



Verbindung zum Mikrofon

## Der erste Test

Setzen Sie eine 9-V-Batterie ein und schalten Sie das Gerät ein. Stellen Sie zunächst eine mittlere Lautstärke ein. Sie hören ein leises Rauschen. Reiben Sie dann ganz leicht den Zeigefinger gegen den Daumen. Dabei entsteht ein leises Geräusch, das Sie nur nahe am Ohr wahrnehmen können. Das Geräusch enthält aber auch Ultraschall und eignet sich jederzeit als Test für den Ultraschalldetektor. Das Gerät setzt diese Ultraschallgeräusche in hörbaren Schall um. Testen Sie dabei verschiedene Frequenzeinstellungen. Bei einer mittleren Position des Reglers werden die Geräusche besonders laut. Die optimale Position gehört zu einer Frequenz von etwa 40 kHz. Der Ultraschall-

detektor ist bei dieser Frequenz besonders empfindlich. Auch im Abstand von einem Meter sind Geräusche reibender Finger noch deutlich zu hören.

Testen Sie das Gerät bei unterschiedlichen Einstellungen und auch bei voller Lautstärke. Wenn alles in Ordnung ist, arbeitet das Gerät stabil. Falls ein Pfeifen hörbar wird, das bei kleinerer Lautstärke ganz verschwindet, kommt es zu einer akustischen oder elektrischen Rückkopplung. Eine mögliche Ursache ist eine schwache Batterie. Eine andere mögliche Ursache ist ein schlecht befestigtes Mikrofon. Stellen Sie dann sicher, dass das Ultraschallmikrofon am Gehäuse so festgeklebt ist, sodass es nicht beweglich ist und kein Schall an dieser Stelle nach außen dringen kann.

Falls etwas nicht so funktioniert, wie es sollte, kontrollieren Sie noch einmal alle Lötstellen mit einer Lupe und suchen Sie nach möglichen Unterbrechungen oder falschen Verbindungen durch Lötzinnspritzer oder ähnliches. Falls Sie ein Messgerät zur Hand haben, überprüfen Sie auch einmal die Betriebsspannung von 9 V und die stabilisierte Spannung von 5 V.

Verwenden Sie ein blankes Drahtstückchen für weitere Tests, indem Sie unterschiedliche Anschlüsse berühren. Für einen Test des Endverstärkers berühren Sie den Anschluss P2S oder den Pin 2 des LM386. Aus dem Lautsprecher sollte ein leises Brummen zu hören sein. Tippen Sie die Anschlüsse P1A oder P1S an. Wenn rund um den Oszillator NE555 alles in Ordnung ist, entsteht dabei ein lautes Knacken und ein verändertes Rauschen. Um auch den Vorverstärker und den

Mischer zu testen, berühren Sie den Mikrofoneingang am Pin K1. Dabei sollte ein lautes Rauschen oder Summen entstehen, weil elektrische Störsignale wie über eine Antenne einge-koppelt werden. Berühren Sie auch einmal die Anschlüsse des Mikrofons und das Mikrofon-Gehäuse. Nur der Signalpin sollte ein lautes Geräusch liefern. Falls dieser Effekt auch beim Berühren des Mikrofongehäuses entsteht, ist das Mikrofon falsch angeschlossen. Drehen Sie dann die Anschlussdrähte um.

### **Fledermäuse beobachten**

Fledermäuse sind nur in den Sommermonaten zu beobachten. Im Winter ziehen sie sich in Höhlen und verlassene Gebäude zurück, wo man sie keinesfalls stören sollte. Während der Brutzeit in den warmen Monaten jedoch findet man sie fast überall, sogar mitten in der Stadt. Einige verbreitete Arten wie z. B. die Zwergfledermäuse brauchen nur kleinste Wohnhöhlen, die sich sogar an modernen Gebäuden finden. Oder sie nisten in Baumhöhlen. Tagsüber bleiben sie so gut wie unsichtbar. Aber am Abend fliegen sie umher, auf der Suche nach Insekten.

