

Bau eines optisch-akustischen Durchgangsprüfers

Mit Hilfe des vorliegenden Lötbau- und Materialsatzes lässt sich ein funktionsfähiger Durchgangsprüfer kostengünstig aufbauen, welcher wertvolle Dienste bei der Prüfung elektrischer bzw. elektronischer Komponenten leisten kann.

Da die Schaltung nur aus wenigen elektronischen Bauteilen besteht, gestaltet sich die Bestückung der Fertigplatine unter Zuhilfenahme der Bauanleitungen sehr einfach. Der Durchgangsprüfer zeigt elektrischen Durchgang optisch über eine rote Leuchtdiode und akustisch über einen Lautsprecher an.

Der Lieferumfang beinhaltet alle benötigten Komponenten wie Fertigplatine, Gehäuse, Lautsprecher, 9 Volt Blockbatterie sowie sämtliche elektronischen und mechanischen Teile.

BAU EINES OPTISCH-AKUSTISCHEN DURCHGANGSPRÜFERS

Vorbemerkungen:

Im Bildungsplan der Realschule Baden- Württemberg wird im Technikunterricht der Klasse 9 unter anderem die Realisierung einer Schaltung mit Elektronikbauteilen eingefordert. Dabei lernen die Schüler/innen zunächst den Aufbau und die Wirkungsweise verschiedener elektronischer Bauteile kennen, bevor sie deren Anwendungsmöglichkeiten in einfachen Schaltungen erfahren können. Die Grundsaltungen werden vielfach mit Elektronik- Baukästen oder Steckplatinen realisiert. Das hier vorgestellte Projekt „Bau eines optisch- akustischen Durchgangsprüfers wurde schon vielfach im Technikunterricht einer 9. Realschulklasse in ca. 4-6 Unterrichtsstunden durchgeführt, je nachdem wie intensiv man in den Aufbau der Schaltung einsteigt.

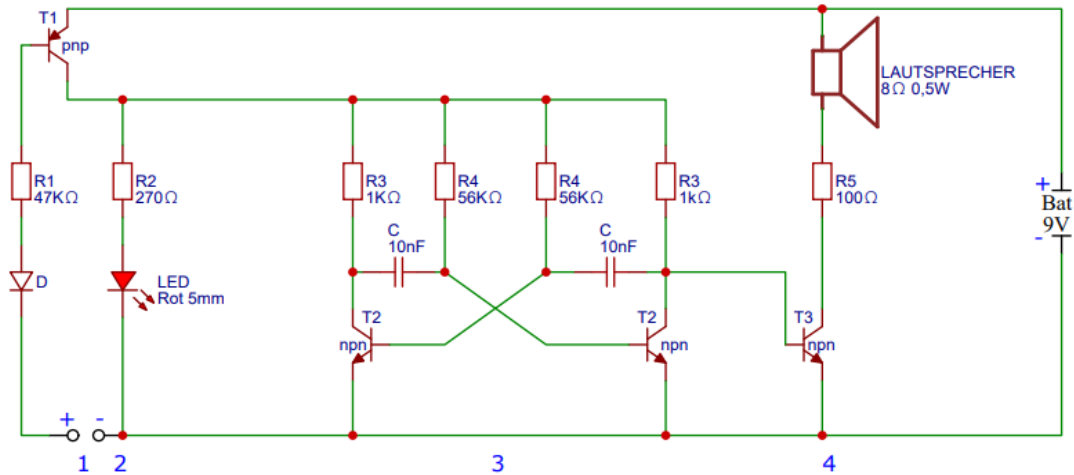
Es hat sich dabei stets gezeigt, dass vom Bau dieses Gerätes ein hoher Motivationsanreiz ausgeht, besonders deshalb, weil der Durchgangsprüfer für die Schüler/innen einen hohen Gebrauchswert besitzt. So können mit dem fertigen Gerät nicht nur Leuchtmittel, Schalter und Leitungen auf Durchgang geprüft werden, sondern auch viele Halbleiterbauelemente wie z.B. Dioden und Transistoren.

