



Akustischer Durchgangsprüfer DP 100

Bei der Fehlersuche in elektrischen Anlagen oder auch bei der Prüfung elektrischer bzw. elektronischer Komponenten leistet der DP 100 wertvolle Unterstützung und stellt sich bald als unentbehrliches Werkzeug im Haushalt, in der Elektro- oder Kfz-Werkstatt heraus. Kurzschlüsse, Übergangswiderstände oder Unterbrechungen lassen sich mit variablen Tonhöhen im Nu detektieren.

Allgemeines

Wer kennt nicht das Problem: Man möchte die Beleuchtung einschalten, betätigt den Schalter und es bleibt dunkel. Die erste Frage, die man sich dann stellt, ist: Woran mag das liegen? – Was ist defekt? Der erste Verdacht fällt meist auf das eingesetzte „Leuchtmittel“ (um den Begriff „Glühbirne“ zu vermeiden). Oft genug hat man gerade keinen passenden Ersatz zur Hand,

um versuchsweise einen Austausch vornehmen zu können (wer hält schon alles von der 230-V-E14-Glühlampe für die Küchenlampe über den E27-PAR-Strahler bis zur 12-V-Halogenlampe „auf Lager“?). Man eilt dann womöglich noch schnell vor Geschäftsschluss zum ortsansässigen Fachhandel, kauft Ersatz und tauscht diesen gegen das vermutlich defekte Leuchtmittel aus. Wenn die Beleuchtung dann wieder erwarten noch nicht wieder funktioniert, ist der Frust meist groß und guter Rat teuer.

Technische Daten: DP 100

Spannungsversorgung: 9-V-Blockbatterie
 Ruhestromaufnahme: $\leq 0,01 \mu\text{A}$
 Stromaufnahme: max. 35 mA
 Teststrom: max. 0,7 mA
 Testspannung: 9 V
 Fremdspannungsfestigkeit: 250 V AC, 100 V DC
 Prüfbereich: 0 Ω bis ca. 10 M Ω
 Abm. (B x T x H): 60 x 120 x 40 mm

Abhilfe bietet hier der akustische Durchgangsprüfer DP 100. Mit ihm lassen sich einfache Bauteile, wie eben beispielsweise die Glühlampe, problemlos prüfen.

Die Bedienung ist denkbar einfach, da auf jegliche Bedienelemente verzichtet wurde. Selbst ein Ein- bzw. Ausschalter ist nicht von Nöten, da die eingesetzte 9-V-Blockbatterie aufgrund des Schaltungskonzeptes nur dann belastet wird, wenn die beiden Prüfbuchsen entweder direkt oder über den Prüfling miteinander verbunden sind.

Wir kommen wieder auf unser obiges Beispiel zurück. Nachdem die Glühlampe als Fehlerursache ausscheidet, muss der Fehler also an anderer Stelle liegen. Mit dem DP 100 können nun Leitungen, Schalter oder sonstige Betriebsmittel systematisch geprüft werden, bis der Fehler eindeutig lokalisiert ist.

Viele Multimeter verfügen bereits über einen integrierten Summer, der ebenfalls als Durchgangsprüfer nutzbar ist. Als entscheidende Nachteile stellen sich aber oft die mangelnde Spannungsfestigkeit zwischen den Prüfbuchsen, die Zeitverzögerung des akustischen Signals beim Prüfen, fehlendes Ansprechen ab einem bestimmten Widerstandswert sowie die fehlende Unterscheidungsmöglichkeit bezüglich der Höhe des geprüften Widerstandes heraus. An dieser Stelle kommen die Vorzüge unseres Durchgangsprüfers DP 100 zum Tragen:

Spannungsfestigkeit

Die Spannungsfestigkeit des DP 100 ist hoch genug, sodass er auch als Detektor für Netzwechselspannung bis 230 V dienen kann. Werden die (spannungsfesten) Prüflösungen mit einer Steckdose verbunden, so signalisiert ein eindeutiger Signalton die Existenz einer Netzwechselspannung. Dem im Normalfall klarem Prüfsignal ist dann ein unüberhörbares 50-Hz-Pulsieren überlagert. So lassen sich auch unter Spannung stehende Verkabelungen bequem prüfen.

