

Demonstrations- und Praktikumsversuche

zum Ultraschall mit einem Eigenbaugerät (Teil 2)

B. Ehret

4 Bauanleitung Ultraschallsender und Ultraschallempfänger (s. Abb. 11 u. 12)

4.1 Bau der Elektronik

1. Herstellung der Leiterplatten mit Hilfe der hinten angegebenen Platinenvorlagen nach dem Ätzverfahren. Kontrolle der Platinen auf Fehler (Brücken, Risse).
2. Bohrung der Platinen mit Bohrer $\varnothing$ 0,7 mm. Bei Lötstiften (im Bestückungsplan mit $\odot$ gekennzeichnet) mit Bohrer auf 1,3 mm $\varnothing$ aufweiten.

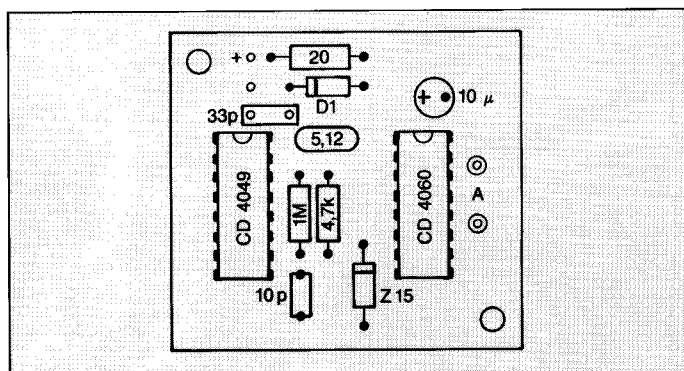


Abb. 11: Bestückung Ultraschallgenerator UG

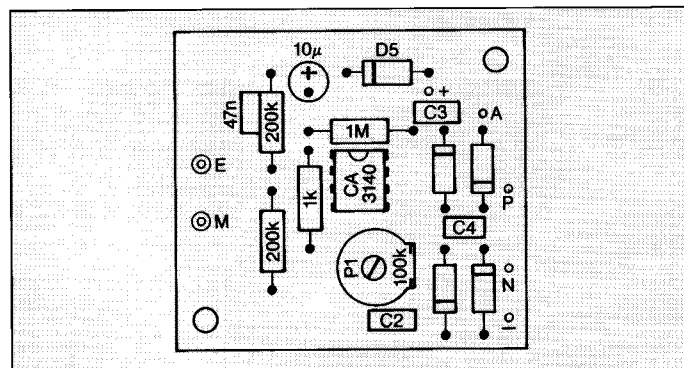


Abb. 12: Bestückung Ultraschallempfänger UE

3. Bestückung der Platinen UG und UE nach den Bestückungsplänen. Zuerst die Widerstände (Anschlüsse passend umbiegen) und die IC-Fassungen einlöten anschließend die Kondensatoren, wobei bei den Elektrolytkondensatoren auf die Polung zu achten ist. Die Lötstifte in die vorbereiteten Bohrungen einsetzen und verlöten. Zum Schluß werden der Quarz (z. B. 5,12 MHz) und die Dioden eingelötet, wobei bei den Dioden auf die richtige Polung zu achten ist (siehe Markierungen in den Bestückungsplänen!).

4. Falls ein anderer Teilungsfaktor als 2_7 gewünscht wird, ist die Verbindungsleiterbahn vom Pin 6 IC CD 4060 zum IC CD 4049 beim UG zu unterbrechen, und eine Drahtbrücke auf der Kupferseite der Platine UG so einzulöten, daß der gewünschte Teiler Ausgang mit dem IC CD 4049 verbunden wird (Vergleiche Abb. 8).

5. An die Stromversorgungsanschlüsse + bzw. - sind jeweils Kabel von ca. 50 mm Länge (Farbe rot bzw. blau) zum Anschluß an die Bananenbuchsen anzulöten; ebenso an den Anschlüssen A und P, N der Platine UE (andere Kabelfarbe).

6. Bevor die Gehäuse gebohrt werden, muß entschieden werden, wie die Piezo-Wandler an die Geräte UG und UE angeschlossen werden sollen. Siehe dazu Bauanleitung Teil 4.2: Anschluß der Piezo-Wandler.

