



# Fein hingehört - Lauschverstärker LV 100

**Die Aufgabe dieses batteriebetriebenen und rauscharmen Verstärkers ist unschwer zu erkennen - er verstärkt die Signale eines angeschlossenen Mikrofons soweit, dass damit ein Kopfhörer in ausreichender Lautstärke betrieben werden kann. Zwei schaltbare Filterstufen (Hoch- und Tiefpass) erlauben die gezielte Beeinflussung des Frequenzgangs, eine automatische Lautstärkenregelung (ALC) sorgt für eine gleichbleibende Lautstärke und schützt dabei die Ohren vor plötzlichen auftretenden Schallereignissen. Der Verstärker erlaubt den Anschluss der verschiedensten Mikrofone wie z. B. Elektret-, Parabol-, und Körperschallmikrofone entsprechend des gewünschten Einsatzzwecks.**

## Akustik-Experimente und anderes

Wozu benötigt man einen derartigen Verstärker? Natürlich - der erste Gedanke heißt: Abhören von Personen. Sicher, das kann man auch! Aber es sei gleich darauf hingewiesen, dass das Abhören von Gesprächen ohne Kenntnis des Abgehörten bei uns verboten ist.

Aber ein derart empfindlicher Verstärker, der mit seiner bis zu 5000fachen Verstärkung selbst kleinste Geräuschquellen laut im Kopfhörer hörbar macht, ist äußerst vielfältig einsetzbar. Dazu ist er dank Batteriebetrieb auch noch mobil zu betreiben und damit leicht überall hin zu transportieren.

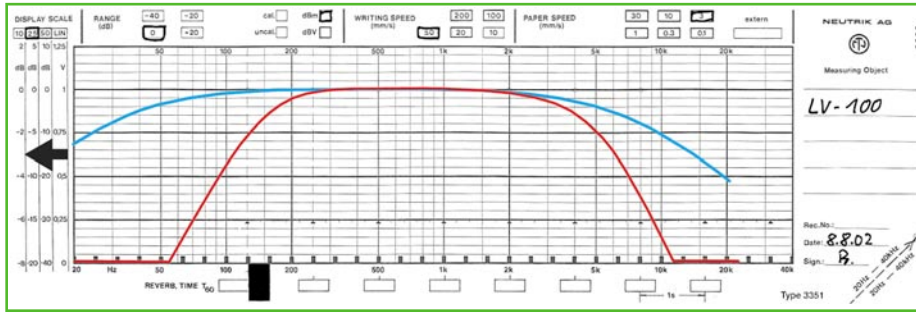
Da kommt z. B. die Tierbeobachtung mit einem Richtmikrofon in Frage - ein Hobby, dem viele Tierfreunde frönen. Aber auch viele technische Anwendungen und akustische Experimente sind denkbar. So lassen sich z. B. Störgeräusche an Maschinen, hervorgerufen durch z.B. defekte Lager, gezielt aufspüren. Oder Liebhaber mechanischer Uhren sind so in der Lage, Fehlerquellen schon akustisch zu orten. Mit einem „Stethoskop-Mikrofon“ kann man sogar seine eigenen Herzöne oder Lungengeräusche und mit einem Körperschall-

mikrofon Schall etwa durch Wände und Glasscheiben hören.

mikrofon Schall etwa durch Wände und Glasscheiben hören.

### Technische Daten:

Spannungsversorgung: ..... 9-V-Block  
Stromaufnahme: ..... max. 20 mA  
Frequenzgang: 35 Hz bis 7,5 kHz (-3dB)  
Verstärkung: .. max. 73 dB (5000-fach)  
Hochpassfilter: fg = 150 Hz (schaltbar)  
Tiefpassfilter: .. fg = 5 kHz (schaltbar)  
Ausgang: ..... Kopfhörer (stereo)  
Sonstiges: .... automatische Lautstärke-  
regelung (ALC)  
Abmessungen: ..... 65 x 115 x 26 mm



**Bild 1 : Frequenzgang des Verstärkers unter Einbeziehung der Filtermöglichkeiten**

Genauso vielfältig wie die Anwendungsbereiche können die Schallaufnehmer dazu ausfallen. Das kann das hochwertige Richtmikrofon ebenso sein wie das selbst gebaute Stethoskop-Mikrofon, das wir neben einigen anderen Lösungen noch genauer vorstellen werden.