Schnelle Prüfung

Manche Durchgangsprüfer reagieren mit einer Verzögerung von einigen Zehntelsekunden. Werden z. B. an einem Klemmbrett mit sehr vielen Anschlüssen alle Kontakte sehr schnell nacheinander abgetastet, können bereits diese kurzen Verzögerungszeiten leicht zu Fehlinterpretationen führen. Der DP 100 reagiert unmittelbar und ohne Verzögerung auf Widerstandsänderungen an den Prüfbuchsen.

Variable Tonhöhe

Herausragendes Merkmal des DP100 ist die vom Widerstand des Prüflings abhängige Tonhöhe des akustischen Signals.

Somit lassen sich alle Zustände vom Kurzschluss über Widerstand bis hin zur Unterbrechung qualitativ detektieren. Der Dynamikbereich erstreckt sich bis zu einigen Megaohm (siehe Technische Daten). Tonhöhe und Widerstand verhalten sich dabei umgekehrt proportional. Das heißt: hoher Ton bedeutet kleiner Widerstand, tiefer Ton großer Widerstand.

Bedienung

Wie bereits erwähnt, ist die Bedienung des Gerätes sehr einfach. Vor der Erstinbetriebnahme ist lediglich die benötigte 9-V-Blockbatterie einzulegen. Dazu entfernt man die vier Gehäuseschrauben und nimmt den Gehäusedeckel ab.

Achtung: Bei jedem Öffnen ist darauf zu achten, dass keinesfalls Leitungen oder Prüfobjekte an den Prüfbuchsen angeschlossen sind!

Nur so ist ausgeschlossen, dass evtl. gefährliche Spannungen über einen gegebenenfalls angeschlossenen Prüfaufbau in das Gerät gelangen.

Ist das Gerät geöffnet, wird eine 9-V-Blockbatterie an den Batterieclip angeschlossen und in die vorgesehene Halterung eingelegt (siehe Platinenfoto). Nach dem Verschrauben der beiden Gehäuseteile mittels der vier Gehäuseschrauben ist der Durchgangsprüfer betriebsbereit.

In die Prüfbuchsen sind nun Prüflösungen (4 mm) einzustecken.

Achtung: Wenn der Durchgangsprüfer für Prüfungen in spannungsführenden Anlagen genutzt werden soll, ist zwingend der Einsatz von VDE-gerechten, entsprechend spannungsfesten Prüflösungen mit isolierten Sicherheitssteckern erforderlich!

Es folgt ein kleiner Funktionstest durch Kurzschließen der beiden Prüfspitzen. Ein deutlicher, klarer Signalton muss hörbar sein.

Im Folgenden wollen wir uns einigen typischen Einsatzbeispielen für den DP 100 näher zuwenden.

Prüfung ohmscher Widerstände

Der gängigste Anwendungsfall ist wohl die Prüfung ohmscher Komponenten. Zu ihnen gehören neben Glühlampen, Heizwicklungen, Widerständen etc. natürlich auch Kabel- und Leitungsverbindungen sowie Schalter und Schütze. Bei diesen Komponenten reicht es in der Regel aus, nur zwischen Durchgang, Widerstand oder Unterbrechung zu unterscheiden, um eine Aussage über die Funktionsfähigkeit treffen zu können. Hier muss in beiden Polungsrichtungen ein gleich hoher Ton zu hören sein. Bei der Beurteilung von Widerständen kann ein Tonhöhenvergleich mit Hilfe bekannter Widerstände hilfreich sein. Natürlich lässt sich auf diesem Wege der

Wert nur näherungsweise (Größenordnung) bestimmen. Dies reicht aber in der Praxis meist aus.

Prüfung von Halbleitern

Ein weiteres Anwendungsgebiet des DP 100 ist die Prüfung von Dioden bzw. Diodenstrecken in Halbleitern wie beispielsweise Transistoren. Wird die positive Prüfbuchse mit der Anode und die negative Prüfbuchse mit der Katode einer zu prüfenden Diode verbunden, so muss ein deutlicher, hoher Prüftön zu hören sein. Bei umgekehrter Polarität hingegen darf kein Signal ertönen.