Da zwischenzeitlich im Schulbereich von der eigenständigen Entwicklung und Herstellung einer Ätzplatine wegen der Gefahrstoffverordnung und aus Umweltschutzgründen abzuraten ist, wird über die Lehrmittelfirma Dactylon eine industriell gefertigte Platine samt Bauteilen und Gehäuse kostengünstig zur Verfügung gestellt.

Die ausführliche Bauanleitung können interessierte Lehrkräfte auch als PDF-Dokument von der Homepage: www.dactylon.de herunterladen.

Der optisch-akustische Durchgangsprüfer

Schaltplan



Stückliste

T1	1	pnp- Transistor BC 307 B
T2	2	nnp-Transistoren BC 547 B
D	1	Diode N 4006
LED	1	Leuchtdiode rot 5mm
R1	1	Kohleschichtwiderstand 47 kOhm ge-vio-or
R2	1	Kohleschichtwiderstand 270 Ohm ro-vio-br
R3	2	Kohleschichtwiderstand 1 kOhm br-sch-ro
R4	2	Kohleschichtwiderstand 56 kOhm grü-bl-or
R5	1	Kohleschichtwiderstand 100 Ohm br-sch-br
C	2	Kondensatoren 10nF
T3	1	nnp-Kleinleistungstransistor BC 107 B
LS	1	Klein-Lautsprecher Imp. 8 Ohm 0,5 W
	1	Fertigplatine ca. 55 mm x 34 mm
	1	Batterieclip für 9V- Block
	1	Kunststoffgehäuse 100 x 60 x 25 mm
	2	Prüfleitungen
	2	Krokodilklemmen isoliert
	1	9 Volt Blockbatterie

Aufbau der Schaltung

Die **Schaltung** ist konsequent von links nach rechts und von oben (+) nach unten (-) aufgebaut. Die Stromwege sind dabei so gezeichnet, dass sie möglichst kreuzungsfrei und parallel oder im rechten Winkel zueinander laufen. Dadurch wirkt der Schaltplan übersichtlich und lässt sich gut lesen.

1. Signaleingang (hier werden die Prüflleitungen angeschlossen)

Eine Diode nebst Vorwiderstand R1 schützen die Schaltung vor Gleich- und Wechselspannungen und begrenzen die Stromstärke.

2. Optische Signalanzeige

Sobald der Stromkreis bei 1 geschlossen wird, leitet der pnp- Transistor T1 und die LED leuchtet.

3. Der Tongenerator

Mit Hilfe zweier npn-Universal-Transistoren, zweier Kondensatoren und mit 4 Widerständen wird der **astabile Multivibrator** oder die **astabile Kippschaltung** aufgebaut, welche hier ein akustisches Signal erzeugt. (Tongenerator)

Die beiden Transistorstufen sind durch 2 Kondensatoren so miteinander verkoppelt, dass ein laufendes selbsttätiges Durchschalten (Kippen) erfolgt.

Die Dauer der Schaltimpulse hängt dabei von der Bemessung der Bauelemente ab.

(RC- Glieder)

4. Akustische Signalwiedergabe

Der Kleinleistungstransistor T4 nimmt die Rechtecksignale des Tongenerators auf, verstärkt diese in bekannter Emitterschaltung und gibt sie an den Lautsprecher weiter.

Dieser schwingt in der definierten **Kippfrequenz**, wodurch letztlich der Ton entsteht.

Die Frequenzabhängigkeit der astabilen Kippschaltung

Wie bereits im vorgehenden Kapitel beschrieben, kippt die Schaltung in einem definierten Rhythmus fortlaufend um. Die jeweilige **Kipffrequenz** hängt dabei von den Widerständen R4 und den Kondensatoren C ab.

Wird z.B. die Kapazität der Kondensatoren verkleinert, so erhöht sich die Kipffrequenz, weil die Umladevorgänge entsprechend schneller ablaufen.

Verringert man die vorgeschalteten Widerstandswerte, so erhöht sich die Kippfrequenz ebenfalls.