7. Bohrung der Gehäuse nach den Bohrschablonen. Die Bohrschablonen werden dazu auf die Gehäuseunterteile aufgelegt und die Bohrmittelpunkte werden mit einem Dorn markiert.

Alle Bohrungen mit 1,5 mm vorbohren. Dann die Bohrungen mit 3 mm, 4 mm usw. vorsichtig aufweiten, bis der gewünschte Durchmesser erreicht ist. Die Gehäuseunterteile müssen dabei fest eingespannt werden. Ab 5 mm Bohrmaschine auf kleinste Drehzahl stellen. Mit Spiritus schmieren. Vorsicht! Bohren von dünnem Alu-Blech erfordert Umsicht und Geschick! Verletzungsgefahr!

8. Einbau der Bananenbuchsen in die Gehäuse. Es ist zweckmäßig, vor dem Einbau den farbigen Kopf vom Metallgewinde der Buchse abzuschrauben, und den vorderen Teil des Metallgewindes mit wenig Zweikomponentenkleber einzustreichen. Dann wird der farbige Kopf wieder auf das Metallgewinde aufgeschraubt. Jetzt kann der Buchsenkopf hinten ebenfalls mit Zweikomponentenkleber eingestrichen und in die Gehäusebohrung eingesetzt werden. Von der Gehäuseinnenseite her wird jetzt der farbige Isolerring auf die Metallbuchse aufgesetzt, der zuvor ebenfalls mit Kleber eingestrichen wurde. Die Buchse erhält eine Unterlegscheibe und wird mit einer Mutter im Gehäuse eingeschraubt. Sie kann sich später im Gehäuse nicht mehr lockern. Eine zweite Mutter dient zum Kontern.

9. Durch die Bohrung $\varnothing$ 10 mm im Gehäuseboden wird das Gewinde eines Stativstabes (Länge z. B. 30 cm) geführt und von innen mit einer Mutter M10 verschraubt, wobei die Mutter M10 mit Zweikomponentenkleber auf den Gehäuseboden geklebt werden kann. Es ist zweckmäßig, den Stativstab dann immer im Gehäuseboden zu belassen.

10. Die Platinen werden mit Hilfe von Messing-Distanzbolzen 15 mm (bzw. 10 mm und Plastik-Distanzrollen 5 mm) und Schrauben M3 in die Gehäuse eingeschraubt. Es ist dar-

auf zu achten, daß das M10-Gewinde des Stativstabes keinesfalls mit der Platine Kontakt haben kann.

11. Anschluß der Stromversorgungskabel rot bzw. blau an die entsprechenden Bananenbuchsen bei Sender UG und Empfänger UE.

Anschluß der Kabel A, P und N (Empfängerausgänge) an die Ausgangsbuchsen des Empfängers.

12.a) Der Empfänger-Wandler (z. B. SQ 40R, s. Abb. 13) wird durch die Bohrung(en) im UE-Gehäuse gesteckt und an die Lötstifte E, M des UE angelötet (Lötstifte zuvor verzinnen). Es ist darauf zu achten, daß der isolierende Anschlußstift des Wandlers an den Lötstift E der Platine UE angelötet wird und keinen Kontakt mit dem UE-Gehäuse haben kann (evtl. Isolierschlauch überstreifen). Ein Kontakt des Wandlergehäuses mit dem UE-Gehäuse schadet nicht.

b) Wird der UE-Wandler nicht fest mit dem UE verbunden, so sind die Eingangsbuchsen des UE mit den Lötstiften E, M durch Kabel zu verbinden.

