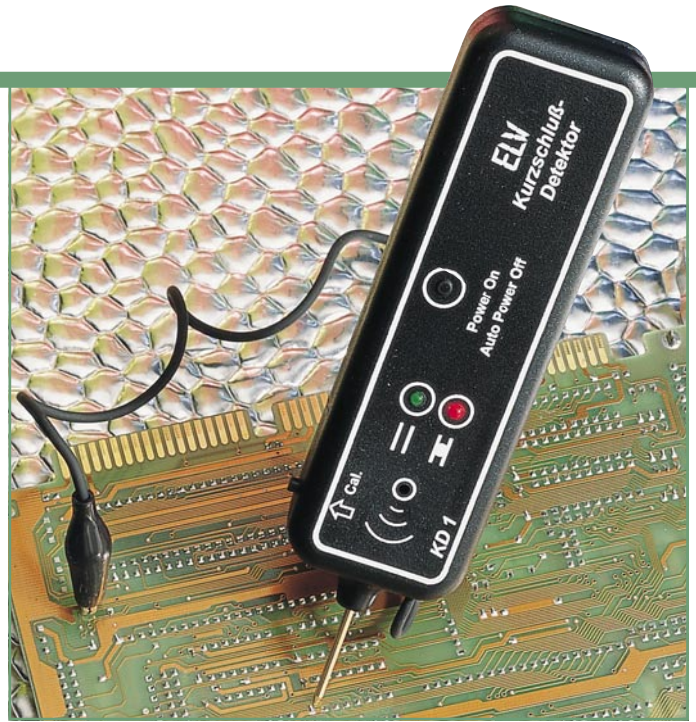


# „Intelligenter“ Kurzschluß- Detektor KD 1

**Schnelles und genaues Orten von Kurzschlüssen, die z. B. durch Leiterbahnfehler oder defekte Bauteile entstanden sind, ermöglicht dieser innovative Kurzschluß-Detektor. Eine optische und akustische Signalisierung erlaubt auch den Einsatz als Durchgangstester.**



## Allgemeines

Das Auffinden von Kurzschlüssen wird mit diesem quasi intelligenten Kurzschluß-Detektor zum Kinderspiel. Sie fahren einfach mit der Meßspitze auf der Leiterbahn entlang, und der KD 1 signalisiert Ihnen akustisch durch einen ansteigenden Signalton sowie gleichzeitig durch eine rote LED, daß Sie sich der Kurzschlußstelle nähern (Widerstandswert nimmt ab) bzw. durch einen niederfrequenten Ton und eine grüne LED, daß Sie sich von der Kurzschlußstelle entfernen.

Den Ausgangspunkt, wo Sie mit Ihrer Suche beginnen, legen Sie selbst fest, indem Sie kurz die Speichertaste betätigen und somit den aktuellen Anfangs-Widerstand dem Gerät mitteilen. Möchten Sie Ihre Suche an einer anderen Stelle fortsetzen, betätigen Sie auch hier wiederum zu Beginn der Messung erneut diese Taste. Einfacher geht es kaum.

## Funktionsprinzip

Das Meßprinzip des Kurzschluß-Detektors basiert auf einer relativen Widerstandsmessung. Das Gerät ist in der Lage, bereits kleinste Widerstandsänderungen im Be-

reich von nur wenigen Milliohm zu detektieren. Mit Hilfe der Speichertaste wird dabei der Ausgangs-Widerstandswert mit Beginn der Messung gespeichert. Dieser Widerstand kann im Bereich von wenigen Milliohm bis hin zu  $3 \Omega$  liegen und wird zwischen der Masseklemme und der Meßspitze des Gerätes gemessen.

## Bedienung

Die einfache Bedienung des KD 1 wollen wir anhand eines konkreten Beispiels demonstrieren. Abbildung 1 zeigt eine Schaltung mit 4 ICs, wobei zwischen der Busleitung „D0“ und „GND“ des IC 3 ein Kurzschluß bestehen soll.