Wollen wir uns aber erst dem Mikrofonverstärker selbst zuwenden. Er ist durch seine gesamte Schaltungsauslegung universell (u.a. für den Anschluss der verschiedensten Mikrofontypen) einsetzbar und weist einige sehr interessante Features auf. Selbstverständlich ist er zunächst sehr rauscharm ausgeführt. Zwei zuschaltbare

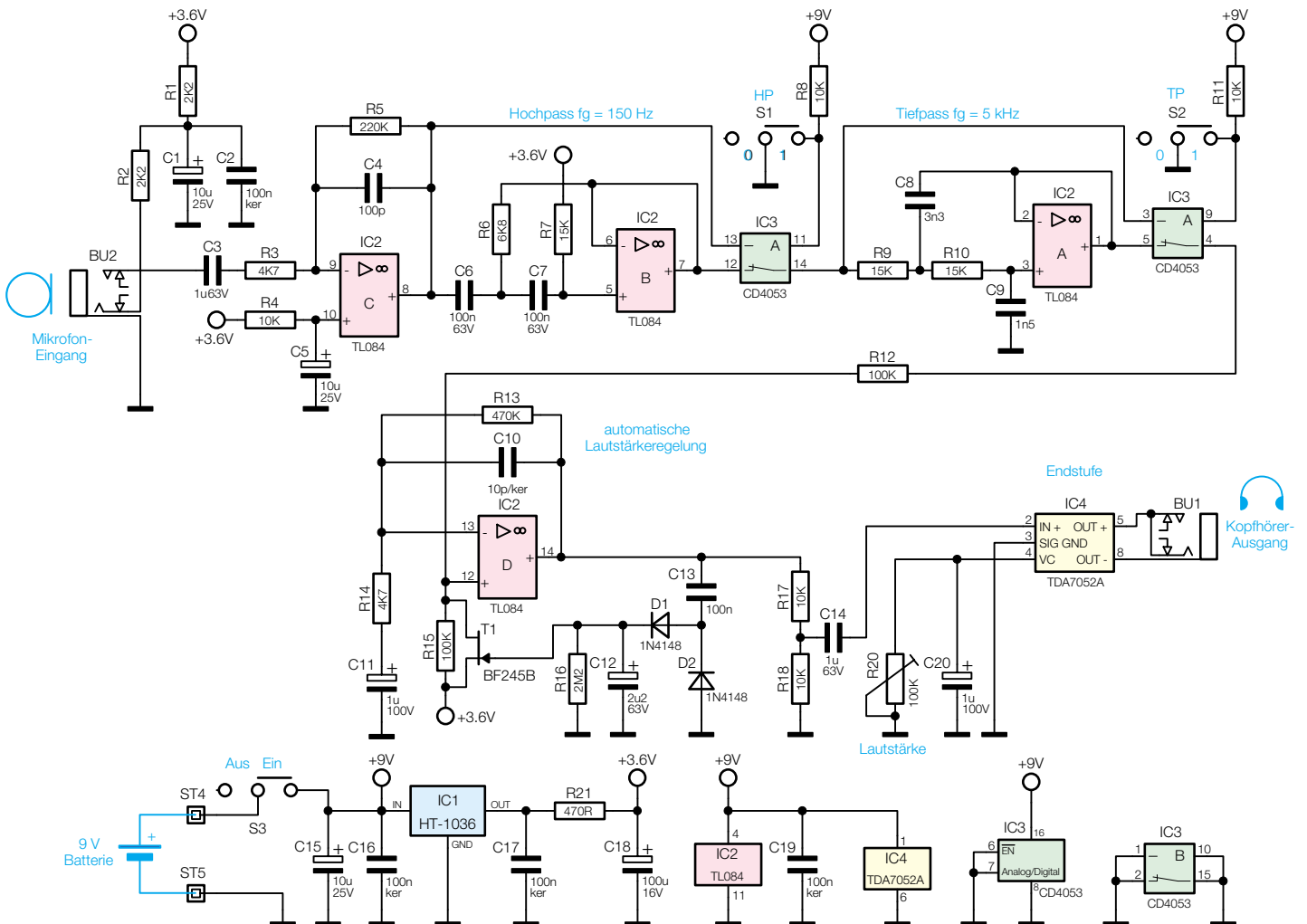
Filter (Hoch- und Tiefpass) können Störungen ausblenden. Der mit eingeschalteten Filtern realisierbare Frequenzgang ist in Abbildung 1 zu sehen. Mit dem Hochpassfilter werden z. B. Rumpel- oder Windgeräusche wirkungsvoll unterdrückt. Das Tiefpassfilter kann man etwa zur Rauschminderung einsetzen. Die Filterstufen werden elektronisch zu- bzw. umgeschaltet, sodass es keine störenden Knackgeräusche gibt, die bei hoher Lautstärke auch schädlich für die Ohren sein können. Ebenfalls zum Schutz der Ohren gibt es eine automatische Lautstärkenregelung (ALC), die die Höchstlautstärke bei plötzlichen Lautstär-