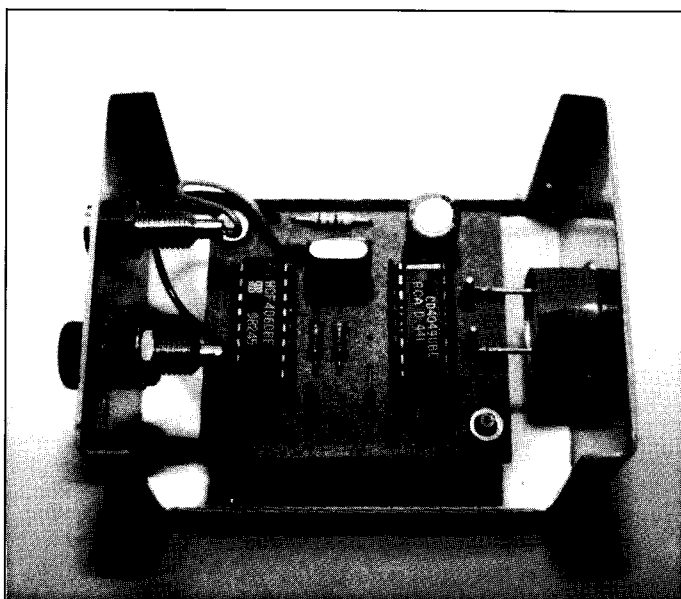
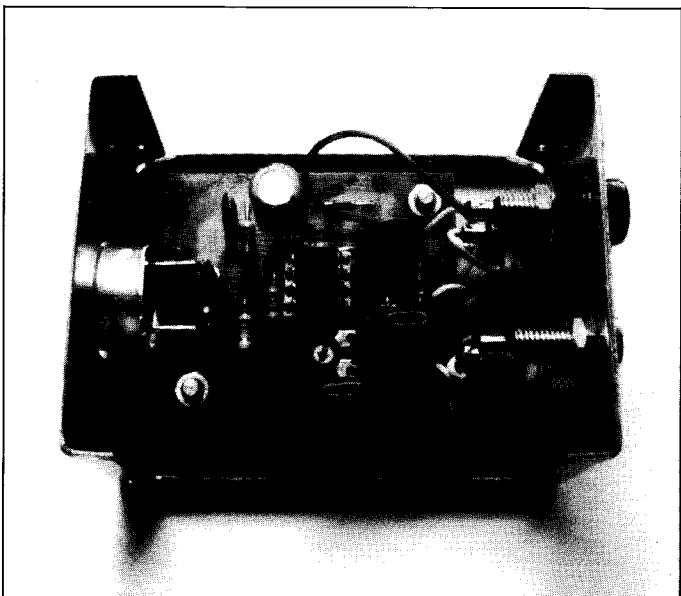


Abb. 13: Ultraschallgenerator UG mit fest eingebautem Wandler SQ 40T

Abb. 14: Ultraschallempfänger UE mit fest eingebautem Wandler SQ 40R



13.a) Entsprechend wird der Sender-Wandler (z. B. SQ 40T, s. Abb. 14) an die Lötstifte A des UG angeschlossen. Dabei darf der UG-Wandler keinesfalls Kontakt mit dem UG-Gehäuse haben und ist deshalb mit Isolierband zu umwickeln; Zwischen Wandlergehäuse und UG-Gehäuse wird zudem eine passend zurechtgeschnittene Kartonscheibe zur Isolierung gelegt.

b) Wird der UG-Wandler nicht fest mit dem UG verbunden, so sind die Ausgangsbuchsen des UG mit den Lötstiften A durch Kabel zu verbinden.

14. Einsetzen der IC's in die Fassungen. Auf richtiges Einsetzen achten (Lage der Kerben an den Enden der IC-Gehäuse wie im Bestückungsplan!).

Die IC's müssen beim Einsetzen vor statischen Ladungen geschützt werden (übliche Schutzmaßnahmen!).

15. Funktionskontrolle:

Anschluß der Versorgungsspannungen an Sender (9 V–16 V =) und Empfänger (9 V–20 V=).

Ein Oszilloskop an die Anschlüsse A des Senders angeschlossen, muß ein Rechtecksignal von 40 kHz mit einer Amplitude von ungefähr der Betriebsspannung des Senders zeigen. (Bei der Überprüfung des Senders mit einem Oszilloskop muß die Spannungsversorgung des Senders massefrei sein).

Wird das Oszilloskop an die Ausgangsbuchsen des Empfängers angeschlossen, so muß eine Wechselspannung von einigen Volt angezeigt werden, wobei die Frequenz wiederum genau 40 kHz betragen muß. Empfänger und Sender sind dabei in einem Abstand von ca. 2 m aufeinander auszurichten. Das Potentiometer P1 des Empfängers wird auf max. Verstärkung gestellt, ohne daß der Empfänger zu selbständiger Schwingung neigt.

Wird ein Frequenzzähler an den Empfängerausgang A angeschlossen, so muß dieser eine stabile Frequenz von ca. 40 kHz anzeigen.