Der KD 1 wird nun durch Drücken der Taste „Power On“ eingeschaltet. Durch die Auto-Power-Off-Funktion nimmt das Gerät automatisch 60 Sekunden nach der letzten Messung die Abschaltung vor.

Vor Beginn der Messung ist die Krokoklemme der Masseleitung des KD 1 an nahezu beliebiger Stelle mit der Schaltungsmasse des zu untersuchenden Gerätes zu verbinden. Bei großen und komplexen Schaltungen empfiehlt es sich jedoch, diesen Anschluß nicht zu weit abseits vom

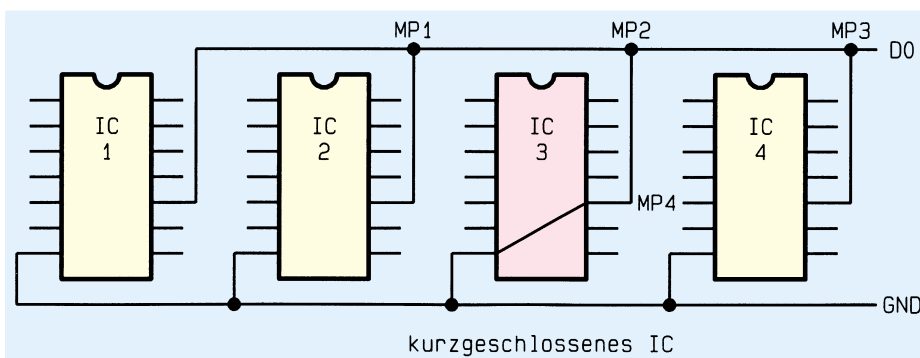
zu untersuchenden Bereich zu positionieren, um innerhalb des Meßbereiches von  $3 \Omega$  zu bleiben.

Anschließend wird mit der Meßspitze des KD 1 ein Meßpunkt auf der Leitung „D0“ gesucht. In unserem Fall wählen wir MP 1 und speichern den nun gemessenen Widerstandswert durch Betätigen der Taste „Cal“. Hierdurch erlöschen die beiden Leuchtdioden, und das akustische Signal stellt sich auf 3 kHz ein. Damit ist der Ausgangspunkt unserer Kurzschlußsuche markiert. Nach dem Abtrennen der Spitze leuchtet die grüne LED auf, und das akustische Signal verstummt.

Der nächste von uns gewählte Meßpunkt soll MP 2 sein. Hier leuchtet nun die rote LED auf die uns sagt, daß der gemessene Widerstandswert gegenüber der vorherigen Messung kleiner ist und wir uns der Kurzschlußstelle nähern. In diesem Fall, d. h. beim Aufleuchten der roten LED, ist erneut die „Cal“-Taste zu betätigen, um den niedrigeren Widerstandswert zu speichern. Das Prinzip der Fehlersuche besteht darin, den kleinsten Widerstandswert zu ermitteln, der sich zwangsläufig unmittelbar an der kurzschlußverursachenden Stelle befindet.

