die mit IC1B aufgebaut ist. Auch dies ist ein klassischer invertierender Operationsverstärker von 47, hier sind die beiden Widerstände R7 und R6, die die Verstärkung einstellen. Wir kommen so auf eine Gesamtverstärkung von 470 (10 x 47).



1 Das Schaltbild unserer Audioverstärker-Schaltung



18 | Make: 15/2022