Eine Ausnahme hierbei bilden lediglich Z-Dioden, sofern ihre Zenerspannung unterhalb der Testspannung des Durchgangsprüfers (ca. 9 V) liegt. Bei der Prüfung in Sperrrichtung ist der Prüftön allerdings tiefer, sodass sich auch hier zumindest eine relativ sichere Vermutung über die Funktionsfähigkeit entsprechender Z-Dioden treffen lässt.

Prüfung von Kondensatoren

Wird ein zunächst ungeladener Kondensator an die Prüfbuchsen angeschlossen, so ist zuerst ein hoher Ton zu hören, der dann zunehmend in der Frequenz fällt und schließlich verstummt. Die Zeitspanne bis zum Verstummen ist dabei ein Maß für die Kapazität des Kondensators. Bei sehr kleinen Kapazitäten ist die Zeitspanne allerdings so kurz, dass entweder gar nichts oder nur ein leichtes Knacken zu hören ist. Mit etwas Erfahrung und mit Hilfe einiger Vergleichskondensatoren ist man aber auch hier sehr schnell in der Lage, eine verwertbare Aussage über die Funktionsfähigkeit zu treffen. Wichtig ist nur, dass der Prüftön letztendlich verstummt. Ansonsten fließt ein Leckstrom, d. h. der Kondensator ist defekt bzw. arbeitet nicht mehr zuverlässig. Bei Elektrolytkondensatoren ab ca. 1000 µF bedeuten geringe Leckströme allerdings je nach Güte nicht zwangsläufig eine Fehlfunktion. Hier ist gegebenenfalls der Einsatz spezieller Prüfgeräte erforderlich.

Prüfung von Isolierungen

Eine potentielle Fehlerquelle in elektronischen Geräten stellt oftmals die isolierte Montage eines Leistungstransistors mit Hilfe von Isolierrippeln und Glimmerscheiben dar. Um hier die Isolierung zu testen, wird eine Prüfspitze mit dem Kühlkörper, die andere Prüfspitze mit der Metallfahne bzw. dem Gehäuse des Transistors verbunden. Der Durchgangsprüfer darf dabei kein akustisches Signal abgeben.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass der DP 100 nicht für Messungen des Isolationswiderstandes nach VDE 0100 vorgesehen ist. Dennoch

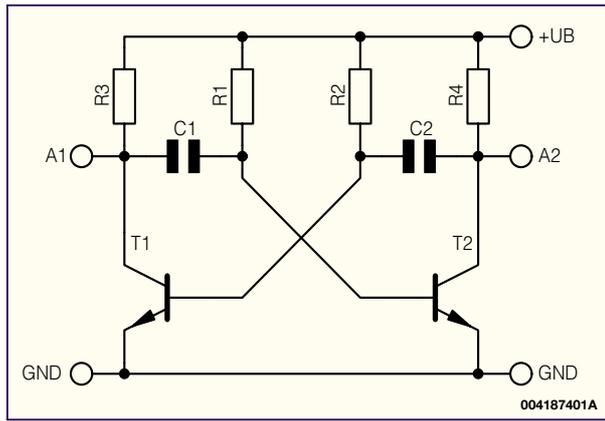


Bild 1: Prinzipschaltbild einer astabilen Kippstufe

sind eine Reihe von weiteren Anwendungsgebieten denkbar, bei denen dieses Gerät eine wertvolle Hilfe darstellt.

Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung eines akustischen Durchgangsprüfers gegenüber einem Multimeter ist auch die Tatsache, dass man sich bei der Prüfung in elektrischen Anlagen ganz auf die Kontaktierung der Prüfspitzen konzentrieren kann, da kein Anzeigewert abgelesen werden muss und auch kein verzögerter Signalton verunsichert. Die Gefahr des Abrutschens mit daraus resultierender Fehlmessung oder gar die Verursachung eines Kurzschlusses werden dabei auf ein Mindestmaß reduziert.