kesprüngen auf unschädliche Werte begrenzt. Und schließlich wird auch die Lautstärke elektronisch eingestellt, wodurch es keine Fremdgeräusche durch das Lautstärke-Poti (Kratzen, Aussetzen bei Verschmutzung) geben kann.

Das Ganze befindet sich gemeinsam mit der 9-V-Blockbatterie in einem kompakten Gehäuse, das mit einem Gürtelclip bequem an der Kleidung zu befestigen ist.

### Schaltung

Das Schaltbild für den Lauschverstärker ist in Abbildung 2 zu sehen. Das externe Mikrofon wird über die Buchse BU 2 angeschlossen. Die Beschaltung ist sowohl für aktive Elektret-Mikrofone, die eine Betriebsspannung benötigen, als auch für passive dynamische Mikrofone ausgelegt. Über die beiden Widerstände R 1 und R 2 gelangt die Betriebsspannung auf den mittleren Kontakt der Klinkenbuchse BU 2. Die beiden Kondensatoren C 1 und C 2 dienen zur Siebung der Betriebsspannung. Das NF-Signal gelangt über den Koppelkondensator C 3 auf die erste Verstärkerstufe IC 2 C. Der Verstärkungsfaktor dieser Stufe liegt bei ca. 47fach (33dB) und



**Bild 2 : Schaltbild des Lauschverstärkers**

wird von R 5 und R 3 bestimmt.

Das verstärkte Signal gelangt nun auf ein Hochpassfilter 2. Ordnung, das aus IC 2 B mit Zusatzbeschaltung gebildet wird. Die Grenzfrequenz liegt bei ca. 150 Hz. Mit dem elektronischen Schalter IC 3 A kann man das Hochpassfilter überbrücken, sodass keine Frequenzgangbeeinflussung stattfindet. Mit dem Schalter S 1 lässt sich diese Filterstufe ein- bzw. ausschalten. In gleicher Weise arbeitet auch das nachfolgende Tiefpassfilter, das mit IC 2 A realisiert ist. Die Grenzfrequenz beträgt hier ca. 5 kHz. Zur Aktivierung dieser Stufe ist der Schalter S 2 zuständig.

Als nächstes Glied im Signalweg folgt eine automatische Lautstärkeregelung (ALC), die im Wesentlichen aus der Verstärkerstufe IC 2 D besteht. Die Leerlaufverstärkung wird mit den beiden Widerständen R 13 und R 14 festgelegt. Die Widerstände R 12 und R 15 bilden einen Spannungsteiler, der in den Signalweg eingefügt ist. Parallel zu R 15 liegt der FET T 1, mit dessen Hilfe das Spannungsteilverhältnis geändert und somit das Signal abgeschwächt werden kann.

Die Arbeitsweise dieses interessanten Schaltungsteils wollen wir einmal genauer betrachten.

Vom Ausgang (Pin 14) des Operationsverstärkers IC 2 D gelangt die Signalspannung über den Koppelkondensator C 13 an die beiden Dioden D 1 und D 2. Mit den Dioden wird das Wechselspannungssignal gleichgerichtet, sodass über dem Kondensator C 12 eine Gleichspannung ansteht, deren Höhe abhängig von der Wechselspannung ist. Mit der so gewonnenen Gleichspannung wird das Gate des Transistors T 1 angesteuert. Je nach Höhe der Steuerspannung verändert T 1 seinen Drain-Sourcewiderstand, wodurch auch die Gesamtverstärkung verändert wird. Hierdurch ist ein geschlossener Regelkreis entstanden, der das Ausgangssignal von IC 2 D auf einem konstanten Pegel hält. Die Rege-

lung setzt erst ab einem bestimmten Pegel ein, der von der Flussspannung der Dioden D 1 und D 2 bestimmt wird. Die Zeitkonstante C 12 und R 16 bestimmt das Regelverhalten der ALC. Ein plötzlicher Pegelanstieg lässt die Regelschaltung sofort ansprechen. Durch die Entladung von C 12 über R 16, steigt die Gesamtverstärkung anschließend nur langsam wieder an.

