

# Kompakt und nützlich: ELV-IC- Logiktester LT 16

*Bei der Untersuchung komplexer Digitalschaltungen ist es oft wünschenswert, die Logikpegel aller Anschlüsse eines ICs gleichzeitig zu erkennen. Dies ermöglicht die hier vorgestellte hochkompakte Schaltung, die ebenso preisgünstig wie leicht aufzubauen ist.*

## Allgemeines

Der LT 16 wird durch eine 16polige IC-Testabgreifklammer mit nur einem Handgriff an das in der Schaltung befindliche IC angeschlossen und zeigt die Logikpegel an sämtlichen Ein- oder Ausgängen optisch an. Hierzu dienen jeweils 16 sinnfällig angeordnete grüne und rote LEDs für „High“- bzw. „Low“-Pegel. Sie folgen den Pegeländerungen praktisch verzögerungslos und ermöglichen somit sofort die gewünschte optische Abschätzung der IC-Funktionen, etwa hinsichtlich Timing-Verhaltens oder der ungefähren Frequenz, sofern diese sich noch im optisch auflösbaren Bereich befindet.

Leuchtet für einen gegebenen IC-Pin keine

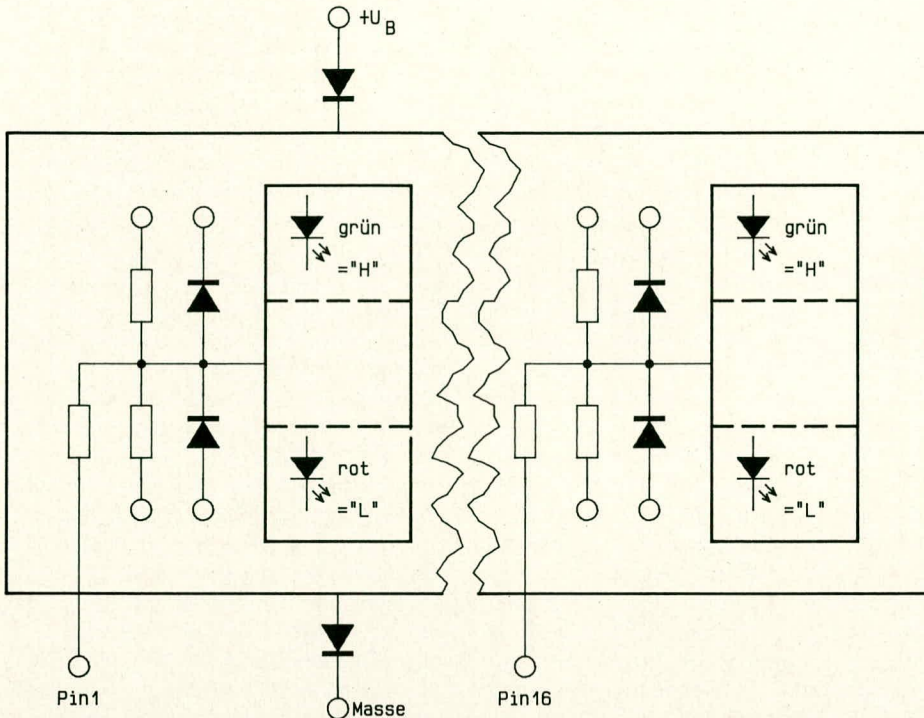
der beiden Leuchtdioden, so wird dieser IC-Pin entweder hochohmig oder gar nicht angesteuert; leuchten beide LEDs, ist auf höherfrequente Pegeländerungen zu schließen. Bemerkenswerterweise kann aber auch dann noch eine wichtige Aussage getroffen werden, denn das Helligkeitsverhältnis der beiden LEDs zueinander erlaubt durchaus einen guten Rückschluß auf das zugrundeliegende Tastverhältnis. Überprüfbar sind 8-, 14- und 16polige ICs im DIL-Gehäuse.

Der LT 16 ist geeignet für TTL-Logik-ICs (Versorgungsspannung 5 V) ebenso wie für CMOS-Schaltkreise (Versorgungsspannung 5 - 18 V)! Er deckt somit praktisch alle gebräuchlichen Logikschaltungen ab, sofern sie die Kontaktzahl von 16 nicht überschreiten.