Wenn Sie bereits wissen, dass es bei Ihnen Fledermäuse gibt, brauchen Sie nur bis zur Dämmerung warten. Schalten Sie das Gerät ein und stellen Sie es auf eine mittlere Frequenz von 40 kHz ein. Machen Sie mit Ihren Fingern ein Geräusch, um die Frequenz höchster Empfindlichkeit einzustellen. Halten Sie dann das Mikrofon in verschiedene Richtungen. Wie mit einem Suchscheinwerfer können Sie so die gesamte Umge-bung absuchen. Irgendwann hören Sie die besonderen Geräu-

sche einer Fledermaus. Und wenn Sie einmal die Richtung gefunden haben, fällt es auch nicht mehr schwer, sie zu sehen. Meist fliegen die Tiere in engen Kreisen, auf der Jagd nach Insekten. Manchmal jagen sie immer um einen Baum herum oder immer wieder nahe an einem Haus entlang, manchmal auch tief über dem Boden, je nachdem, wo sich gerade die meisten Insekten aufhalten.

Wenn die Tiere nahe genug auf den Beobachter zufliegen, werden die Geräusche deutlich lauter. Der Schall wird nach vorn ausgestoßen, damit das Echo den Fledermäusen alle Hindernisse und eventuelle Beutetiere verrät. Suchen Sie nach der optimalen Frequenz. Bei der richtigen Einstellung können Sie hören, dass z. B. die Zwergfledermaus nicht mit einer konstanten Frequenz ruft, sondern die Tönhöhe während des Rufs ändert. Mit dem Fledermausdetektor hört man eine Art Zwitschern. So hat jede Art ihren besondern Klang. Erfahrene Naturbeobachter erkennen die Arten an ihren Rufen.

Es gibt Orte, die ideale Lebensbedingungen für Fledermäuse bieten. Ein typisches Beispiel ist ein kleiner Waldsee. Am Wasser leben Mücken, Libellen und andere Insekten in großer Zahl. Und die umgebenden Bäume bieten genügend Wohnraum für die Fledermäuse. Hier sollten Sie einmal auf die Suche gehen. Warten Sie bis zur Dämmerung, wenn keine Vögel mehr umherfliegen. Schalten Sie dann Ihr Gerät ein und suchen Sie in allen Richtungen. Irgendwann werden Sie die typischen Geräusche der Tiere hören. Oft ist es gar nicht so einfach, sie auch zu sehen. Mit dem Fledermausdetektor

wird es aber einfacher, die Richtung auszumachen. Vielleicht haben Sie die ganze Zeit vergeblich über dem Wasser nach den Tieren gesucht, aber das Gerät weist nach oben. Und tatsächlich, da ist eine größere Gruppe zwischen den Baumwipfeln gut gegen den Abendhimmel zu sehen. In anderen Fällen weist das Gerät nach vorn, und Sie entdecken die Tiere über dem Wasser. Es kann auch vorkommen, dass sich zwei Arten gleichzeitig in der Umgebung aufhalten, z. B. Wasserfledermäuse und Zwergfledermäuse. Versuchen Sie dann einmal, die beiden an ihrem Klang und ihrer bevorzugten Frequenz zu unterscheiden.

In vielen Städten werden geführte Fledermaus-Exkursionen angeboten. Nutzen Sie die Erfahrungen von Fachleuten, die Ihnen mehr über die Fledermäuse in Ihrer Umgebung sagen können. Welche Arten gibt es hier, wie erkennt man sie, wo sind ihre Nisthöhlen, was ist ihre bevorzugte Nahrung, und was kann man tun, um ihren Lebensraum zu erhalten? So werden Sie einen Blick für diese Tiere entwickeln und sie auch dort entdecken, wo Sie sie bislang übersehen haben.

### **Ultraschall-Experimente**

Um Ihr Gerät und seine Bedienung besser kennenzulernen, sollten Sie möglichst viele Ultraschallquellen untersuchen. Klappern Sie einmal mit einem Schlüsselbund vor dem Mikrofon. Es entstehen dabei Geräusche, die an Glocken erinnern. Angestoßene Metallgegenstände klingen im Ultraschallbereich nach. Das gilt auch für Schrauben und Nägel. Einige Gegenstände haben eine deutliche Eigenfrequenz, die

bei einer bestimmten Einstellung des Geräts besonders gut zu hören ist. Auch das Klicken der Tasten an Ihrer Computer-Maus erzeugt Töne im Ultraschallbereich, weil die beteiligten Metallteile sehr klein sind.