Schaltung

Die Schaltung des Durchgangsprüfers DP 100 besteht im Wesentlichen aus der allgemein bekannten astabilen Kippstufe. Sie generiert den Takt für das akustische Prüfsignal. Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer solchen Kippstufe, wie sie in fast jedem Lehrbuch zu finden ist und daher an dieser Stelle nicht detailliert er-

läutert werden braucht. Zur Funktion sei nur noch einmal so viel erwähnt, dass diese Schaltung ein Rechtecksignal erzeugt und dass die Kippfrequenz von der Dimensionierung der Widerstände R_1/R_2 und der beiden Kondensatoren C_1/C_2 abhängt.

Der Durchgangsprüfer DP 100, dessen Schaltung in Abbildung 2 zu sehen ist, erhält seine Versorgungsspannung über ST 3 (Pluspol) und ST 4 (Minuspol). Der mit R_4 bezeichnete Widerstand der Beispielschaltung aus Abbildung 1 wurde beim DP 100 durch die Basis-Emitterstrecke von T 3 in Verbindung mit R_6 ersetzt. Der Transistor T 3 verstärkt das Ausgangssignal der Kippstufe und steuert den Lautsprecher an. Der Widerstand R_7 begrenzt dabei den Ausgangstrom und verhindert somit eine Übersteuerung des Lautsprechers. Damit die Kippstufe schwingen kann, müssen die Widerstände R_3 , R_4 und R_5 mit der positiven Versorgungsspannung verbunden sein. Diese Verbindung erfolgt letztendlich an ST 1 und ST 2 über den Widerstand des angeschlossenen Prüfobjektes. Da die Schwingfrequenz der Kippstufe unter anderem von der Höhe der

Widerstände R_3 und R_5 abhängt, so wird sie jetzt natürlich auch vom Prüfobjekt selbst mit bestimmt. Je höher der Widerstand ist, desto länger dauert es, bis die Kondensatoren C_1 und C_2 geladen sind. Hierin liegt also die sinkende Tonfrequenz bei steigendem Widerstand des Prüflings begründet.

Der Widerstand R_2 sorgt dafür, dass bei offenem Prüfeingang die Widerstände R_3 und R_5 auf Massepotential liegen. Dadurch ist gewährleistet, dass alle Transistoren sicher sperren und bei Nichtbenutzung die Batterie nicht entladen wird. Die Dioden D_4 und D_5 verhindern negative Spannungsspitzen an den Basisanschlüssen von T 1 und T 2. Diese Spannungsspitzen entstehen dadurch, dass die positiv geladenen Anschlüsse von C_1 und C_2 jeweils beim Umkippen der Schaltung auf Massepotential geschaltet werden. Da die Kondensatoren nicht sofort entladen sind, werden die Anschlüsse, welche zuvor auf Massepotential lagen, in den negativen Bereich verschoben. Die Diode D_3 verhindert bei sehr großem Prüflingswiderstand Potentialverschiebungen durch C_1 am Knotenpunkt R_4/R_5 .

Mit den Bauteilen D_1 , D_2 und R_1 wird die Spannungsfestigkeit des Gerätes realisiert. Die Diode D_1 arbeitet als Gleichrichter und sorgt dafür, dass eine eventuell zwischen den Prüfbuchsen anliegende Fremdspannung nur in einer Polungsrichtung wirken kann. Der PTC R_1 begrenzt den aus einer Fremdspannung resultierenden Strom. Er hat bei Zimmertemperatur einen Widerstand von ca. 3 k Ω . Bei einer sehr hohen Fremdspannung erhöht sich der Widerstand schnell durch die Eigenerwärmung des Bauteils.