Stückliste:

Sender UG

IC1	CD 4060
IC2	CD 4049
D1	1N 4148
D2	BZX 15 V
C1	33 p
C2	10 p
C3	Elko 10 µ/25 V
R1	4,7 kΩ
R2	1 MΩ
R3	20 Ω
Q1	5,12 MHz
2 IC-Fassungen 16-polig	
Platine UG	
Wandler SQ 40T	

Empfänger UE

IC 1	CA 3140
D1—D4	AA 112
D5	1N 4148
C1	47 n
C2, C4	100 n
C3	10 n
C5	Elko 10 µ/25 V
R1, 2	200 kΩ
R3	1 kΩ
R4	1 MΩ
P1	100 kΩ
IC-Fassung 8-polig	
Platine UE	
Wandler SQ 40R	

Zubehör

- 4 Lötstifte
- 2 Gehäuse 72×56×42 mm mit 4 Blechschrauben (Firma Teko)
- 2 Bananenbuchse rot mit Scheibe und zwei Muttern
- 3 Bananenbuchse farbig mit Scheibe und zwei Muttern
- 3 Bananenbuchse blank mit Scheibe und zwei Muttern
- 4 Distanzbolzen M3×15 mm (oder M3×10 und Distanzrolle 5 mm)
- 4 Schraube M3×5 mm
- 4 Schraube M3×5 mm (oder M3×10 mm)
- 2 Mutter M10

4.2 Anschluß der Piezo-Wandler und Gehäuseausführungen

Beim Anschluß der Piezo-Wandler an den Ultraschallgenerator UG bzw. an den Ultraschallempfänger UE sind unabhängig voneinander verschiedene Ausführungen möglich. Je nach Anschlußvariante sind die Gehäuse der Geräte zu bearbeiten.

Ausführung a ist insbesondere für den UE geeignet, ebenso für den UG beim Dopplereffekt. Ausführung b wird für den UG bei Interferenzversuchen empfohlen.

a) 1. Der Wandler wird an die Lötstifte der jeweiligen Platine fest angelötet. Die Anschlußstifte des Wandler werden dabei isoliert durch die Bohrungen 3 mm an den Gehäusefronten geführt und mit Lötropfen an die Lötstifte auf der Platine angelötet.

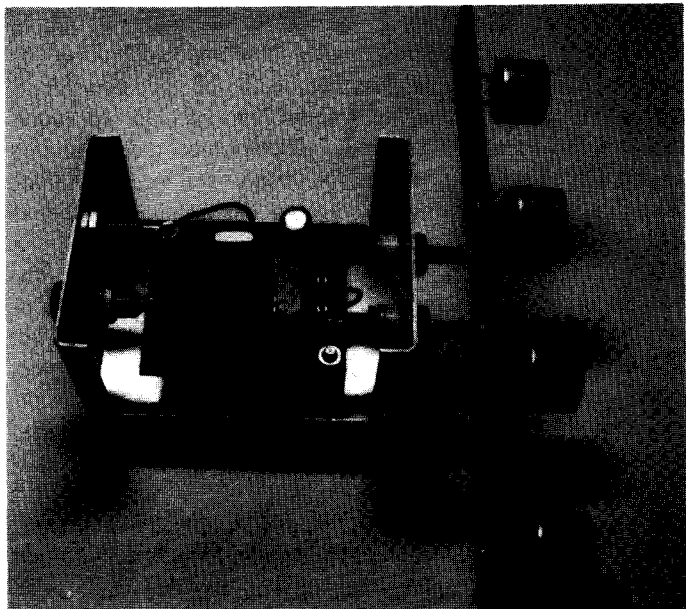


Abb. 15: Ultraschallgenerator mit Buchsenanschluß und aufgestecktem Lochrasterplattenstreifen mit vier Wandlern SQ 40T und Reihenwiderstand 15 kΩ

2. Noch besser ist es, für den Wandler einen Durchbruch von ca. 18 mm Ø in das Gehäuse zu stanzen, und den Wandler so etwas ins Gehäuseinnere zu bringen, wo er besser

geschützt ist (Abb. 1, 13, 14). Allerdings wird dazu entsprechendes Stanzwerkzeug benötigt.

b) Für den Anschluß des Wandler werden Bananenbuchsen in das Gehäuse eingebaut und:

