

In die Flucht geschlagen –



PIR-Hundeschreck

Der PIR-Hundeschreck hält Hunde, Katzen und andere ungebetene Tiere vom Garten, Gemüsebeet oder einem anderen Ort fern. Erfasst der integrierte Bewegungsmelder des PHS 1 ein Tier, sendet er für eine gewisse Zeit einen sehr lauten Ultraschall-Ton aus, der für Hunde und Katzen unangenehm ist und sie vertreibt. Durch Batteriebetrieb ist der PHS 1 überall frei platzierbar.

Schonend verjagen

Schon wieder riecht der Fußabstreifer vor der Haustür durchdringend, ein Beet ist zerwühlt oder die Blumen sind abgenickt ... Verursacher sind meist unsere vierbeinigen Lieblinge, die in Gestalt der herumstreunenden Nachbarskatze eben gern ihre Geschäfte nachts auf der warmen Fußmatte an der geschützten Haustür verrichten. Oder man hat einen jungen Hund, der mit wachsender Begeisterung den lockeren Boden der Gartenbeete zerwühlt. Und wer nicht allzu weit von Feld und Wald wohnt, bekommt nachts oft Besuch aus dem Wald – z. B. Kaninchen, die sich an den frischen Gartenblumen gütlich tun.

Derlei Beispiele kennt sicher jeder, der einen Garten besitzt. Die wohl einfachste und vor allem schonendste Art, diese ungebetenen Gäste zu vertreiben oder wenigstens dahingehend zu erziehen, bestimmte Areale nicht zu betreten, besteht traditionell in der Konfrontation mit für diese unangenehmen Tönen. Besonders sehr hohe Töne, die schon nahe dem Ultraschallbereich liegen, also für Menschen nicht oder fast nicht hörbar sind, fungieren als Warntöne für Tiere, die diese Frequenzen noch wahrnehmen können. Dies sind Hunde und Katzen ebenso wie Nager und auch die meisten Vogelarten. Diese spezifischen Töne sind für den Menschen unschädlich und (fast) nicht hörbar. Sie liegen oberhalb 20 kHz – der normale Hörbereich des

Menschen endet bei etwa 16 kHz. Meist sind nur jüngere Menschen mit sehr gutem Gehör in der Lage, auch höhere Frequenzen direkt zu hören – natürlich gibt es Ausnahmen! Auch findet hier oft keine direkte Ton-Wahrnehmung mehr statt, sondern eher ein unangenehmes, diffuses Gefühl. Vergleichbar ist die Wirkung der Ultraschallfrequenzen auf Tiere mit jener, die wir empfinden, wenn wir die Zeilenfrequenz eines nicht ganz intakten Fernsehers hören – ein hässliches Pfeifen, das, sofern man es mit seinen mehr als 15 kHz bewusst hören kann, einen Aufenthalt im Raum ganz sicher verleidet. Ungleich stärker wirken solche Frequenzen auf Tiere. Da diese dem Signal aus dem Weg gehen, das dann auch unmittelbar endet, besteht keine Gefahr für die Tiere wegen anhaltender „Beschallung“.

Der in diesem Artikel vorgestellte PIR-Hundeschreck arbeitet mit einer Ausgabe-frequenz von ca. 20 kHz, die nur dann durch einen kräftigen Piezogeber abgestrahlt wird, solange sich das Tier im Überwachungsbereich des integrierten Bewegungsmelders befindet.

Funktion und Einsatz

Die Erfassung des Tieres erfolgt durch einen PIR-Sensor (PIR – Passiv-Infrarot-Sensor), der zusammen mit der zugehörigen 17-Zonen-Linse einen weiten Überwachungsbereich realisiert. Durch den dadurch erreichten 360-Grad-Überwachungsbereich kann man bei geeigneter Anbringung bzw. Aufstellung des PHS 1 eine Rundum-Überwachung eines Areals bis ca. 4 x 4 m erreichen.