Über die Diode D_2 kann der Fremd-

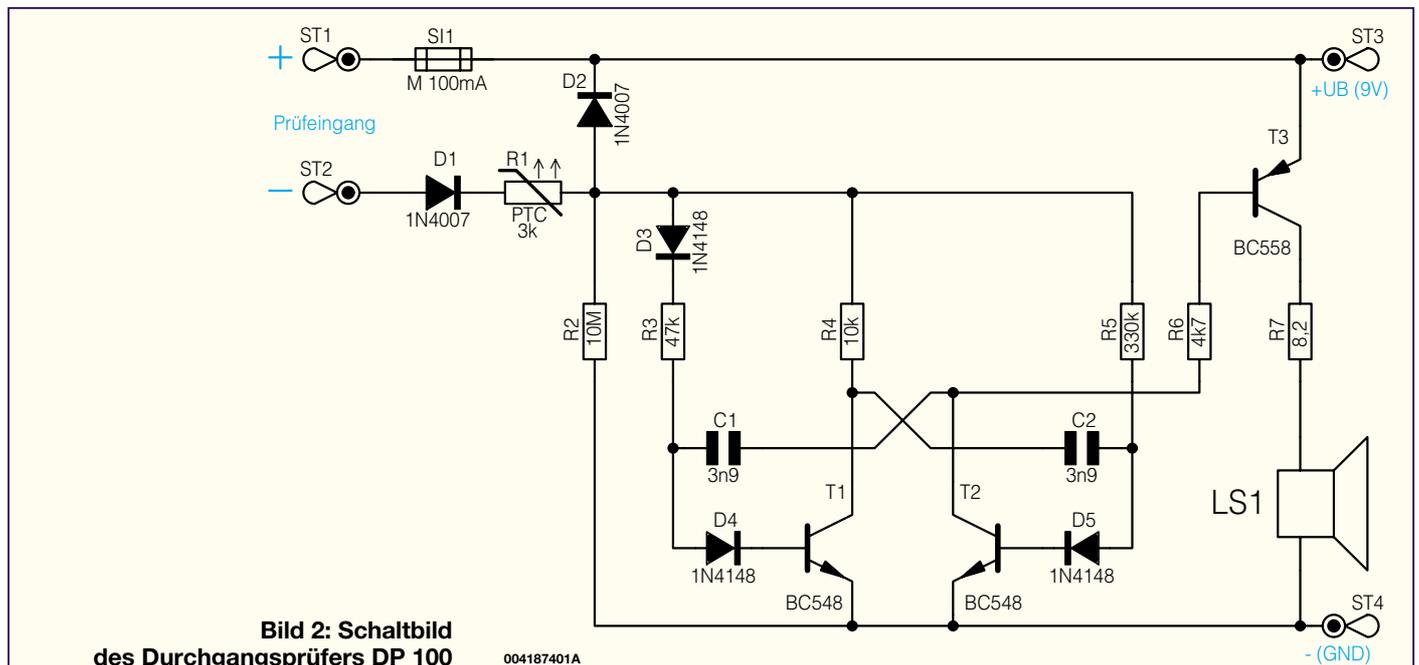
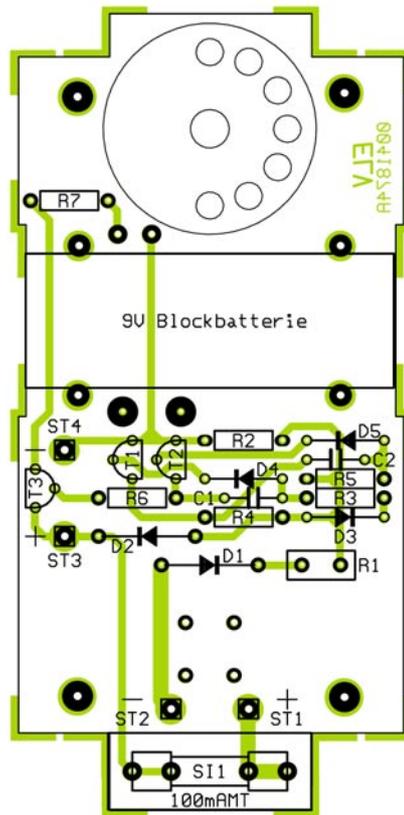


Bild 2: Schaltbild des Durchgangsprüfers DP 100



Ansicht der fertig bestückten Platine des DP 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

strom an ST 1 wieder abfließen. Durch dieses Konzept ist die auf die Kippstufe von außen einwirkende Spannung auf die Durchlassspannung von ca. 0,7 V an D 2 begrenzt. Die Sicherung SI 1 verhindert, dass im Falle von Bauteiledefekten durch hohe Kurzschlussströme eine Gefahr entstehen kann.