Über R 17 und C 14 gelangt das verstärkte Signal auf die Endstufe IC 4. Dieser Verstärker arbeitet in Brückenschaltung und kommt deshalb ohne Ausgangselkos aus. Dies hat den Vorteil, dass es kein lästiges Einschaltklicken gibt, was bei Kopfhörerbetrieb besonders von Vorteil ist. Die Lautstärke wird elektronisch über den Trimmer R 20 eingestellt, der mit Pin 4 von IC 4 verbunden ist.

Für die Spannungsversorgung der Schaltung kommt eine 9-V-Batterie zum Einsatz, die über ST 4 (+) und ST 5 (-) angeschlossen wird. Der Spannungsregler IC 1 erzeugt eine stabile Spannung von 3,6 V, die als Referenzspannung für die Operationsverstärker dient.

## Nachbau

Der Nachbau des Mikrofonverstärkers erfolgt auf einer doppelseitig beschichteten Platine, die eine wirksame Abschirmung vor äußeren Störfeldern gewährleistet. Durch Einsatz herkömmlich bedrahteter Bauteile ist der Nachbau auch für Elektronik-Einsteiger sehr einfach möglich.

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.), gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteilanschlüsse abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit ei-

nem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle dabei selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Dioden sind auf der Katodenseite mit einem Ring gekennzeichnet, die Elkos am Minuspol markiert und die ICs werden so eingesetzt, dass ihre Gehäusekerbe mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondiert. Eine gute Hilfestellung gibt auch das Platinenfoto.

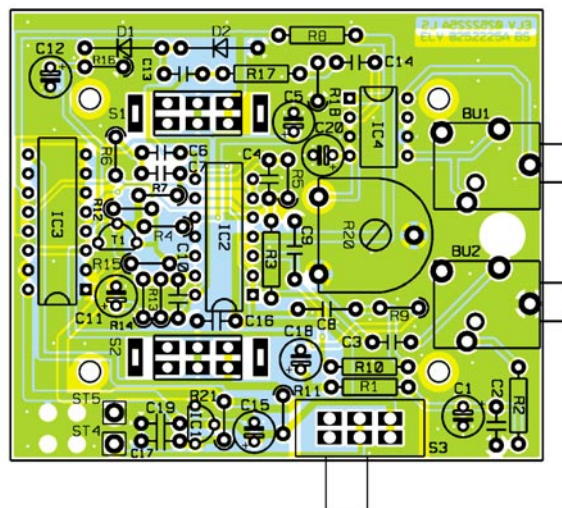
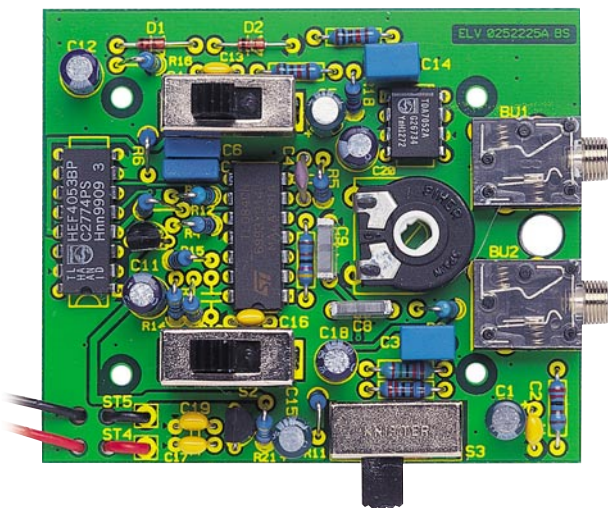
Zum Schluss erfolgt das Einsetzen der Schiebeschalter sowie der Buchsen. Die Anschlusskabel des Batterieclips werden zur Zugentlastung durch die Bohrungen in der Platine geführt (siehe Platinenfoto) und an ST 4 (+, rotes Kabel) und ST 5 (-, schwarzes Kabel) angelötet.