Der PIR-Bewegungsmelder besteht zunächst aus einem Pyrosensor, der die Wärmeabstrahlung (Infrarotbereich, ca. 10 µm Wellenlänge) eines tierischen (und auch menschlichen) Körpers registriert und bei einem Auftreten einer solchen sich bewegenden Wärmeabstrahlung eine Signalspannung abgibt. Die vorgesetzte Linse als zweiter Bestandteil des Sensors lenkt die Infrarotstrahlung aus allen Richtungen des Erfassungsbereiches direkt auf eines der beiden integrierten Sensorelemente des Pyrosensors. So kann man sehr schnell Bewegungen einer Wärmequelle registrieren. Wer mehr über Aufbau und Wirkungswei-

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 9-V-Block
 Stromaufnahme:
 Stand-by: ca. 1,5 mA
 Alarm: ca. 30 mA
 Gehäuseabmessungen:
 60 x 141 x 26 mm (B x H x T)
 Schallfrequenz: >20 kHz

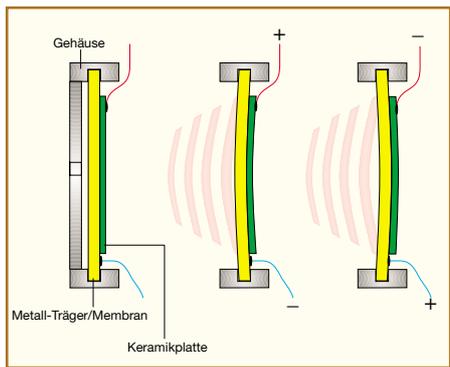


Bild 1: Prinzipaufbau und Arbeitsweise eines Piezoschwingers

se eines Pyrosensors erfahren will, sei auf den Artikel „Bewegungsmeldermodul PIR13“ in diesem Heft verwiesen.

Eine dem Sensor nachgeschaltete Auswerteelektronik unterdrückt Störungen, verstärkt das Sensorsignal und aktiviert schließlich einen Ultraschall-Generator, der eine Frequenz von ca. 20 kHz auf einen leistungsfähigen Piezoschwinger ausgibt. Ein Piezoschwinger ist aufgrund seiner Bauart besonders dazu geeignet, derartig hohe Töne mit hoher Intensität abzugeben. Auch in der Lautsprechertechnik findet man oft mit Piezoschwingern aufgebaute Hochtonlautsprecher, die für eine exzellente Hochtonwiedergabe sorgen.

Der Piezoschwinger basiert auf dem so genannten Piezoeffekt. Dabei wird eine Keramikplatte durch Anlegen eines elektrischen Feldes mechanisch verformt – je höher die Spannung ist, desto größer fällt die mechanische Ablenkung aus. Abbildung 1 demonstriert den Effekt. Legt man eine Wechselspannung an, funktioniert die Kristallfläche wie eine Lautsprechermembran, es entstehen Schallwellen. Die Effektivität dieser von den Abmessungen sehr kompakten Schallwandler hängt neben der Höhe der zugeführten Spannung auch davon ab, wie dicht die zugeführte Frequenz an der Resonanzfrequenz des Piezoschwingers liegt. Meist ist der Schwinger in einem Gehäuse montiert, das genau auf dessen Resonanzfrequenz abgestimmt ist und damit noch verstärkend wirkt.

So eignet sich der Piezoschwinger hervorragend für unser Vorhaben, Töne oberhalb einer Frequenz von 20 kHz bei besonders kompakter Bauweise und mit hoher Leistung abzugeben.

Der Einsatz des PHS 1 ist ganz einfach. Das mit einer 9-V-Blockbatterie zu bestückende Gerät wird eingeschaltet und am zu überwachenden Ort aufgestellt bzw. aufgehängt. Das kann einfach die Aufstellung auf dem Boden sein, wobei hier die Reichweite eingeschränkt ist, aber auch die erhöhte Aufstellung, z. B. auf einem Treppenabsatz, einem geeigneten Geländer oder die Anbringung an einer Wand. Im Garten bietet sich auch die Anbringung an einem 2 bis 3 m hohen stabilen Mast mit „Blickrichtung“ des PIR-Sensors nach unten an – hier nutzt man die Rundum-Absicherung der Sensor-Linse am effektivsten aus.