Merke: Eine Verkleinerung der Kondensator- und Widerstandswerte führt zur Erhöhung der Kipffrequenz !

Mit folgender **Näherungsformel** lassen sich die **Schaltperioden** und **Frequenzen**

ungefähr bestimmen: $T \sim 0,7 (R1 * C1 + R2 * C2)$
(T in Millisekunden, R in Kiloohm und C in Mikrofarad)

Schaltbeispiel: $R1, R2 = 56 \text{ KOhm}$, $C1, C2 = 10 \text{ nF} = 0,01 \text{ Mikrofarad}$
 $T \sim 0,7 (56 * 0,01 + 56 * 0,01)$
 $T \sim 0,784 \text{ Millisekunden}$

Diese schnelle Schwingung kann unser Auge nicht mehr wahrnehmen, wohl aber unser Gehör!

Umrechnung der Schwingungsdauer in die Kipffrequenz:

$$\text{Frequenz} = \frac{\text{Anzahl der Schwingungen}}{\text{Sekunde}} \qquad f = \frac{1}{T}$$

Einheit : 1 Hertz (Hz)

Die Frequenz lässt sich leicht mit Hilfe der 1/x -Taste des Taschenrechners aus T ermitteln!
 $f = 1275 \text{ Hertz}$

Diese Kipffrequenz entspricht ungefähr der Tonhöhe des optisch- akustischen Durchgangsprüfers. Sollte die Tonhöhe davon abweichen, so lässt sich dies auf die Toleranzen der verwendeten Kondensatoren zurückführen.

Bauteile-Erklärung

Widerstände (R)


Symbol 

Widerstände dienen zur Strombegrenzung in jeweiligen Stromkreisen.

Zwei der wichtigsten Kenndaten sind der Widerstandswert (in Ohm) und die Belastbarkeit (in Watt).

Der elektrische Widerstand wird in Ohm, Kiloohm oder Megaohm angegeben. Die Widerstandswerte sind meist in Form eines internationalen Farbcodes auf dem Widerstandskörper aufgebracht.

Kondensatoren (C)

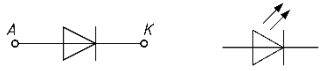
Symbol 

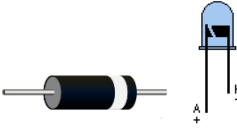
Bauform 

Kondensatoren sind Bauelemente zur Speicherung elektrischer Ladungen. Sie bestehen im Prinzip aus zwei leitenden Platten, die durch ein isolierendes Dielektrikum voneinander getrennt sind.

Wird ein Kondensator über einen Widerstand mit einem Verbraucher verbunden, so fließt die gespeicherte Ladung ab. Die Auf- bzw. Entladezeit ist abhängig von der Kapazität eines Kondensators sowie den Widerständen, über die sie auf- bzw. entladen werden. Die Einheit der Kapazität ist das Farad. Als gängige Umgangsgrößen dienen Mikro-, Nano- und Picofarad. (1 Mikrofarad = 1000 nF)

Dioden (D) und Leuchtdioden (LED)

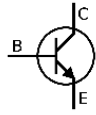
Symbole 

Bauformen 

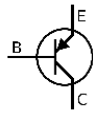
Dioden und auch Leuchtdioden sind gepolte Halbleiterbauteile und lassen den Strom nur in eine Richtung – von der Anode (+) zur Kathode (-) - fließen, wenn an der Anode + und an der Kathode – angelegt wird (Durchlassrichtung). Wird die Diode umgekehrt angeschlossen, fließt praktisch kein Strom. Also auf richtige Polung achten!

Transistoren

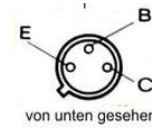
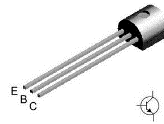
Symbole npn Transistor



pnp Transistor



Bauformen



B = Basis C = Kollektor E = Emitter

Transistoren sind stromverstärkende Bauteile. Der Basisstrom steuert den Strom, der vom Emitter E zum Kollektor C fließt. Zur korrekten Bestimmung der Anschlüsse dreht man den dreibeinigen Transistor so, dass man von unten auf die Anschlussdrähte schaut und liest von links nach rechts.