Andere Geräusche sind im normalen Hörbereich sehr leise, im Ultraschallbereich dagegen sehr laut. Das gilt z. B. für platzzende Gasbläschen in einem Glas Sprudelwasser oder Sekt oder für fallende Sandkörnchen oder Kies. Auch alle Arten von Reibgeräuschen, z. B. das eines Fingernagels auf Papier, werden deutlicher hörbar.

Wenn Sie mit dem Gerät in Ihrer Wohnung umhergehen, werden Sie erstaunt sein, wo überall Ultraschall abgestrahlt wird. Starke Ultraschallquellen sind z. B. Energiesparlampen. Die darin eingebaute Spule des elektronischen Vorschaltgeräts erzeugt üblicherweise Ultraschall im Bereich von 30 kHz bis 50 kHz. Das Geräusch ist oft mit einem Brummen moduliert, das der Netzfrequenz entspricht.

Viele andere netzbetriebene Geräte enthalten Schaltnetzteile mit Frequenzen, die im Empfangsbereich des Ultraschalldetektors liegen. Meist erzeugen darin eingebaute Spulen oder Transformatoren Ultraschalltöne, die mit dem Gerät hörbar werden. Beim Durchstimmen hört man an einer Stelle der Skala einen tiefen Ton, der nach beiden Seiten hin höher wird. Dieser Überlagerungston entspricht der Differenzfrequenz zwischen der Signalfrequenz und der eingestellten Oszillatorkontrollfrequenz.

## **Schwebungstöne**

Besonders stabile Ultraschalltöne werden von Röhrenmonitoren und Röhrenfernsehern abgestrahlt. Man hört dann die Zeilenfrequenz oder ihre Obertöne. Ein üblicher Röhrenfernseher arbeitet mit 15,625 kHz, ein hoch auflösender Computermonitor z. B. mit ca. 60 kHz. Mit dem Frequenzregler können Sie einen gut hörbaren Ton von z. B. 1 kHz einstellen. Der Ton ist die Differenz zwischen Eingangsfrequenz und Oszillatorkennfrequenz und wird auch als Überlagerungston oder Schwebungston bezeichnet.

Stellen Sie die Oszillatorkennfrequenz genau auf die Empfangsfrequenz ein, dann entsteht ein sehr tiefer Ton oder überhaupt kein Ton mehr, weil die Differenzfrequenz Null ist. Man spricht hier von einer Einstellung auf Schwebungsnull.

Eine andere Art der Schwebung beobachtet man, wenn zwei Tonquellen mit fast genau gleicher Frequenz gehört werden. Der Ton erscheint dann im Takt der Differenzfrequenz lauter und leiser, d.h. die Intensität ändert sich laufend. Dieser Effekt kann z. B. beobachtet werden, wenn zwei Energiesparlampen gleicher Bauart gleichzeitig betrieben werden.

## **Doppler-Effekt**

Der Doppler-Effekt ist die Veränderung der Tonhöhe bei einer relativen Bewegung zwischen Sender und Empfänger eines Tons. Man kennt diesen Effekt von schnell vorbeifahrenden Fahrzeugen. Das Motorengeräusch, eine Hupe oder eine Sirene erscheint bei der Annäherung höher und bei größer werdender Entfernung tiefer.

Der Dopplereffekt tritt mit dem Ultraschalldetektor noch deutlicher hervor und ist auch schon bei kleinen Geschwindigkeiten gut zu hören, weil eine relative Frequenzänderung durch das Heruntermischen größer wird. Wenn sich die Tonhöhe bei 40 kHz um 1% ändert, macht das 400 Hz aus. Heruntergemischt auf 1 kHz bleibt der Unterschied von 400 Hz erhalten, macht aber nun 40 % aus und ist damit deutlicher zu hören.

Stellen Sie den Frequenzregler etwa 1 kHz unter Schwebungsnull ein, sodass Sie einen klaren Ton hören. Bewegen Sie dann den Ultraschalldetektor auf die Schallquelle zu. Der Ton wird höher. Bewegen Sie ihn von der Schallquelle weg, dann wird der gehörte Ton tiefer. Mit einer schnellen Hin- und Herbewegung wird die Tonfrequenz moduliert.