Betrifft ein Tier (oder auch Mensch) das überwachte Areal, erfolgt die bereits beschriebene Signalabgabe, solange sich das Tier im Überwachungsbereich bewegt. Die meisten Tiere lernen in kurzer Zeit, dass dieses Areal nicht betreten werden darf, so dass sich der permanente Einsatz des

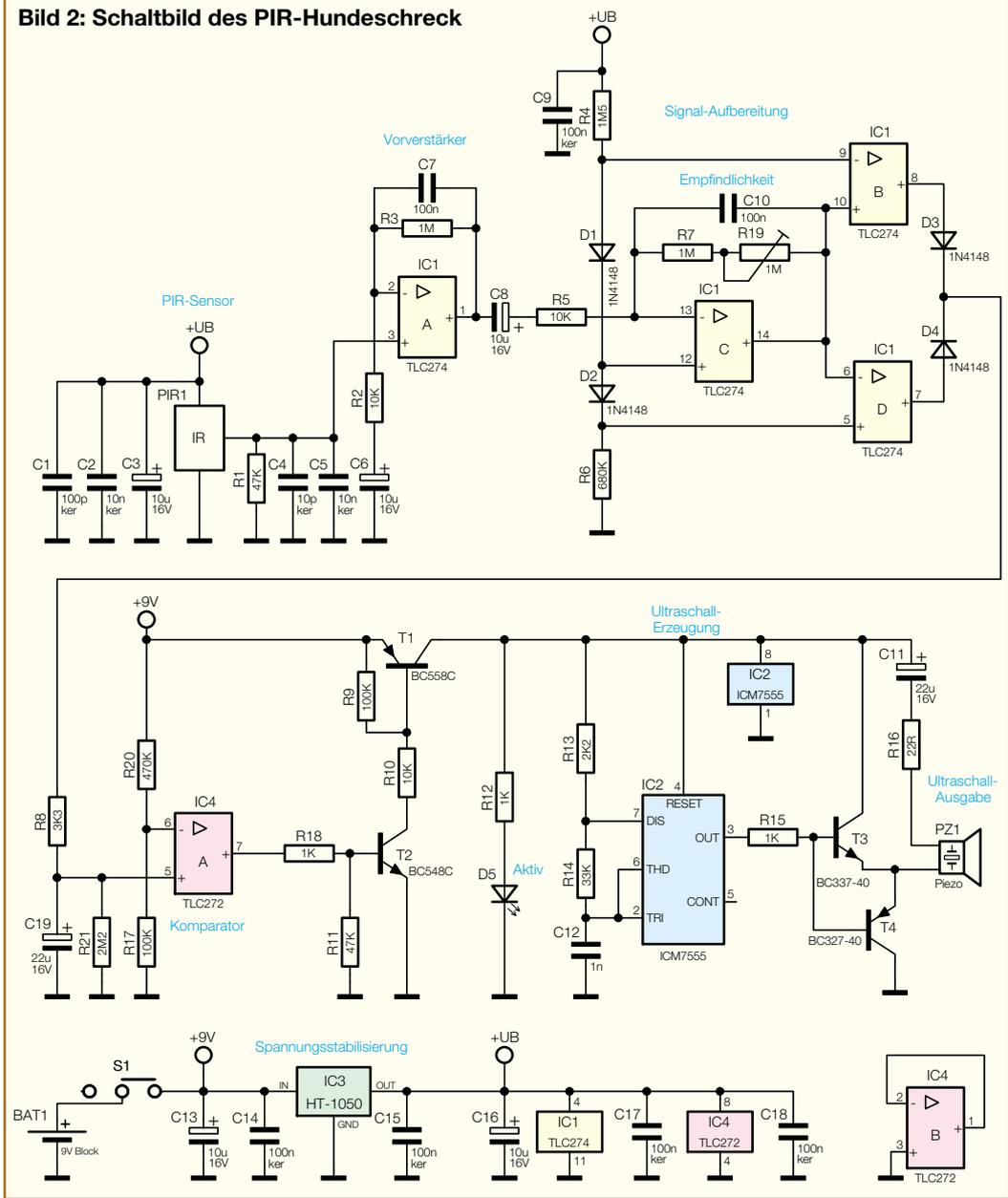
Gerätes an einer Stelle erübrigt und man das Gerät an wechselnden Standorten einsetzen kann.