Nun folgt der Einbau der Platine in das Gehäuse. An der Rückseite der Gehäuseunterseite wird zunächst der Gürtelclip mit zwei Knippingschrauben angeschraubt. Jetzt ist die Platine mit vier Knippingschrauben in der Gehäuseunterseite zu befestigen. Nach dem Aufsetzen der Gehäuseoberseite verschraubt man diese mittels der beiliegenden Gehäuseschrauben mit der Unterseite.

Anschließend wird ein selbstklebendes Stück Schaumstoff in das Batteriefach geklebt, das einen festen Sitz der Batterie gewährleistet und ein „Klappern“ der Batterie im Batteriefach verhindert.

Zum Schluss wird die Potiachse durch die Bohrung im Gehäuseoberenteil gesteckt, bis diese im Trimmer einrastet. Der Drehkopf ist so auf die Potiachse aufzusetzen, dass bei Linksanschlag die Strichmarkierung auf „Min“ zeigt. Bei Bedarf kann man den Knopf auch mit etwas Sekundenkleber auf der Achse befestigen.

Die dem Bausatz beiliegende Elektret-Mikrofonkapsel dient der Inbetriebnahme sowie für erste eigene Experimente, wie wir sie im nächsten Abschnitt beschreiben. Für den Anschluss des Mikrofons wird



Ansicht der fertig bestückten Platine des Lauschverstärkers mit zugehörigem Bestückungsplan



**Stückliste:  
Lauschverstärker LV 100**

**Widerstände:**

470Ω .....	R21
2,2kΩ .....	R1, R2
4,7kΩ .....	R3, R14
6,8kΩ .....	R6
10kΩ .....	R4, R8, R11, R17, R18
15kΩ .....	R7, R9, R10
100kΩ .....	R12, R15
220kΩ .....	R5
470kΩ .....	R13
2,2MΩ .....	R16
PT15, liegend, 100kΩ .....	R20

**Kondensatoren:**

10pF/ker .....	C10
100pF/ker .....	C4
1,5nF/400V .....	C9
3,3nF/400V .....	C8
100nF/ker .....	C2, C16, C17, C19
100nF/63V/MKT .....	C6, C7, C13
1µF/63V/MKT .....	C3, C14
1µF/100V .....	C11, C20
2,2µF/63V .....	C12
10µF/25V .....	C1, C5, C15
100µF/16V .....	C18

**Halbleiter:**

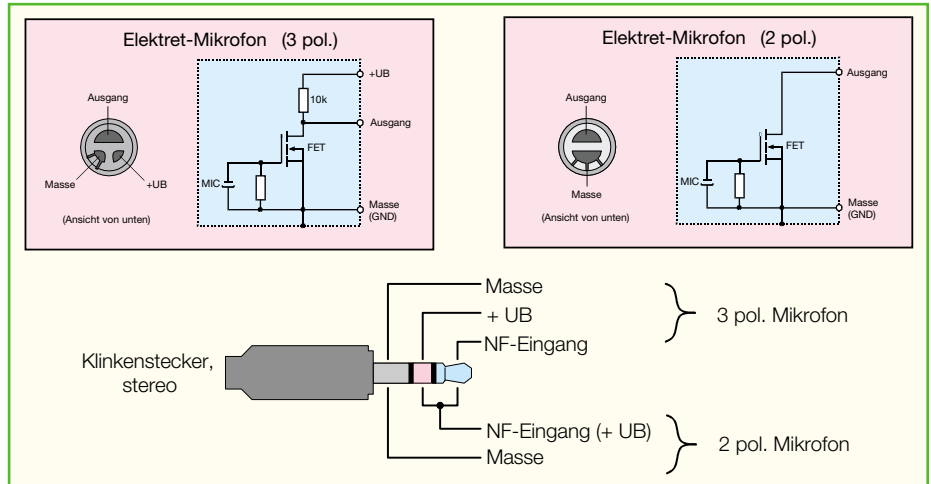
HT1036 (HT7136) .....	IC1
TL084 .....	IC2
CD4053 .....	IC3
TDA7052A .....	IC4
BF245B .....	T1
1N4148 .....	D1, D2