### **Stehende Wellen und Wellenlänge**

Jeder Schall wird an Wänden und Gegenständen reflektiert. Das gilt auch für Ultraschall, was sich die Fledermäuse zur Ortung von Hindernissen nutzbar machen. Wenn Schall reflektiert wird, dann findet man Orte, an denen sich der hinlaufende Schall und der reflektierte Schall überlagern. Dabei kommt es an einigen Stellen zu einer Verstärkung und an anderen Stellen zu einer Abschwächung oder sogar Auslöschung des Schalls. Man findet dann stehende Wellen mit lauten und leisen Orten. Mit dem Ultraschalldetektor können Sie ein solches Schallfeld genau untersuchen. Tasten Sie den Raum ab, um Orte zu finden, an denen ein Ultraschallsignal sich gerade auslöscht.

Wenn stehende Wellen zu beobachten sind, kann man sehr leicht die Wellenlänge ausmessen. Am besten gelingt dies, wenn der Schall von einer geraden Wand genau wieder auf die Schallquelle zurück reflektiert wird. Der kürzeste Abstand zwischen zwei Lautstärke-Minima ist eine halbe Wellenlänge.

Aus der Wellenlänge lässt sich die Frequenz berechnen, denn es gilt die Beziehung: Frequenz = Schallgeschwindigkeit / Wellenlänge. Die Schallgeschwindigkeit beträgt etwa 330 m/s. Wenn Sie eine Wellenlänge von einem Zentimeter messen, dann beträgt die Frequenz 33 kHz. Umgekehrt lässt sich aus einer Frequenz von 40 kHz die Wellenlänge 8,25 mm berechnen. Allgemein gilt: Je höher die Frequenz, desto kleiner die Wellenlänge. Das ist für die Fledermäuse bedeutend, weil sich mit Reflexionen nur Details in der Größenordnung der Wellenlänge oder größer erkennen lassen. Kleinere Fledermausarten jagen kleinere Insekten und müssen daher Töne mit höherer Frequenz ausstoßen.

## **Elektrische Signale**

Der Ultraschalldetektor ist nicht elektrisch abgeschirmt und empfängt daher neben Schallsignalen auch elektrische Signale im gleichen Frequenzbereich, wenn die elektrische Feldstärke hoch genug ist. Nahe vor einem Röhrenmonitor empfängt man möglicherweise gleichzeitig ein Schallsignal und ein elektrisches Signal mit der Ablenkfrequenz. Sie lassen sich eindeutig mit Hilfe des Dopplereffekts unterscheiden, der nur für Schallsignale beobachtet werden kann. Prinzipiell existiert der Dopplereffekt zwar auch für elektrische Wellen, allerdings

würden dafür millionenfach höhere Geschwindigkeiten nötig. Wenn Sie also unsicher sind, ob Sie gerade ein Schallsignal oder ein elektrisches Signal empfangen, bewegen Sie das Gerät hin und her. Wenn sich dabei die gehörte Frequenz verändert, handelt es sich eindeutig um ein Schallsignal.

Der Ultraschalldetektor kann mit geringem Aufwand zu einem Detektor für elektrische Wechselfelder im Frequenzbereich 20 kHz bis 100 kHz erweitert werden. Löten Sie einen zusätzlichen Draht von 10 cm Länge an den Mikrofoneingang K1 an. Dieser Draht soll dann als Antenne aus dem Gehäuse ragen. Testen Sie damit z. B. das Umfeld elektrischer Geräte. Sie werden zahlreiche Signale finden. Ein LCD-Flachbildschirm zeigt z. B. unterschiedliche Geräusche an verschiedenen Stellen vor dem Display. Auf einigen Frequenzen hört man sogar Geräusche, die sich mit dem Bildinhalt ändern.

Untersuchen Sie auch andere Geräte wie Netzgeräte, Lampen, Uhren oder Motoren. Jedes Gerät hat seinen eigenen Klang und seine eigenen Frequenzen. Auch Kabel und Leitungen lassen sich aufspüren, teilweise sogar, wenn sie unter Putz verlegt sind. Eine der stärksten Quellen elektromagnetischer Wellen sind Gewitter. Ein Blitz strahlt Signale überwiegend im Frequenzbereich unterhalb 100 kHz aus. Deshalb kann der Detektor auch als Gewitter-Warngerät eingesetzt werden.