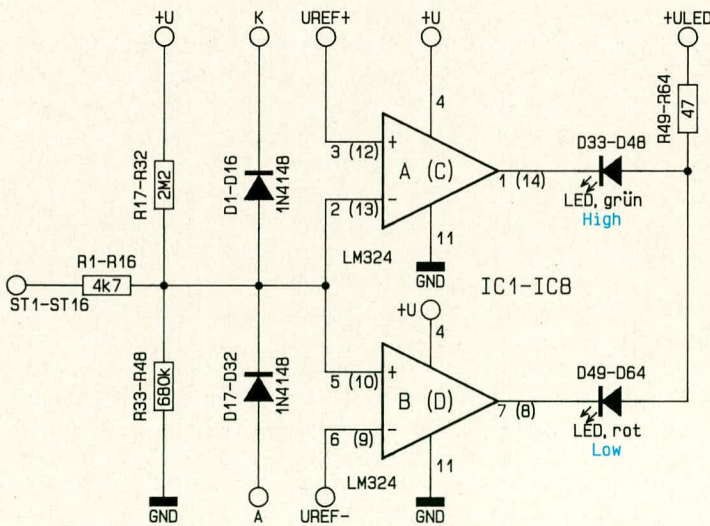
Trotz dieser Vielseitigkeit benötigt der LT 16 keine separate Spannungsversorgung, da er sich über eine ausgeklügelte Diodenmatrix und Aufbereitungsschaltung aus den jeweiligen Versorgungsleitungen des zu prüfenden ICs speist!

Durchaus stolz sind wir darauf, daß die Schaltung trotz der großen Zahl einzelner Bauelemente auf eine Platine von nur 53,5 x 135 mm Größe gebannt und das Gerät somit in unserem bewährten, handlichen Flachgehäuse untergebracht werden konnte. An den dichtesten Stellen sind immerhin 8 Bauteile auf 1 cm<sup>2</sup> untergebracht (worunter die Nachbausicherheit aber nicht im geringsten zu leiden hat). Die zugrundeliegende, doppelseitig durchkontaktierte Platine war für unsere Layout-Abteilung denn auch durchaus eine „harte Nuß“.



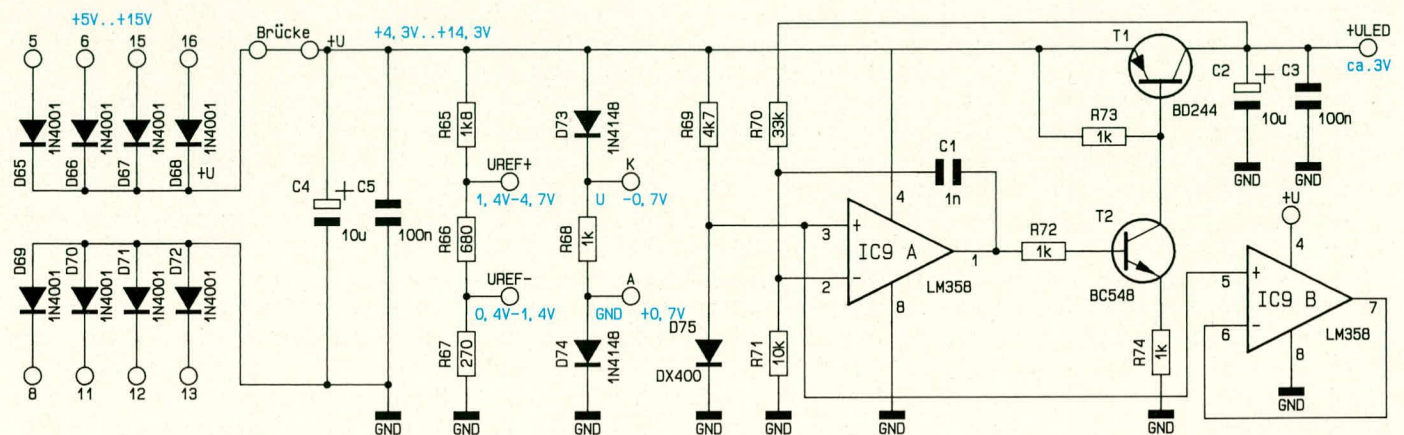


**Bild 1: Schematischer Aufbau des Logiktesters.** Jeder der bis zu 16 IC-Pins ist einzeln abgesichert und wird über Komparatoren separat ausgewertet. Die Versorgung durch  $+U_B$  und Masse erfolgt direkt vom zu testenden IC.



**Bild 2: Einzelne Komparatorschaltung des LT 16.** Da sie insgesamt 16fach vorhanden ist, wurden Bauteilsammelnummern vergeben.

**Bild 3: Spannungsversorgung und -generierung einschließlich Stabilisierung der LED-Betriebsspannung.**



Als Endergebnis präsentiert sich ein Gerät mit höchstem Gebrauchswert und einfachster Handhabung. Die jeweiligen Tests können damit zu einem reinen Vergnügen werden.

## Zur Schaltung

Die gesamte Schaltung des ELV-IC-Logiktesters besteht aus 16 identischen Auswerte- und Treiberschaltungen (Bild 2) sowie der kompletten Spannungsversorgung (Bild 3).