(Emitter- Basis-Collektor)

Bei Transistoren mit Metallgehäuse kennzeichnet eine „Nase“ die Lage des Emitters und man liest von unten im Uhrzeigersinn **E-B-C**. Die Vertauschung der Anschlüsse ist zu vermeiden, da sonst der Transistor zerstört werden kann!

Lautsprecher

Symbol



Lautsprecher wandeln elektrische Schwingungen in Schallschwingungen um. Ihr Anschlusswert wird in Ohm und die Belastbarkeit in Watt angegeben.

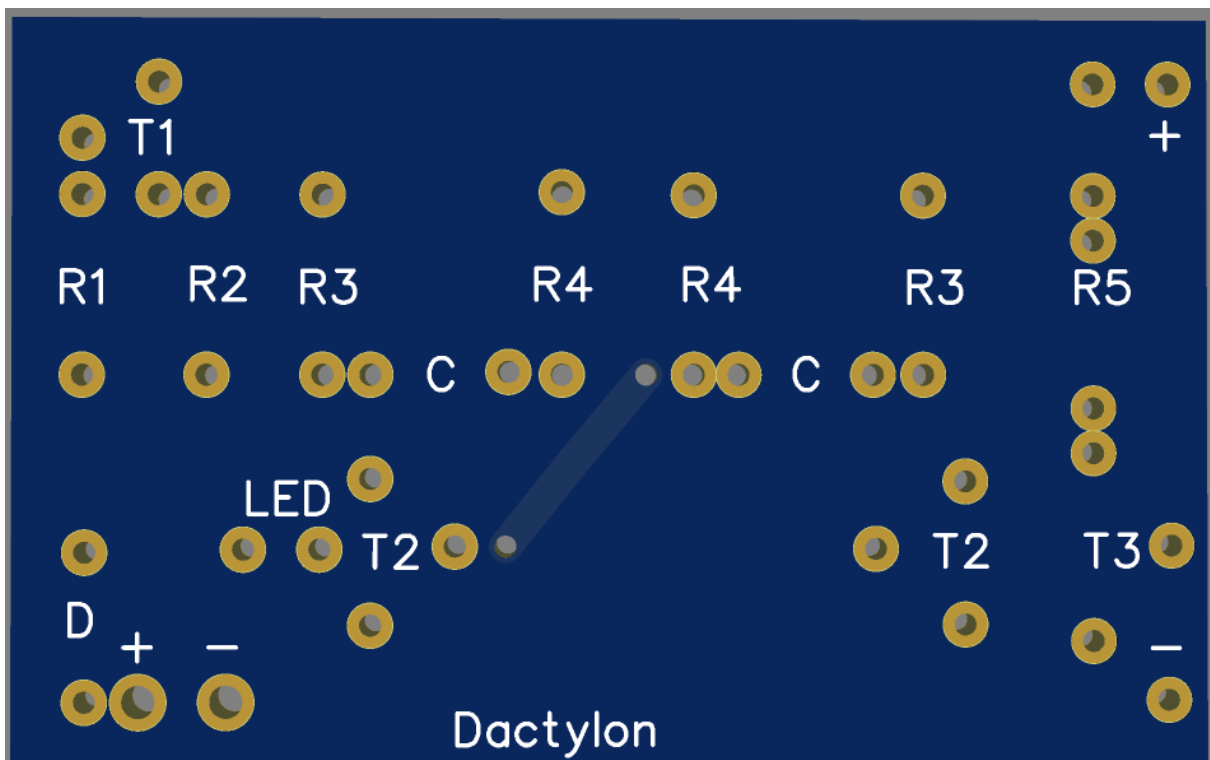
Die Platine

Das Platinenlayout wurde dem Schaltplan entsprechend platzsparend umgesetzt. Stromwege verlaufen dabei parallel und im rechten Winkel zueinander.