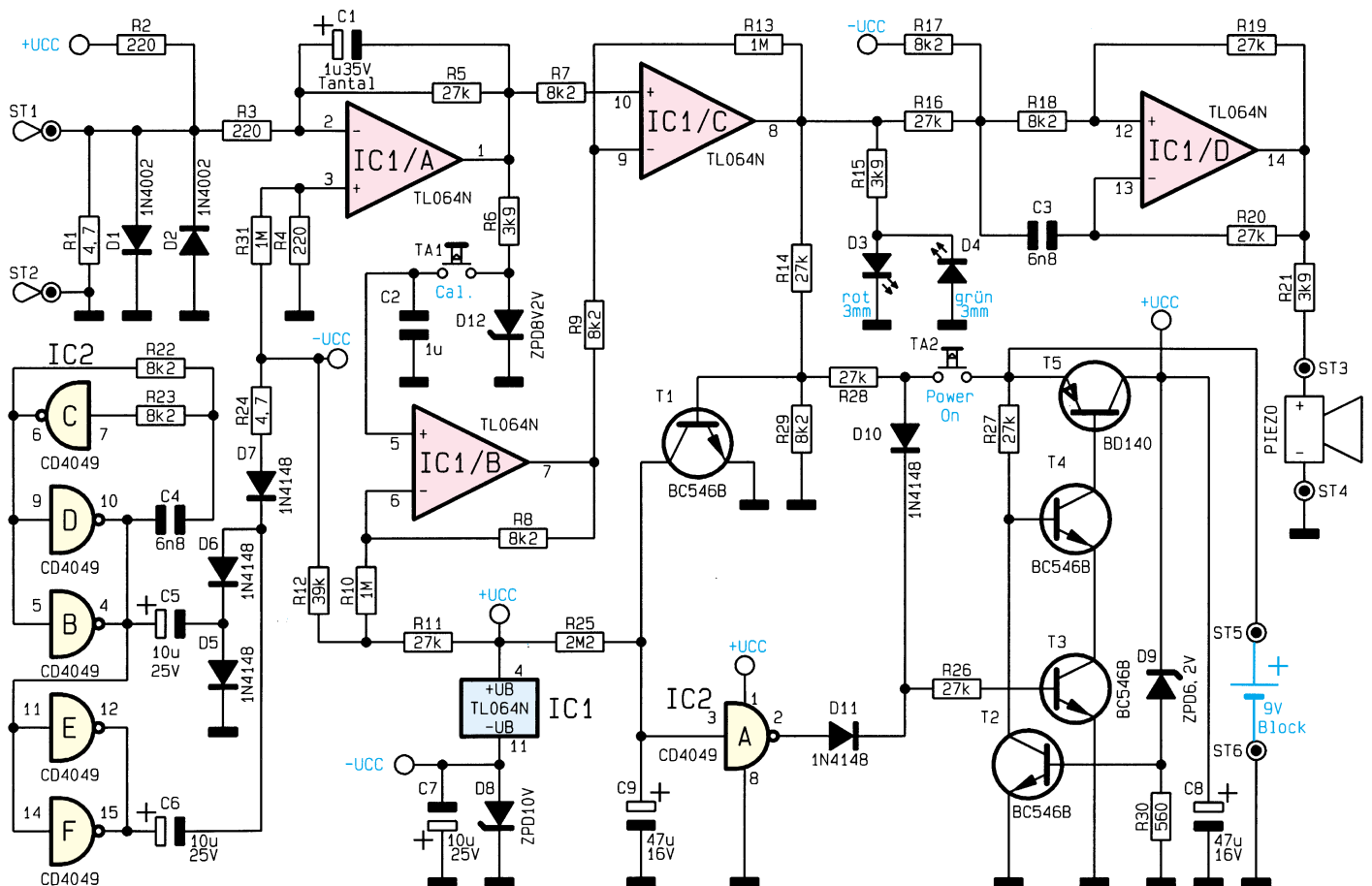
Die nächste Messung an dem von uns gewählten Meßpunkt MP 3 ergibt einen höheren Widerstandswert, denn wir ent-

Bild 1: Schaltungsbeispiel



## Technische Daten:

Spannungsversorgung: ..... 9V-Blockbatterie  
 Stromaufnahme: ..... ca. 40 mA  
 Meßspannung: ..... max. 150 mV  
 Meßbereich: ..... 0 bis  $3 \Omega$   
 akustisches Signal: ..... 1 bis 5 kHz  
 Auto-Power-Off: ..... 1 Minute  
 Abmessungen: ..... 160 x 42 x 22 mm



**Bild 2: Schaltbild des Kurzschluß-Detektors**

fern uns von der Kurzschlußstelle. Dies wird uns durch einen niederfrequenten Signalton und die grüne LED angezeigt.

Zur genauen Bestimmung des Kurzschlusses ist das akustische Signal besonders geeignet, denn selbst kleinste Widerstandsänderungen werden durch die entsprechende Tonhöhen-schwankung erkennbar.