**Sonstiges:**

- Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print .....
- BU1, BU2
- Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print .....
- S1, S2
- Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint .....
- S3
- 9-V-Batterieclip .....
- ST4, ST5
- 1 Trimmer-Steckachse, 11,7 mm
- 1 Aufsteckdrehknopf, ø 16,5 mm, schwarz
- 4 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5 mm
- 1 Schaumstoffstück, selbstklebend
- 1 Gürtelclip, Typ894, schwarz, komplett
- 1 Gehäuse, bearbeitet und bedruckt, komplett
- 1 Klinkenstecker, 3,5 mm, stereo
- 1 Elektret-Einbaukapsel
- 100 cm abgeschirmte Leitung, 2-adrig

eine 2-adrige abgeschirmte Leitung verwendet. Es können sowohl 2-pol.- als auch 3-pol.-Elektret-Mikrofone zum Einsatz kommen. Eine genaue Anschlussbelegung des Steckers und verschiedener Elektret-Mikrofone ist in Abbildung 3 dargestellt.

Nach dem Einsetzen der Batterie ist das Gerät betriebsbereit.



**Bild 3 : Die genaue Anschlussbelegung des Klinkensteckers und verschiedener Elektret-Mikrofone.**

**Praxis**

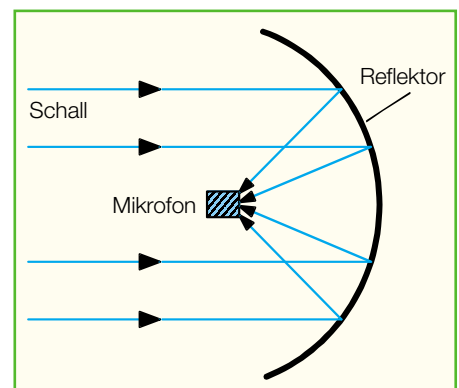
Wie gesagt, für die ersten Experimente mit dem Mikrofonverstärker kann die mitgelieferte Elektret-Mikrofonkapsel dienen. Doch bald wird man sich erweiterte Anwendungsmöglichkeiten erschließen wollen. Natürlich gibt es zahlreiche, hochleistungsfähige Mikrofone für die verschiedensten Aufgabenbereiche zu kaufen, etwa stark bündelnde Richtmikrofone, spezielle Körperschallmikrofone usw. Derartig spezielle Mikrofone sind jedoch sehr teuer - sie müssen schließlich hoch professionellen Ansprüchen genügen. Für den privaten Anwender kommen sie, vor allem auf Grund des hohen Preises, meist ohnehin nicht in Frage. Dennoch kann man mit etwas Geschick auch mit selbst gebauten Spezialmikrofonen hervorragende Ergebnisse erzielen, wie unsere eigenen Experimente in der Entwicklungsphase des Mikrofonverstärkers belegen. Die folgenden Vorschläge sind allerdings auch als solche zu betrachten - der eigenen Kreativität sind ja bekanntlich keine Grenzen gesetzt!

**Parabol-Mikrofon**

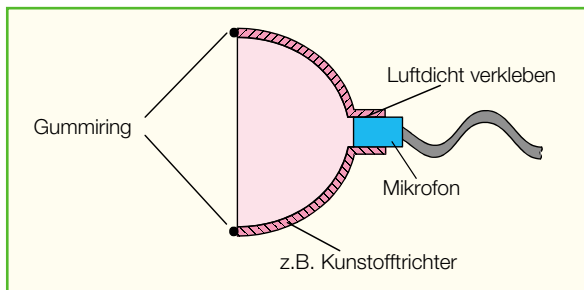
Ein Parabol-Mikrofon besteht aus einem Reflektor, in dessen Brennpunkt sich das Mikrofon befindet, so wie wir es von einer Satellitenantenne her kennen. Abbildung 4 zeigt die Anordnung. Es wird eine sehr gute Richtwirkung erzielt, die vom Durchmesser des Reflektors abhängig ist. Der Reflektor sollte zwar eine parabolische Form aufweisen, die sich mathematisch exakt berechnen lässt. Für einfache Experimente können aber auch ähnlich geformte Gegenstände verwendet werden (Halbkugel o. ä.). Wichtig bei der Materialauswahl ist eine gut schallreflektierende Oberfläche, also eine glatte und harte Oberfläche, wie wir sie etwa von Satellitenspiegeln her kennen. Wer eine Sat-Camping-

anlage mit einem kleinen 35-cm-Spiegel besitzt, kann diesen als Mikrofon-Reflektor einsetzen.