Schaltung

Das gesamte Schaltbild des PIR-Hundeschreck (PHS 1) ist in Abbildung 2 dargestellt.

Im unteren Drittel ist die Spannungsversorgung und -stabilisierung zu sehen. An den Batterie-Clip (BAT 1) wird ein 9-V-Block zur Versorgung der Schaltung angeschlossen. Über den Schiebeschalter S 1 gelangt diese Versorgungsspannung auf den Spannungsregler IC 3. Der Elko C 13 dient zur Pufferung der Batteriespannung. IC 3 gibt an seinem Ausgang eine stabilisierte Spannung von 5 V aus. Diese Spannung wird als Betriebsspannung für die verwendeten ICs benötigt. Die Kondensatoren C 14 und C 15 dienen

Bild 2: Schaltbild des PIR-Hundeschreck



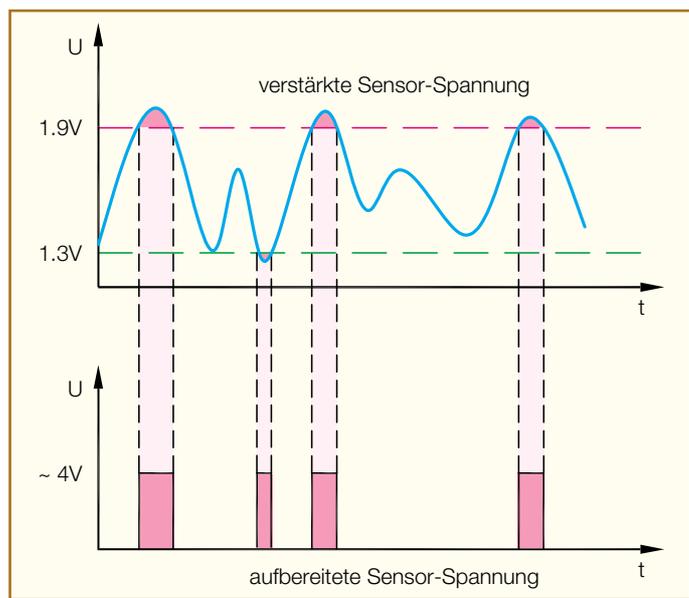


Bild 3: Aufbereitung der Sensor-Spannung

zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung am Spannungsregler IC 3. Der Elko C 16 sorgt für eine weitere Stabilisierung der Betriebsspannung. Die Kondensatoren C 17 und C 18 bewirken eine weitere Störunterdrückung der Betriebsspannung an IC 1 und IC 4.

Kommen wir nun zu den weiteren Schaltungsteilen. Oben links im Schaltbild befindet sich der PIR-Sensor PIR 1. Dieser nimmt, noch durch die aufgesetzte Linse verstärkt, die sich verändernden Wärmestrahlungen in der Umgebung wahr und gibt diese, gewandelt in minimale Spannungsdifferenzen, an die nachfolgende Verstärkerstufe weiter. Die Kondensatoren C 1 bis C 3 verhindern Störeinkopplungen in den PIR-Sensor über die Betriebsspannung bzw. puffern diese. Fehlauflösungen durch äußere elektromagnetische Einflüsse werden dadurch wirkungsvoll unterdrückt. Die geringe Ausgangsspannung des PIR-Sensors wird durch den Operationsverstärker IC 1 A, der als nichtinvertierender Verstärker beschaltet ist, um den Faktor 100 verstärkt. Der Verstärkungsfaktor dieses nichtinvertierenden Operationsverstärkers lässt sich wie folgt berechnen:

$$v = \frac{R_3}{R_2} = \frac{1M\Omega}{10k\Omega} = 100$$

Der Kondensator C 7 in Verbindung mit R 3 und der Elko C 6 in Verbindung mit R 2 legen den Frequenzgang und somit die obere und untere Grenzfrequenz der Vorverstärker-Stufe fest. Dieser Frequenzgang ist stark eingegrenzt und ermöglicht dem Vorverstärker nur eine maximale Verstärkung im Bereich von 1 bis 3 Hz.