Bild 1 zeigt schematisch die Funktion der Signal-Auswertung und ihre Anbindung an die externe Versorgungsspannung. Jeder Pin ist über einen Eingangswiderstand auf einen zweiseitigen Komparator geführt, der anhand intern vorgegebener Referenzspannungen die logischen Pegel erkennt und anzeigt. Der nicht definierte Zwischenbereich wird dabei sorgsam ausgespart, d. h. hier würde keine der jeweils 2 LEDs leuchten. Widerstände sorgen bei offenen Eingängen für einen definierten Spannungspegel, Schutzdioden stellen die Sicherheit gegen Über- oder Unterspannungen dar.

Bild 3 gibt die Schaltung des Versorgungsteils wieder, wo sowohl Referenz- als auch interne Betriebsspannungen gewonnen werden. Eingangsseitig speist sich die gesamte Schaltung aus dem zu testenden IC, indem sie dort auf die jeweiligen, genormten Spannungsversorgungspins zugreift. Bei den üblichen 8 bis 16poligen Logik-Schaltkreisen ist die negative Spannungsversorgung dabei in der Regel an Pin 8 oder Pin 11 - 13 zu finden (je nach Pin-Anzahl und Gattertyp), während die positive Spannungsversorgung an Pin 5 oder 6, Pin 15 oder 16 anliegt.

Die Versorgungsspannungen stellen bei Logikgattern üblicherweise das höchste und niedrigste auftretende Potential dar, d. h. die eigentlichen Logikpegel befinden sich zwischen diesen Spannungspegeln. Daher



wird für die positive Versorgungsspannung eine der Dioden D 65 - D 68 und für die negative Spannungsversorgung eine der Dioden D 69 - D 72 leitend und stellt somit die interne Versorgungsspannung für den ELV-IC-Logiktester niederohmig bereit. Sie ist, bedingt durch die Diodenflußspannungen, um ca. 1,4 V niedriger als die Versorgungsspannung des zu testenden ICs.

Optional läßt sich das Gerät auch mit einem Schalter ausstatten, der statt der im Layout vorgesehenen Drahtbrücke (BR 1) in den positiven Versorgungsweg eingeschleift wird. Hierdurch lassen sich etwaige Fehleinflüsse während des Testclip-Anschlusses ausschließen, außerdem kann eine etwaige Rückbeeinflussung durch die Stromaufnahme der Schaltung (gesamt etwa 150 mA) durch Vergleich leicht ermittelt werden.

Die Kondensatoren C 4 und C 5 dienen als Puffer für die interne Versorgungsspan-

Der restliche Teil der Schaltung stellt einen Spannungs-Konstantregler für die positive LED-Versorgungsspannung dar, die 3 V beträgt. IC 9 A bekommt hierbei durch R 69 und D 75 eine Referenzspannung von ca. 0,7 V vorgegeben und stellt seinen Ausgang so ein, daß die rückgekoppelte Spannung am negativen Eingang (-) gerade dieser Referenzspannung entspricht. Dies ist, bedingt durch den Spannungsteiler aus R 70 und R 71, dann der Fall, wenn die Ausgangsspannung von T 1 um den Faktor 4,2 höher liegt, d. h. bei ca. 3,0 V. C 1 - C 3 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung.

Bild 2 zeigt die komplette Schaltung einer Pegel-Auswertelogik, wie sie im Gerät insgesamt 16fach vorhanden ist. Stellvertretend für die dort eingesetzten Bauteile gibt Bild 2 daher für jedes eingezeichnete Bauelement 16 Nummern an. Wir erklären die Schaltung anhand von Pin 1 des Test-ICs, für deren Bauteilbezeichnung im Schaltbild die jeweils niedrigste Nummer einer Bauteilgruppe gilt.

Der Eingang ST 1 liegt im offenen Zustand aufgrund von R 17 und R 33 ungefähr auf 25% der Versorgungsspannung, weshalb sich die Komparatoren IC 1 A und B im Ruhezustand befinden (Pin 1, Pin 7 führen „High“-Potential). Die LEDs D 33 und D 49 sind somit erloschen.

Wird der Eingang auf „Low“-Potential oder an die Schaltungsmasse gelegt, schaltet der Komparator IC 1 B seinen Ausgang von „High“ nach „Low“, und die LED D 49 (rot) leuchtet auf. Bei einem High-Eingangspiegel dagegen schaltet analog der Ausgang von IC 1 A auf „Low“, wobei D 33 aufleuchtet und D 49 erloschen ist. Die bereits beschriebene Stabilisierungsschaltung der positiven LED-Spannung gewährleistet hierbei eine stets gleichbleibende Helligkeit auch bei unterschiedlichen Versorgungsspannungen.

In einem mittleren Spannungsbereich, der laut Pegel-Spezifikation für TTL-Schaltkreise undefiniert ist, ist sowohl D 33 als auch D 49 erloschen (vgl. Bild 4).