Den Brennpunkt für das Mikrofon bestimmt man wie folgt: Der Reflektor wird auf eine entfernte Schallquelle ausgerichtet und arretiert. Anschließend sucht man mit dem Mikrofon vor dem Spiegel den Punkt, bei dem der maximale Schallpegel erreicht wird (dabei natürlich nicht vor dem Spiegel stehen). Das Mikrofon muss unbedingt gefedert im Brennpunkt befestigt werden, um die Übertragung von Körperschall zu verhindern. Hierfür sind Gummibänder gut geeignet, mit denen das Mikrofon im Brennpunkt fixiert wird. Wer es ganz professionell machen will, befestigt das Mikrofon über drei Metallarme (bekommt man als Rundstäbe z. B. im Modellbauhandel zu kaufen), die über Gummi- oder Schaumstoff-Schwingungsdämpfer (ebenfalls aus dem Modellbau) mit dem Spiegel verbunden werden. Damit bekommt man, falls man das Gebilde zum Transport zerlegen muss, eine reproduzierbare Anordnung. Lagert man jetzt noch das Mikrofon in einem Gummi- oder Schaumstoffring, wird man mit einer derartigen Konstruktion hervorragende Ergebnisse erzielen können.



**Bild 4 : Die prinzipielle Konstruktion des Parabol-Mikrofons.**



**Bild 5: So einfach entsteht ein Stethoskop-Mikrofon.**

## Stethoskop

Das hier vorgestellte einfache Stethoskop ist in der Lage, Herz- oder auch andere Töne am Körper aufzunehmen. Wichtig hierbei ist, dass ein abgeschlossener und nicht zu großer Raum entsteht, der mit der Körperhaut luftdicht abschließt. Durch die Herzschläge wird die Luft in diesem Raum komprimiert. Diese sehr geringen Luftdruckänderungen übertragen sich dann direkt auf das Mikrofon. Ein professionelles Stethoskop, wie wir es vom Arztbesuch her kennen, besitzt hierzu eine hochwertige und sehr empfindliche Membran am Aufnehmer. Aber auch Mikrofone, die Störgeräusche in Maschinen orten sollen, sind ähnlich aufgebaut, nur noch besser körperschallisoliert.

Zum Bau eines einfachen Stethoskops eignet sich ein kleiner Kunststofftrichter mit einem Durchmesser von ca. 5 bis 7cm (siehe Abbildung 5). Die untere Öffnung des Trichters sollte so groß sein, dass hier genau eine Elektret-Mikrofonkapsel hineinpasst. Wichtig hierbei ist, dass das Mikrofon mit Silikon o. ä. luftdicht eingeklebt wird. Setzt man auf den Trichterrand eine Dichtung auf, kann sich dieser noch besser an die Unebenheiten des Körpers anpassen und der Wirkungsgrad des Stethoskop-Mikrofons verbessert sich stark.

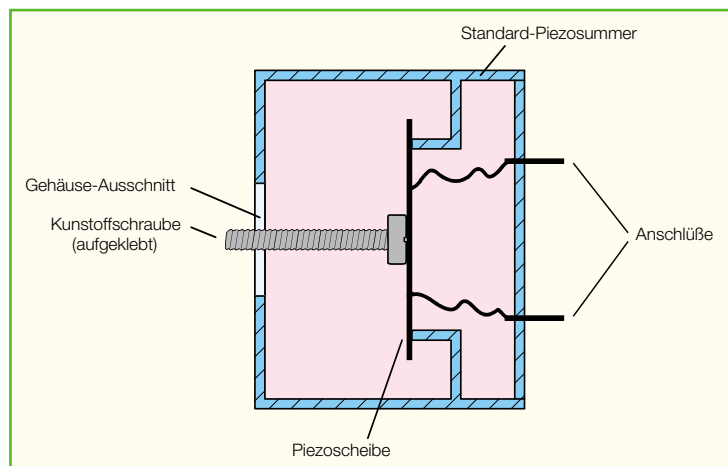
Abbildung 6 zeigt eine ähnliche, praxisbewährte Konstruktion, die aus einem aufgeschnittenen Tischtennisball entstand. Die Elektret-Mikrofonkapsel ist zur Körperschalldämpfung mit einem dicken Gummiring eingesetzt und der vordere Rand wurde mit einer weichen, mehrlagigen Gummidichtung, die Modellbauer zum Ab-