Diese Maßnahme erreicht, dass nur das Nutzsignal verstärkt wird. Das verstärkte Signal gelangt über den Elko C 8, der zur Gleichspannungsentkopplung dient, auf den zweiten Operationsverstärker. Dieser,

als invertierender Operationsverstärker beschaltet, erlaubt eine Empfindlichkeits-Einstellung. Der Verstärkungsfaktor lässt sich mit dem Poti R 19 zwischen 100 und 200 einstellen.

Die so nochmals verstärkte Sensor-Spannung gelangt auf die Eingänge der nachgeschalteten Operationsverstärker (IC 1 B, IC 1 D). Diese arbeiten als so genannter Fenster-Komparator, der die Auswertung der detektierten und verstärkten Sensor-Spannung vornimmt. In der Abbildung 3 ist die Aufbereitung der Sensor-Spannung dargestellt. Die Fenstergrenzen werden durch die Spannungsteilerkette, bestehend aus R 4, D 1, D 2 und R 6, festgelegt. Die obere Grenze liegt bei ca. 1,9 V, die untere Grenze bei ca. 1,3 V. Der Operationsverstärker IC 1 B vergleicht die verstärkte Sensor-Spannung mit der oberen Fenstergrenze. Ist die verstärkte Sensor-Spannung größer 1,9 V, so wechselt der Ausgang von IC 1 B auf „high“. Im Gegensatz dazu vergleicht der Operationsverstärker IC 1 D die Sensor-Spannung mit der unteren Fenstergrenze. Wird diese unterschritten, so wird der Ausgang der Signal-Aufbereitung ebenfalls auf „high“ geschaltet. Bewegt sich die Sensor-Spannung innerhalb der Fenstergrenzen, so verbleibt der Ausgang auf „low“. Durch diesen Fensterkomparator wird gewährleistet, dass nicht jede minimale Schwankung der Sensor-Spannung eine Ultraschall-Erzeugung auslöst. Die Dioden D 3 und D 4 sind zum Schutz der Operationsverstärker-Ausgänge (IC 1 B und IC 1 D) erforderlich.

Die aufbereitete Sensor-Spannung gelangt daraufhin über den Widerstand R 8 auf den Elko C 19, der sich dadurch auf eine Spannung von etwa 4 V aufladen kann. Diese Spannung liegt an dem nachfolgenden Operationsverstärker IC 4 A an, der als Komparator (Vergleicher) arbeitet. Durch den Spannungsteiler R 20

und R 17 liegt am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 4 A eine konstante Spannung von etwa 1,6 V an. Überschreitet die Spannung des durch die aufbereitete Sensor-Spannung geladenen Elkos C 19 die 1,6-V-Grenze des invertierenden Eingangs, so wird der Ausgang dieses Operationsverstärkers (IC 4 A) auf „high“ geschaltet. Der geladene Elko C 19 wird nun langsam über den Widerstand R 21 entladen.

Unterschreitet hingegen die Spannung von C 19 die 1,6-V-Grenze, so wird der Ausgang des IC 4 A auf „low“ geschaltet. Durch die Entladung des C 19 wird eine zeitlich begrenzte „Aktiv-Schaltung“ des PHS 1 gewährleistet. Dies ist hinsichtlich der Batterie-Lebensdauer eine wichtige Eigenschaft.

Der „High-Pegel“ am Ausgang von IC 4 A bewirkt das Durchschalten der Transistoren T 2 und T 1 und damit ein Zuschalten der Betriebsspannung auf die Ultraschall-Erzeugung. Die leuchtende LED D 5 signalisiert eine „Aktiv“-Schaltung der Ultraschall-Erzeugung des PHS 1.