1. Der (die) Wandler wird (werden) auf ein Stück Lochrasterplatine gelötet. Zwei Einbau-Bananenstecker werden ebenfalls an die Lochrasterplatine angelötet. (Entsprechende Stecker sind auch bei den Lehrmittelfirmen erhältlich; Steckechnik). Die Lochrasterplatine mit Stecker kann dann einfach auf das Gehäuse aufgesteckt werden. (Abb. 4, 5, 15). Auf die Lochrasterplatine kann zusätzlich ein Potentiometer ca. 15 kΩ in Reihe mit dem(n) Wandler(n) angeschlossen werden, der es ermöglicht, auf einfache Weise die Intensität des Ultraschallsenders zu verringern, so daß der Empfänger nicht übersteuert wird (Abb. 15).

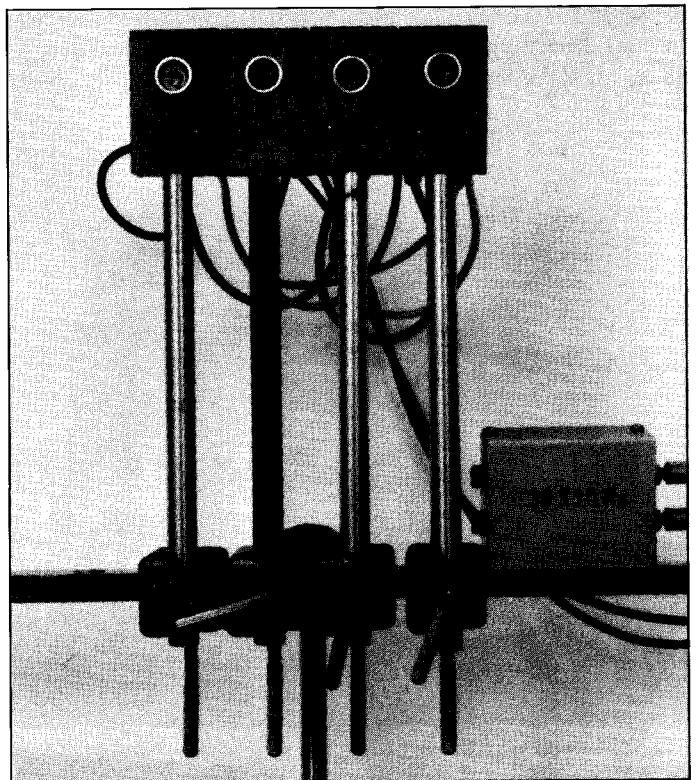
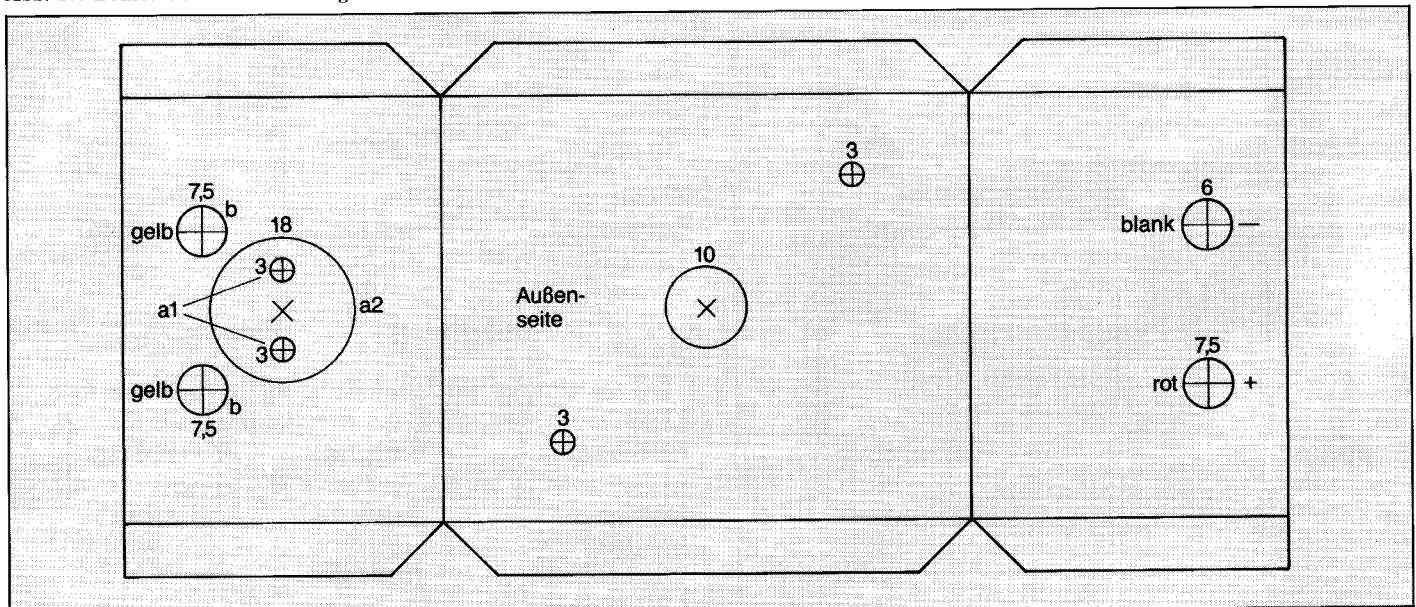