Nachbau

Der Schaltungsaufbau erfolgt auf einer einseitigen Platine, die auch den Kleinlautsprecher trägt.

Da die Schaltung nur aus wenigen konventionellen Bauteilen besteht, gestaltet sich die Bestückung der Platine unter Zuhilfenahme der Stückliste, des Bestückungsplans und des Bestückungsdrucks auf der Platine sehr einfach. Das Platinenfoto gibt eine zusätzliche Hilfeleistung.

Als erstes werden die Widerstände R 2 bis R 7 bestückt, gefolgt von den Dioden D 1 bis D 5. Bei den Dioden ist die korrekte Polarität zu beachten. Der Katodenstrich der Diode muss mit dem Symbol im Bestückungsdruck der Platine übereinstimmen. Nun sind die beiden Kondensatoren C 1 und C 2, der PTC R 1 sowie die drei Transistoren T 1 bis T 3 einzusetzen. Die Platinenanschlusspunkte ST 3 und ST 4 werden mit Lötösen versehen. Es folgt die Bestückung des Sicherungshalter mit Si-

cherung und Abdeckkappe. Als Batteriehalter dienen vier 20 mm lange Lötstifte, die jetzt an den entsprechenden Positionen einzusetzen sind. Zum Schutz der Batterie vor Beschädigungen durch diese Stifte werden diese anschließend mit Schrumpfschlauch überzogen. Hierzu wird der 1,6 mm dicke Schrumpfschlauch in 2 cm lange Stücke aufgeteilt, auf die Stifte aufgeschoben und durch Erhitzen eingeschrumpft.

Es folgt die Montage des Lautsprechers. Zunächst sind an die Anschlusskontakte zwei 20 mm lange Silberdrahtenden anzulöten. Die Befestigung des Lautsprechers auf der Platine erfolgt mit einem ca. 15 x 15 mm großen Stück doppelseitigem Schaumstoffklebeband. Vor dem Aufkleben des Lautsprechers sollten allerdings die Anschlussdrähte in die entsprechenden Bohrungen eingeführt werden. Erst jetzt klebt man den Lautsprecher deckungsgleich mit dem Bestückungsdruck auf. Dann erfolgt das Verlöten der Anschlussdrähte mit der Platine.

Als Nächstes werden die Anschlussdrähte des Batterieclips auf ca. 80 mm Länge gekürzt und neu abisoliert. Dann fädelt man die Leitungen durch die Zugentlastungsbohrungen der Platine hindurch und lötet sie an die Lötösen ST 3 und ST 4 an. Die rote Leitung ist dabei mit ST 3 (+), die schwarze Leitung mit ST 4 (-) zu verbinden.

Den Abschluss der Platinenbestückung

bildet der Anschluss der Leitungen, die später zu den Prüfbuchsen führen. Hierfür sind zunächst zwei 13 cm lange Stücke flexibler Leitung mit roter und schwarzer Isolierung (0,75 mm²) jeweils beidseitig um 5 mm abzuisolieren. Die rote Leitung wird nun am Platinenanschlusspunkt ST 1, die schwarze Leitung an ST 2 angelötet. Die offenen Enden werden dann durch die Zugentlastungsbohrungen der Platine hindurchgefädelt.