Der Ultraschall wird mit dem IC 2 (Typ ICM 7555) erzeugt. Die äußere Beschaltung des IC 2 bewirkt eine Frequenzeinstellung auf:

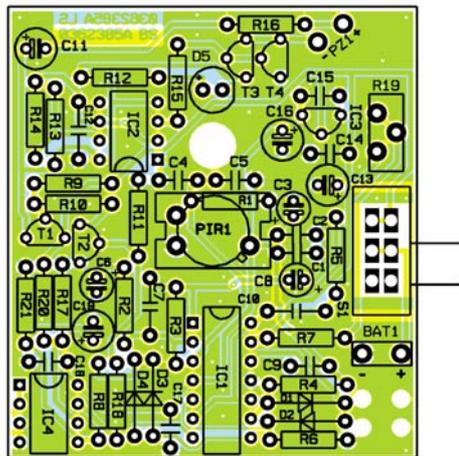
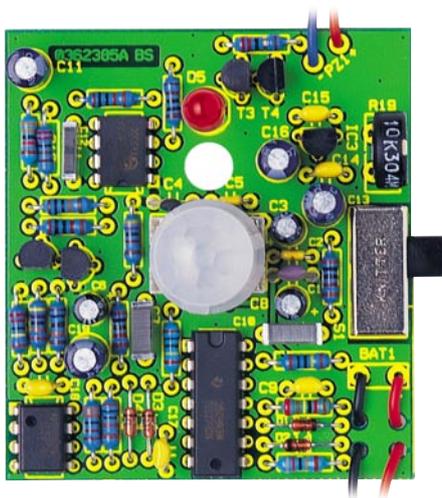
$$F = \frac{1,38}{(R_{13} + 2 \cdot R_{14}) \cdot C_{12}} = 20,2kHz$$

Dieses Ultraschallsignal wird über die Transistoren T 3 und T 4 verstärkt und auf den Piezo-Lautsprecher ausgegeben.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer einseitig beschichteten Platine. Der vorwiegende Einsatz herkömmlicher, bedrahteter Bauteile macht den Aufbau auch für Elektronik-Einsteiger recht einfach.

Anhand der Stückliste, des Bestückungsplans und des Platinenfotos beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden, Kondensatoren 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 einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen. Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Dioden sind an der Kathodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren



Ansicht der fertig bestückten Platine des PIR-Hundeschreck mit zugehörigem Bestückungsdruck

muss. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol markiert. Die ICs werden so eingesetzt, dass ihre Gehäusekerbe mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondiert. Eine gute Hilfestellung gibt hier auch das Platinenfoto. Anschließend sind die Transistoren und der Spannungsregler (IC 3) in der durch die zugehörigen Löt pads vorgegebenen Lage zu bestücken. Durch die Pin-konstruktion und die korrespondierende Lage der Löt pads ist ein verpoltes Bestücken dieser Bauteile nicht möglich.

Die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips sind vor dem Verlöten zur Zugentlastung durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu fädeln, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist.

Schließlich sind der Schiebeschalter S 1 und die Leuchtdiode D 5 zu bestücken. Die LED ist ca. mit einem 20-mm-Abstand zur Platine (LED-Spitze) zu positionieren, so dass sie später aus dem Gehäusedeckel „ragt“.

Als letztes Bauteil ist der PIR-Melder an der Reihe, welcher zunächst zusammenzubauen ist. Dazu ist der PIR-Sensor mit dem Unterteil der fingerhutförmigen, aus Ober- und Unterteil bestehenden Multilinse vorzumontieren. Der Sensor ist so in das Unterteil einzufügen, dass die Gehäuse-nase des Sensors in die passende Nut des Unterteils fasst. (Vorsicht! Sensorfläche nicht berühren!). Daraufhin sind auf der Bestückungsseite der kleinen Sensorplatte die beiden SMD-Kondensatoren zu bestücken. Hierbei wird zunächst ein Pad verzinnt, der Kondensator positioniert und verlötet. Die zuvor erstellte PIR-Einheit wird nun vorsichtig von der Bestückungsseite her in die vorgesehenen Bohrungen der Sensorplatte eingesteckt und von der Lötseite verlötet. Daraufhin sind die drei weiteren Anschluss-Pins der Sensorplatte mit je einem 2 cm langen Silberdraht zu verlängern. Zur weiteren Abschirmung