Abb. 16: Wandler SQ 40T in Halterungen mit eingebauten Bananenanschlußbuchsen

Abb. 17: Bohrschablone Ultraschallgenerator UG



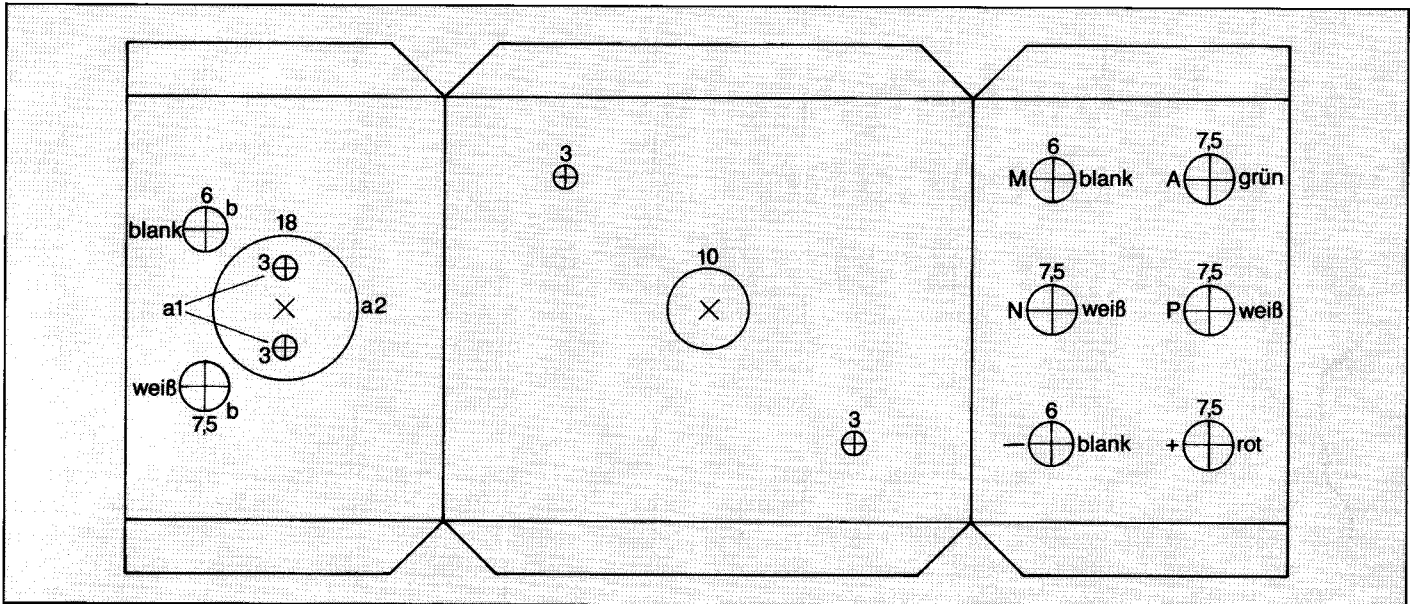


Abb. 18: Bohrschablone Ultraschallempfänger UE

Mit Hilfe von Lötstiftverbindungen können wahlweise ein, zwei oder mehrere Wandler an den UG angeschlossen werden.