Die nicht stromführende Leiterbahnkreuzung der astabilen Kippschaltung des Tongenerators (3) wird über eine „Brückenlösung“ mit Hilfe der zweilagigen Platine realisiert. Dabei ist die „Brücke“ auf der Platinen-Oberseite angebracht, welche später über die vorgesehenen Lötunkte elektrisch mit der Unterseite verbunden wird.

Die Oberseite der Platine mit den Bauteilen- Kennbuchstaben dient der Bestückung und auf der Rückseite werden die Bauteile verlötet, wobei die industriell gefertigte Platine mit beidseitigen Lötunkten auch alternativ das Verlöten auf der Bestückungsseite zulässt.

Platinen-Oberseite (Bestückungsseite)



Platinenmaß: 55mm x 34 mm

Bestücken der Platine

Die Bestückung der Fertigplatine erfolgt auf der bedruckten Isolations- bzw. Bestückungsseite. Sinnvoll ist die Verwendung einer sogenannten „Dritten Hand“, wodurch das spätere Lötten auf der Rückseite erleichtert wird.

Zum Lötten verwendet man ein gut schmelzendes Elektroniklot (ca. 1mm Dicke) sowie einen LötKolben mit feiner Spitze.

Unter Zuhilfenahme des Schaltplans sowie der Stückliste erfolgt die korrekte Platzierung der einzelnen Bauteile. Am besten beginnt man mit den Widerständen R1 bis R5 und den beiden Kondensatoren C1 und C2. Durch leichtes Umbiegen der jeweiligen Anschlüsse fixiert man die Bauelemente und verlötet diese ungepolten Bauteile direkt auf der Platinenrückseite.

Danach wird die Diode D sowie die LED eingesetzt, wobei hier schon auf richtige Polung geachtet werden muss. Die Fußlänge der LED- Anschlussdrähte muss nach dem Einlöten ca. 12 mm betragen, da diese später rechtwinklig umgebogen wird, so dass der Leuchtkopf an der Gehäusestirnseite herausragen kann. Nachfolgend werden die Transistoren T1 bis T4 polrichtig eingesetzt und mit einem Fußabstand von mindestens 5 mm verlötet. Der Fußabstand vermeidet den Hitzetod der Transistoren beim Lötvorgang und beim späteren Betrieb! Nachdem alle elektronischen Bauteile hoffentlich korrekt eingelötet wurden, können die überstehenden Drahtenden nahe der Lötunkte mit dem Elektronikseitenschneider entfernt werden.

Es erfolgen noch die Verlötungen der Prüflleitungen (rot an Plus, schwarz an Minus), der Lautsprecherkabel und des 9 Volt- Batterieclips. Jetzt kann schon ein erster Funktionstest durch Überbrückung des Signaleingangs (1) durchgeführt werden.

Nach erfolgreicher Prüfung wird das Gehäuse für den Einbau vorbereitet. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Platine an der linken Gehäusestirnseite, den Lautsprecher in der Mitte und die 9 Volt Blockbatterie rechtsseitig zu platzieren.

Ins Gehäuse müssen 3 Löcher für die 2 Prüflleitungen (ca. 2 mm) und die LED (5 mm) an der linken oberen Stirnseite passgenau zu den Platinenanschlüssen gebohrt werden. Hier werden später die Prüflleitungen und der LED- Leuchtkopf durchgeführt. Die Schalllöcher für den Lautsprecher können mittig -ohne weitere Vorgaben- individuell ausgeführt werden. Der Einsatz von CNC-Fräsmaschinen oder einer Bohrschablone sorgt hierbei für besonders ansprechende Ergebnisse.

Die endgültige Fixierung der bestückten Platine im Gehäuse sowie die Zugentlastung der Prüf

leitungen wird mit Hilfe von Heißklebepunkten realisiert.

Wenn sich Lautsprecher und Platine überlappen, ist es sinnvoll, dazwischen Isolierband anzubringen, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Auch die 9-Volt Blockbatterie sollte z.B. durch ein doppelseitiges Schaumstoffklebeband gesichert werden, damit sie einen rüttelfesten Platz im Gehäuse einnimmt.