vor äußeren elektromagnetischen Einflüssen werden diese Anschluss-Pins der Sensorplatte jeweils durch eine Dämpfungssperle geführt. Diese zusammengestellte Einheit ist nun lagerichtig auf die Platine des PIR-Hundeschreck zu bestücken und zu verlöten. Abschließend erfolgt das Aufsetzen der Linsenkappe, wobei die breitere Nase in die breitere Kerbe des Unterteils greifen muss.

Daraufhin ist der Piezoschwinger in die Oberschale des Gehäuses einzulegen (siehe Abbildung 4) und mit 2 Senkkopfschrauben zu verschrauben. Mit flexibler Leitung (je 8 cm) sind die Anschluss-Pins des Piezoschwingers (Plus = Rot, Minus = Blau) mit dem jeweiligen Pin der Platine (PZ1) zu verbinden bzw. zu verlöten.

Zum Schluss ist der Einbau der Platine in das Gehäuse vorzunehmen. Dabei ist die Platine so in das Gehäuse einzulegen, dass die Linse des PIR-Sensors und die LED



Bild 4: Der eingebaute Piezoschwinger

aus dem Gehäuse ragen. Abschließend wird das Gehäuse mit dem Gehäusedeckel verschlossen und mit der beiliegenden Schraube verschraubt.

Ein kurzer Funktionstest nach dem Einlegen der Batterie bestätigt dann den ordnungsgemäßen Aufbau. Dabei ist der Schiebeschalter einzuschalten, worauf die LED aufleuchtet und ein unangenehmer, wohl für die meisten Menschen zwar nicht hör-, aber „spürbarer“ Ton wahrnehmbar ist.

Das eingeschaltete Gerät ist dann, wie

Stückliste: PIR-Hundeschreck PHS 1

Widerstände:

22 Ω	R16
1 kΩ	R12, R15, R18
2,2 kΩ	R13
3,3 kΩ	R8
10 kΩ	R2, R5, R10
33 kΩ	R14
47 kΩ	R1, R11
100 kΩ	R9, R17
470 kΩ	R20
680 kΩ	R6
1 MΩ	R3, R7
1,5 MΩ	R4
2,2 MΩ	R21
PT10, stehend, 1 MΩ	R19

Kondensatoren:

10 pF/SMD	C20, C21
10 pF/ker	C4
100 pF/ker	C1
1 nF/400 V	C12
10 nF/ker	C2, C5
100 nF/250 V	C7, C10
100 nF/ker	C9, C14, C15, C17, C18
10 µF/16 V	C3, C6, C8, C13, C16
22 µF/16 V	C11, C19

Halbleiter:

TLC274	IC1
ICM7555	IC2
HT1050	IC3
TLC272	IC4
BC558C	T1
BC548C	T2
BC337-40	T3
BC327-40	T4
1N4148	D1–D4
LED, 5mm, Rot	D5

Sonstiges:

- Schiebeschalter, 2 x um,
- winkelprint
- S1
- Piezo-Keramik-Hochtöner
- PZ1
- 9-V-Batterieclip
- BAT1
- Sensorplatte PIR-Melder
- PIR1
- 1 PIR-Sensor
- 1 PIR-Multilinse PF17CL, 2-teilig
- 3 Dämpfungssperlen
- 2 Senkkopfschrauben, M3 x 8 mm
- 2 Muttern, M3
- 1 Softline-Gehäuse, komplett,
- bearbeitet und bedruckt
- 6 cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 8 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22mm²,
- Rot
- 8 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22mm²,
- Blau

unter „Funktion und Einsatz“ beschrieben, aufzustellen und kann nun seiner Funktion nachkommen.