Mehrere Wandler sind dabei auf der Lochrasterplatine sorgfältig auszurichten, wenn Interferenzversuche gut gelingen sollen (evtl. auch Wandler vertauschen).
oder

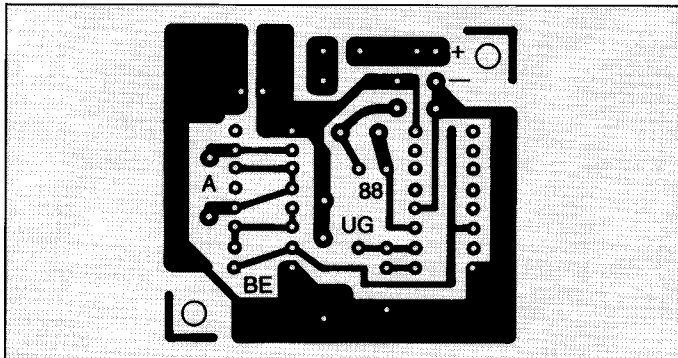


Abb. 19: Platinenvorlage Ultraschallgenerator UG

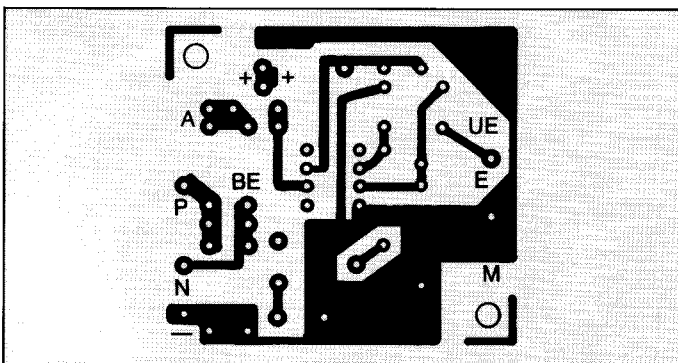


Abb. 20: Platinenvorlage Ultraschallempfänger UE

schraubt werden können (Abb. 3, 16). Diese Möglichkeit ist relativ aufwendig, hat jedoch den Vorteil, daß der Abstand der Wandler bei Interferenzversuchen beliebig eingestellt werden kann.

Bohrschablonen für die Gehäuse:

Alle Bohrungen bzw. Durchbrüche in mm Ausführungsmöglichkeiten a1, a2 bzw. b

Schablone auf Gehäuse legen und Bohrmittelpunkte durchdrücken (s. Abb. 17, 18).

Platinenvorlagen Abb. 19, 20.

Literatur

- [1] Heinz-Werner Oberholz; Experimente mit Ultraschall, PdN-Ph.; Heft 8/78
- [2] Rudolf Löhken; Dopplereffekt mit Ultraschall, PdN-Ph.; Heft 3/80
- [3] Hermann Zeuner; Interferenzversuche mit Schall und Ultraschall; PDN-Ph.; Heft 3/80
- [4] Heinz Mütting; Der Doppler-Effekt an der Luftkissenfahrbahn; PdN-Ph.; Heft 2/84

Bezugsquellen

- (1) Völkner elektronik, Postfach 5320, 3300 Braunschweig (Elektronische Bauteile, Piezo-Wandler, Gehäuse)
 - (2) Conrad Elektronik, Klaus-Conrad-Str. 1, 8452 Hirschau (Elektronische Bauteile, Piezo-Wandler, Gehäuse)
- Platinen und einige Bausätze sind auch nach Anfrage über den Verfasser zu beziehen.

Anschrift des Verfassers:

Bernhard Ehret, Metzenwiesenstraße 20, 7056 Weinstadt 1

Hinweis

Den 1. Teil dieser „SERIE“ finden Sie in Heft 1/38. Im nächsten Heft folgen Versuchsblätter zu den hier beschriebenen Ultraschallgeräten.

2. Die Wandler werden in einzelne Halterungen, die man sich aus Holzbrettchen oder Kunststoffplatten herstellt, eingeklebt; Bananenbuchsen dienen zum Anschluß. Die Halterungen werden mit einem Gewinde oder einer eingeklebten Mutter M10 versehen, so daß sie auf Stativstäbe aufge-