Eine weitere Messung an MP4 ergibt einen kleineren Widerstandswert. Im vorliegenden Fall ist zu folgern, daß entweder IC 3 defekt ist oder aber ein Kurzschluß in diesem unmittelbaren Bereich der Leiterplatte vorliegt.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß alle Messungen nur dann zum Erfolg führen, wenn ein sehr guter Kontakt zwischen Meßspitze und Leiterplatte besteht.

Die niedrige Meßspannung von ca. 0,15 V verhindert zuverlässig eine Beeinflussung durch Halbleiter-Übergänge, und auch der KD 1 wird seinerseits sowohl Germanium- als auch Silizium-Halbleiter selbst in empfindlichen Bauformen schonend behandeln.

Soll der Kurzschluß-Detektor als Durchgangstester eingesetzt werden, so ist die „Cal“-Taste zu drücken, ohne daß sich die beiden Meßspitzen berühren. Jetzt leuchtet

die grüne LED auf. Sobald man die Meßspitzen kurzschließt, ertönt ein akustisches Signal und die rote Leuchtdiode ist aktiviert.

### Schaltung

Abbildung 2 zeigt das Schaltbild des Kurzschluß-Testers KD 1. Zur besseren Übersicht ist in Abbildung 3 zusätzlich ein Blockschaltbild dargestellt.

Am Meßeingang ST 1 und ST 2 liegt eine Vorspannung von ca. 150 mV an, die mit dem Spannungsteiler R 1, R 2 erzeugt wird. Die antiparallel geschalteten Dioden D 1 und D 2 schützen den Eingang vor Überspannungen.

Der als invertierender Verstärker geschaltete OP IC 1 A verstärkt die Eingangsspannung um den Faktor 120, wobei der Rückkoppelkondensator C 1 uner-

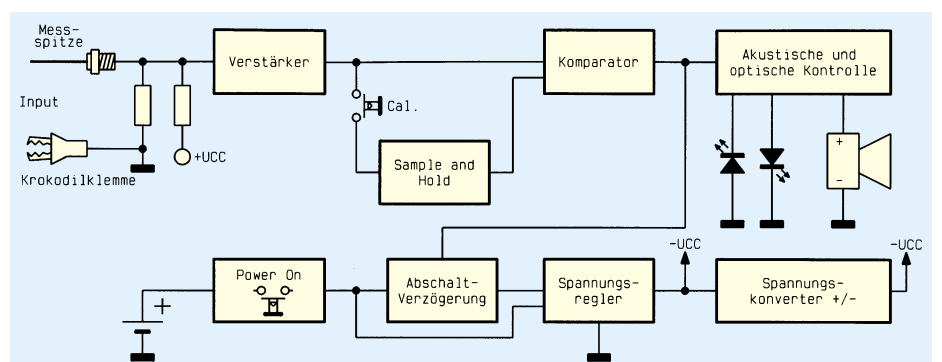
wünschte Störspitzen unterdrückt.

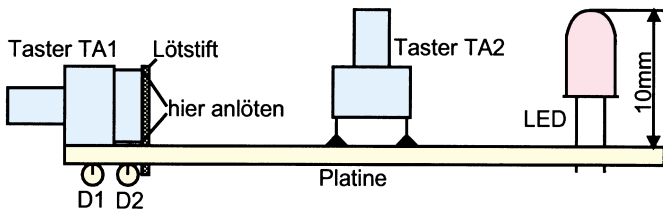
Die Spannung an Pin 1 des IC 1 A ist proportional zum gemessenen Widerstand.

Wird der Taster TA 1 (Cal) betätigt, so gelangt die Spannung von Pin 1 des IC 1 A zu einer „Sample-and-Hold“-Schaltung, die aus C 2 und IC 1 B besteht. Der Kondensator C 2 wird nur über den sehr geringen Eingangsstrom des OP IC 1 B entladen, wodurch die Spannung über einen hinreichenden Zeitraum nahezu konstant bleibt.