**Bild 6: Experimentieranordnung für ein Stethoskop-Mikrofon. Deutlich erkennt man die Gummilagerung der Mikrofonkapsel und die dicke Gummidichtung für den luftdichten Abschluss.**

schließen von Karosseriekanten einsetzen, bestückt. Durch die Mehrlagigkeit (die man durch die aufgrund des engen Radius des Tischtennisballs ungleichmäßigen Konturen im Bild sehen kann) wird eine perfekte Abdichtung erreicht. Zur besseren Handhabung und Körperschalldämpfung durch das Berühren des Mikrofons kann man die Außenhaut z. B. noch mit Stoff oder Gummibelagen.

Allerdings - den Gang zum Arzt erspart auch dieses Hilfsmittel nicht...



**Bild 7: Das Kontakt-Mikrofon überträgt Körperschall über einen Aufnehmer direkt auf die Membrane.**

## Kontakt-Mikrofon

Bei einem Kontakt-Mikrofon werden mechanische Schwingungen direkt auf die Membran eines Mikrofons übertragen. Mit einem solchen Mikrofon kann man z. B. Schall von einer Wand oder einer Glasscheibe aufnehmen und sozusagen durch die Wand hören. Je glatter, größer und harter diese Wand ist, desto schwingungsfreudiger ist sie, das heißt, sie gibt aufgenommenen Schall weitgehend wieder ab. Derartige Körperschallmikrofone gibt es



**Bild 8: Beispiel für ein Kontakt- bzw. Körperschall-Mikrofon**

im Zubehörhandel für Abhörgeräte zu kaufen, sie sind aber recht teuer (ca. 100 Euro).

Es gibt aber eine Low-Cost Alternative zum Selbstbau. Als Aufnehmer hierfür eignen sich hervorragend Piezo-Schallwandler, die normalerweise zur Schallerzeugung dienen. In Abbildung 7 ist ein solcher Piezo-Summer im Querschnitt dargestellt. Um einen direkten Kontakt zu der innenliegende Piezoscheibe zu erhalten, klebt man mit etwas Sekundkleber eine Kunststoffschraube von außen durch die Schallöffnung auf die Piezoscheibe. Wenn man nun dieses Gebilde vorsichtig mit leichtem Druck gegen z. B. eine Glasscheibe drückt, übertragen sich die Schallschwingungen direkt auf die Piezoscheibe. Beste Ergebnisse erzielt man mit eingeschaltetem Hochpassfilter, da so niederfrequente Rumpelgeräusche unterdrückt werden. Der Anschluss eines solchen Mikrofon an den LV 100 erfolgt über eine abgeschirmte Leitung. Der mittlere Kontakt des Klin-

kensteckers (+UB) wird hier nicht benötigt.

Abbildung 8 zeigt eine praktisch realisierte Variante. Hier wurde eine harte Kunststoffscheibe ebenfalls direkt auf die Membrane geklebt, die nur etwas über der Gehäuseschale der mit 35 mm Durchmesser recht großen Kapsel übersteht und so hervorragend platzierbar ist. Der relativ große Durchmesser des exakt planen und sehr harten Kunststoffscheibe erlauben eine sehr gute Schallabnahme.

Wer den Aufwand scheut, sich solch einen Abnehmer selbst zu bauen, der kann auch zu Experimentierzwecken einen der kleinen Mini-Lautsprecher mit durchsichtiger Kunststoffmembrane einsetzen, wie sie als Signalgeber bzw. Kleinlautsprecher verwendet werden. Diese wölbt sich in der Mitte oft leicht über den Gehäusering des Lautsprechers hinaus und kann so auch gut zur Körperschallaufnahme dienen.

Sie sehen schon allein an unseren wenigen Experimentieranschlägen, welche Anwendungen möglich sind - und der Fantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt. **ELV**