Ist die Platinenbestückung so weit abgeschlossen, erfolgt noch einmal eine Kontrolle aller Bauteile und Lötstellen auf ex-

Stückliste: Akustischer Durchgangsprüfer DP 100

Widerstände:

8,2Ω	.....	R7
4,7kΩ	.....	R6
10kΩ	.....	R4
47kΩ	.....	R3
330kΩ	.....	R5
10MΩ	.....	R2
PTC, 3kΩ	.....	R1

Kondensatoren:

3,9nF	C1, C2
-------	-------	--------

Halbleiter:

BC548	.....	T1, T2
BC558	.....	T3
1N4007	.....	D1, D2
1N4148	.....	D3-D5

Sonstiges:

Sicherheits-Bananenbuchse,	
4 mm, rot	..... ST1
Sicherheits-Bananenbuchse,	
4 mm, schwarz	..... ST2
Lötstifte mit Lötöse	..... ST3, ST4
Kleinlautsprecher, ø 28 mm, 6 Ω,	
0,1 W	..... LS1
Sicherung, 100 mA, mittelträge ..	SI1
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungsabdeckhaube	
4 Lötstifte, Länge 20 mm	
1 9-V-Batterieclip	
2 Kabelbinder, 90 mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse,	
Typ G438, bearbeitet und bedruckt	
1 Isolierfolie, 0,2 x 23 x 100 mm	
1 Schaumstoffmatte, 5 x 25 x 45 mm	
15 mm Schaumstoffklebeband,	
doppelseitig, Breite 15 mm	
25 mm Klebeband, doppelseitig,	
Breite 45 mm	
4 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
13 cm flexible Leitung, 0,75 mm ² ,	
13 cm flexible Leitung, 0,75 mm ² ,	
schwarz	
8 cm Schrumpfschlauch, ø 1,6 mm	
3 cm Schrumpfschlauch, ø 5 mm	
4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm	

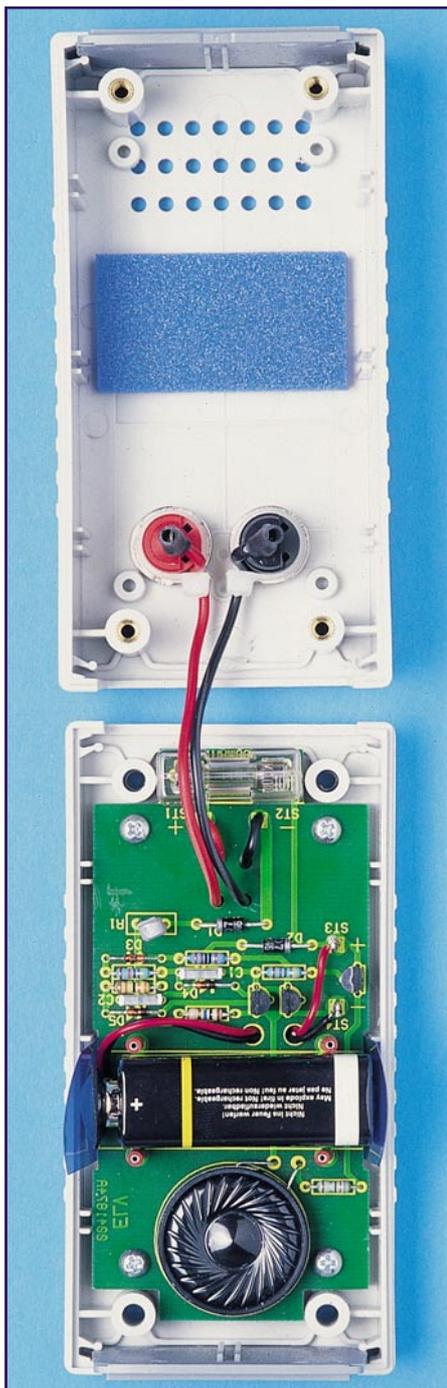


Bild 3: Innenansicht des DP 100

akte Bestückung und Lötfehler, bevor wir uns der Vorbereitung des Gehäuses für den Einbau der Schaltung widmen.

Zuerst werden die beiden Sicherheitsbuchsen montiert. Die rote Buchse ist in die mit „+“ gekennzeichnete Bohrung einzusetzen und festzuschrauben. Die Montage der schwarzen Buchse erfolgt in äquivalenter Weise in der mit „-“ gekennzeichneten Bohrung. Es ist wichtig, dass man die Überwurfmutter fest anzieht, da sich die Buchsen sonst später durch die Benutzung lösen könnten.