Sowohl die gespeicherte als auch die aktuelle Meßspannung werden vom Komparator IC 1 C miteinander verglichen. Sind beide Spannungen gleich, d. h. der gespeicherte sowie der aktuelle Wert sind gleich, so führt der Ausgang des Komparators 0 V, und die beiden Leuchtdioden D 3

**Bild 3: Blockschaltbild des Kurzschluß-Detektors**





und D 4 sind erloschen.

Neben den Leuchtdioden befindet sich am Ausgang des Komparators zusätzlich ein spannungsgesteuerter Oszillator, der von IC 1 D gebildet wird. Dieser ändert seine Frequenz in Abhängigkeit von der Steuerspannung. Der Ausgang des OPs steuert über den Vorwiderstand R 21 den Piezo-Signalgeber an. Bei 0V-Eingangsspannung schwingt der Oszillator auf einer Frequenz von ca. 3 kHz.

Wird ein kleinerer Widerstand als der gespeicherte Wert gemessen, so steigt die Ausgangsspannung des Komparators an, und die rote LED D 3 leuchtet auf. Dagegen leuchtet die grüne LED D 4, wenn ein höherer Widerstand gemessen wird, wobei die Ausgangsspannung dann einen negativen Wert annimmt.

Für die Spannungsversorgung der OPs ist eine negative Spannung erforderlich, die von IC 2 mit Zusatzbeschaltung erzeugt wird. Die Inverter IC 2 B, C, D bilden einen Oszillator mit einer durch R 22 und C 4 gestimmten Frequenz. An den Ausgängen der parallelgeschalteten Gatter IC 2 E, F liegt das invertierte Oszillatorsignal an.

Die Ausgänge führen zum Spannungsverdoppler, bestehend aus C 5, C 6 sowie D 5 bis D 7. Die Z-Diode D 8 begrenzt die Ausgangsspannung auf -10 V.

Die Transistoren T 2 bis T 5 stabilisieren die 9V-Batteriespannung auf 6,2 V. Durch Betätigen des Tasters TA 2, steuert der Transistor T 3 durch und gibt die Spannung am Kollektor von T 5 frei. Jetzt übernimmt der Inverter IC 2 A die Ansteuerung von T 3.

Sobald sich der Kondensator C 9 über R 25 aufgeladen hat, geht der Ausgang von IC 2 A auf Low-Pegel zurück, und die Spannungsversorgung wird abgeschaltet. Bei jedem Meßvorgang steuert der parallel zu C 9 liegende Transistor T 1 durch und entlädt den Kondensator wieder. Hierdurch verlängert sich die Einschaltzeit, d. h. 60 Sek. nach dem letzten Meßvorgang erfolgt die automatische Abschaltung.

**Nachbau**

Zum Aufbau der Schaltung steht eine 73 x 35 mm messende einseitige Platine zur Verfügung. Anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste werden die Bauteile in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesetzt und auf der Platinenunterseite verlötet. Überstehende Drahtenden sind mit einem Seitenschneider zu kürzen, ohne

**Bild 4: Montage-skizze**

**Fertig aufgebaute Leiterplatte mit Bestückungsplan**

dabei die Lötstellen zu beschädigen.

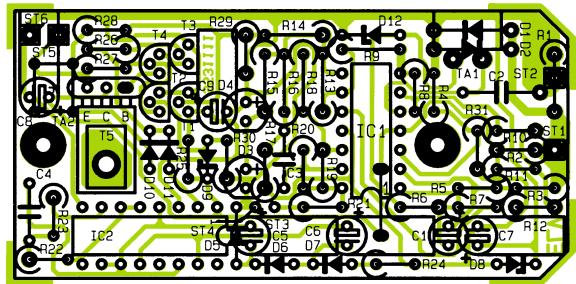
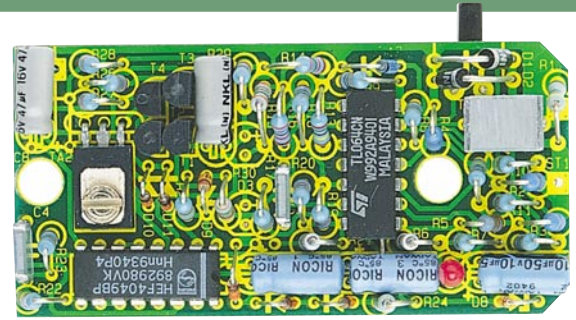
Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit den liegenden Bauteilen wie Dioden und Elkos. Hierbei ist auf die korrekte Einbaulage (Polarität) zu achten. Als nächstes sind die Widerstände einzulöten, deren Anschlußdrähte zuvor entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln sind.