Funktionsprüfung und Inbetriebnahme des Durchgangsprüfers

Nach sorgfältigem Einbau und Fixierung der Platine ins Gehäuse sowie aller Kabel und Komponenten erfolgt die endgültige **Funktionsprüfung**. Sobald der Signaleingang (1) kurzgeschlossen wird, muss die LED aufleuchten und ein Prüftone von ca. 1300 Hz ertönen. Ist dies nicht der Fall, so ist der Fehler meist auf defekte Transistoren zurückzuführen, die beim Einlöten überhitzt wurden oder aber Bauteile wurden falsch eingelötet.

Die **Verwendung** des Durchgangsprüfers ist **universell**. Da der Prüfstrom nur wenige Milliampere beträgt, können nicht nur Leuchtmittel, Leitungen, Schalter, Kondensatoren etc. fremdspannungsfrei auf Durchgang geprüft werden, sondern auch sämtliche Halbleiterbauteile, ohne dass es zu deren Zerstörung kommt. Verschiedene Widerstandswerte bis ca. 1 Megaohm werden durch unterschiedliche Tonhöhen angezeigt. Je **niedriger** der Widerstandswert, desto **höher** der Ton!

Die Spannungsfestigkeit für höhere Gleich- und Wechselfremdspannungen ist nachgewiesen, jedoch wird vorsorglich daran erinnert, nur im **Klein Spannungsbereich bis 24 Volt** zu prüfen!

Tipp: Sollten sich die isolierten Krokodilklemmen bei der Prüfung sehr kleiner Bauteile als ungeeignet erweisen, empfiehlt sich das zusätzliche Einklemmen dünner Drahtstifte.

Die Prüfung elektrischer und elektronischer Bauteile mit dem Durchgangsprüfer

Kondensatoren:

Mit dem optisch-akustischen Durchgangsprüfer (**DP**) können Kondensatoren und auch gepolte Elektrolytkondensatoren im zunächst entladenen und spannungsfreien Zustand geprüft werden. Während man z.B. bei Kondensatoren mit geringen Kapazitäten (im Mikروفaradbereich) nur ein kurzes Knacken vernimmt, hört man bei gepolten Elkos mit großer Kapazität die Widerstandsveränderungen beim Lade- und Entladevorgang sehr deutlich. Hierbei zeigt sich - da bei zunehmender Aufladung der Widerstand des Elkos stetig ansteigt-, dass der Prüftön immer tiefer wird, bis er am Ende ganz verstummt.

Dioden und auch LEDs werden durch entsprechende Polung in Durchgangs- bzw. Sperrrichtung geprüft. (Minuspol an die n-Schicht, Pluspol an die p-Schicht = Durchgang)

NPN- und PNP-Transistoren können zum einen mit dem DP unterschieden und zum andern auf korrekte Funktion untersucht werden. Zwischen Emitter und Kollektor darf bei beiden Transistortypen kein Prüftön hörbar werden, egal welche Polung anliegt.

Wird bei **npn-Transistoren** die Basis mit dem roten Pluspol (+) und der Kollektor bzw. Emitter mit dem schwarzen Minuspol (-) des DP verbunden, so ist ein hoher Prüftön vernehmbar. (niederohmig)

Bei umgekehrter Polung darf bei intakten npn-Transistoren kein Prüftön hörbar werden.

Bei **pnp-Transistoren** erfolgen die Prüfungen mit entsprechend umgekehrten Polungen.

Auch **Kalt- und Heißeleiter (PTC- und NTC-Widerstände)** sowie **Fotowiderstände (LDR)**

können durch unterschiedliche Widerstandswerte bei unterschiedlicher Temperatur bzw. Beleuchtung auf Funktion über die Tonhöhe geprüft werden.

Immer gilt: **Je höher der Ton, desto geringer der Widerstand!**

und umgekehrt: **Je tiefer der Prüftön, desto höher der Widerstand!**