Nun versieht man das 5 mm dicke und 25 x 45 mm große Schaumstoffstück mit einem entsprechenden Stück doppelseit-

gem Klebeband und klebt es in die Innenseite des Gehäusedeckels ein. Die genaue Position ergibt sich aus der Lage des Batteriefaches. Die Platine ist dafür in die untere Gehäusehalbschale einzulegen. Bei korrekt aufgesetztem Deckel muss sich der Schaumstoff genau mittig oberhalb der Batterie befinden.

Den Abschluss der Verkabelung bildet das Verlöten der von der Platine kommenden Leitungen mit den Messbuchsen. Die rote Leitung wird mit der roten Buchse, die schwarze Leitung mit der schwarzen Buchse verbunden. Dabei steckt man den feindrähtigen Kupferleiter jeweils durch die kleine Bohrung der Anschlussfahne durch, biegt ihn mit Hilfe einer Flachzange um und drückt ihn an die Anschlussfahne an. Die Leitung ist dabei entlang des Buchsenkörpers zu führen und mit Hilfe je eines Kabelbinders an diesem zu fixieren. Die Kontaktstelle an der Anschlussfahne wird nun unter Hinzugabe von ausreichend Lötzinn verlötet. Zur besseren Isolierung überzieht man beide Anschlussfahnen noch mit einem 15 mm langen Stück Schrumpfschlauch. Dieser wird auf die Kontaktstellen aufgeschoben und durch Erhitzen eingeschumpft.

Sind alle Arbeitsschritte so weit durchgeführt, erfolgt die Endmontage. Bevor man die Platine in die untere Gehäusehalbschale einsetzt, ist die beiliegende 23 x 100 mm große Isolierfolie U-förmig abzuwinkeln. Die Breite muss 48 mm betragen. Daraus ergibt sich eine Schenkellänge von jeweils 26 mm. Diese Isolierfolie wird nun von der Platinenunterkante her in die beiden seitlichen Einkerbungen geschoben. Damit die Folie nicht verrutschen kann, sollte man sie auf der Rückseite mit etwas Klebeband fixieren.

Die Folie ist erforderlich, damit an der Gehäusenah im Bereich der Batterie eine Luft- und Kriechstrecke von mindestens 8 mm eingehalten wird. Das verlangen

einschlägige Gerätesicherheitsnormen für entsprechende Geräte, die für den Betrieb an lebensgefährlichen Netzspannungen ausgelegt sind. In diesem Zusammenhang sei auch noch folgendes erwähnt:

Achtung: Der Betrieb des DP 100 an gefährlichen Spannungen, also Spannungen von mehr als 60 V DC und 25 V AC, ist nur dann gestattet, wenn das Gerät von Personen aufgebaut und in Betrieb genommen wurde, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind!

Die fertiggestellte Platine ist nun lagerichtig in die untere Gehäusehalbschale einzusetzen und mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm festzuschrauben. Dann werden die beiden Stirnplatten in die entsprechenden Führungsnuten der unteren Halbschale eingesetzt.

Bevor man den Gehäusedeckel aufsetzt, ist noch eine 9-V-Blockbatterie an den Batterieclip anzuschließen. Die Batterie wird nun ordnungsgemäß zwischen den Führungsstiften platziert. Die beiden Schenkel der Isolierfolie müssen sauber an den Stirnseiten der Batterie anliegen.

Zum Abschluss erfolgt das Aufsetzen und Festschrauben des Deckels. Hierbei ist zu beachten, dass keine Leitung bzw. die Isolierfolie eingequetscht wird.

Inbetriebnahme

Da die Schaltung des Durchgangsprüfers keinerlei Abgleichpunkte enthält, beschränkt sich die Inbetriebnahme lediglich auf einen kurzen Funktionstest. Hierzu werden zwei VDE-zugelassene Messleitungen an die Prüfbuchsen angeschlossen. Beim Verbinden der beiden Prüfspitzen muss ein deutlicher und klarer Prüftön hörbar sein.

Ist der Funktionstest erfolgreich verlaufen, so steht dem langjährigen Einsatz dieses nützlichen Hilfsmittels nichts mehr im Wege. 