Anschließend werden die weiteren Bauteile mit Ausnahme der Taster und LEDs eingesetzt. Der Transistor T 5 ist liegend (mit der Beschriftung zur Platinenseite weisend) zu montieren und mit einer M3x6mm-Schraube und zugehöriger Mutter auf der Platine anzuschrauben.

Die Meßspitze wird an der gekennzeichneten Stelle (ST 1) direkt auf die Platine gelötet, während die beiden Taster TA 1 und TA 2 sowie die Leuchtdioden D 1 und D 2 entsprechend der Abbildung 4 auf der Platinenunterseite (Leiterbahnseite) anzulöten sind. Zur Befestigung von TA 1 dienen zusätzlich 2 Lötstifte. Die beiden Leuchtdioden sollten einen Abstand von 10 mm zur Platine aufweisen (Abbildung 4). Die elektrische Verbindung zum Piezo-Signalgeber erfolgt mit 40 mm langer isolierter Litze, wobei der Signalgeber mit etwas Sekundenkleber im Gehäuseoberteil zu fixieren ist.

Kommen wir nun zur Anfertigung der Meßleitung. Hierzu dient eine 1adrige, abgeschirmte Leitung mit einer Länge von 50 cm, da diese sehr flexibel ist. Das eine Ende der Leitung ist mit einer Krokodilklemme zu versehen, wobei das andere Ende an den Platinenanschlußpunkt ST 2 anzulöten ist. Innenader und Abschirmung liegen dabei parallel zur Reduzierung des Innenwiderstandes.

Die Spannungsversorgung der Schaltung übernimmt eine 9V-Blockbatterie, die über einen Batterieclip mit der Platine verbunden wird. Die rote Ader ist dabei mit ST 5 und die schwarze mit ST 6 zu verbinden. Nach dem Gehäuseeinbau und dem Verschrauben ist der Kurzschluß-Detektor betriebsbereit und steht dem Elektroniker und Service-Techniker als nützliches Werkzeug zur Verfügung.



**Stückliste: Kurzschluß-Detektor**

**Widerstände:**

4,7Ω	.....	R1, R24
220Ω	.....	R2-R4
560Ω	.....	R30
3,9kΩ	.....	R6, R15, R21
8,2kΩ	.....	R7-R9, R17,
		R18, R22, R23, R29
27kΩ	.....	R5, R11, R14,
		R16, R19, R20, R26-R28
39kΩ	.....	R12
1MΩ	.....	R10, R13, R31
2,2MΩ	.....	R25

**Kondensatoren:**

6,8nF	.....	C3, C4
1µF/35V tantal	.....	C1
1µF	.....	C2
10µF/25V	.....	C5-C7
47µF/16V	.....	C8, C9

**Halbleiter:**

TL064	.....	IC1
CD4049	.....	IC2
BC546B	.....	T1-T4
BD140	.....	T5
1N4002	.....	D1, D2
1N4148	.....	D5-D7, D10, D11
ZPD6,2V	.....	D9
ZPD8,2V	.....	D12
ZPD10V	.....	D8
LED, grün, 3mm	.....	D4
LED, rot, 3mm	.....	D3

**Sonstiges:**

- Miniatur-Taster ..... TA1, TA2
- 2 Lötstifte, 1 mm Ø
- 1 Piezo-Summer
- 1 Tastkopf-Gehäuse, bedruckt und gebohrt
- 1 Krokodilklemme, schwarz
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Batterieclip
- 8cm isolierte Schalllitze
- 50cm abgeschirmte Leitung, einadrig
- 3cm Schaltdraht, blank, versilbert