D 1 und D 17 wirken als Über- bzw. Unterspannungsschutz, wobei R 1 als hochohmiger Vorwiderstand fungiert. In jedem Fall können also die Eingänge der Komparatoren (Pin 2, Pin 5) nicht auf Potentiale außerhalb der jeweiligen Versorgungsspannung kommen, falls einmal atypisch hohe oder niedrige Pegel anliegen. R 1 bewirkt dabei gleichzeitig einen Schutz der externen Meßspannungsquelle.

### Meßbereich des LT 16

Mit dem Auge können statische und dynamische Signale ohne weiteres bis etwa 20 Hz Wechselfrequenz erfaßt werden. Jenseits dieser Grenze löst das Auge die

Helligkeitswechsel nicht mehr auf, d. h. beide LEDs scheinen, bei etwas verminderter Helligkeit, kontinuierlich zu leuchten. Hierbei ist aber immer noch ein Rückschluß auf das jeweilige Tastverhältnis möglich. Beträgt es nicht 1 : 1, so ist dies aus der unterschiedlichen Helligkeit der beiden LEDs ersichtlich und abschätzbar.

Oberhalb von ca. 10 kHz stoßen die Operationsverstärker an die Grenzen ihrer Schaltgeschwindigkeit, d. h. die Rückschlußmöglichkeit auf das Tastverhältnis schränkt sich ein. Dennoch werden Impulslängen bis herab zu 20 µsec noch als Leuchtereignisse angezeigt, wenn auch mit zunehmend reduzierter Helligkeit.

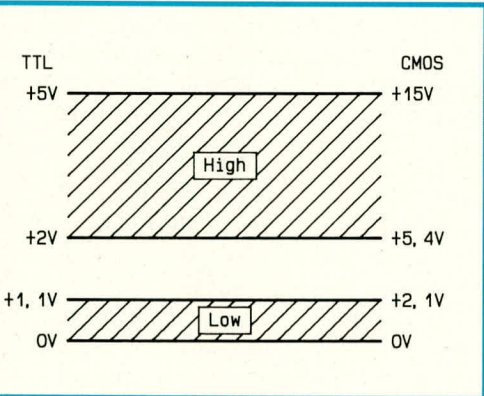
Noch ein Tip zur optischen Auflösung von hochfrequenten Leuchterscheinungen. Diese lassen sich bis hin zu Frequenzen weit über 1 kHz gut analysieren, wenn das Anzeigegerät vor den Augen rasch hin- und herbewegt wird (leicht nachprüfbar an einem Taschenrechner mit multiplexer LED-Anzeige). Aufgrund der Trägheit der Netzhaut kann in diesem Fall das Tastverhältnis sogar direkt durch Längenvergleich der grünen und roten Lichtstreifen abgelesen werden.

### Zum Nachbau

Angesichts der immensen Packungsdichte von im Mittel fast 2,5 Bauteilen pro cm<sup>2</sup> ist für die Schaltung eine doppelte, durchkontaktierte Platine erforderlich. Es werden zunächst in gewohnter Weise die niedrigen und anschließend die höheren Bauteile (bis auf die Anschlußleiste und die 32 Leuchtdioden) eingesetzt und verlötet. Sämtliche Widerstände und Dioden sind dabei senkrecht einzusetzen, wobei der Bestückungsdruck für die Widerstandskörper jeweils verbindliche Positionen angibt. D 1 bis D 8 sowie D 25 bis D 32 werden mit nach oben weisender Katodenmarkierung eingesetzt, D 9 - D 24 entsprechend umgekehrt, so daß die Diodenkörper jeweils zwischen 4 Widerstände zu stehen kommen.

Der Transistor T1 ist mit einer Schraube M 3 x 5 mm und zugehöriger Mutter fest mit der Leiterplatte zu verbinden, wodurch die Leiterplatte zum Abwärmtransport beiträgt.

Als nächstes sind die 32 Leuchtdioden an der Reihe und werden zunächst lose in die Leiterplatte eingesetzt (Polung beachten). Dann legt man das vorgebohrte Gehäuseoberteil auf, so daß der abgesetzte Teil des Montagestutzens in die Platinenbohrung greift, dreht die ganze Anordnung um und legt sie auf die Arbeitsfläche. Vorne und hinten sollte jeweils ein etwa 1,5 mm starkes Stück Pappe, eine aufgeschlagene Zeitung o. ä. untergelegt werden, damit sich ein entsprechend breiter Abstand zur



**Bild 4: Festgelegte Pegelbereiche für Logik-ICs (links TTL, rechts CMOS). Im undefinierten Zwischenbereich bleiben die Anzeige-LEDs des LT 16 erloschen.**

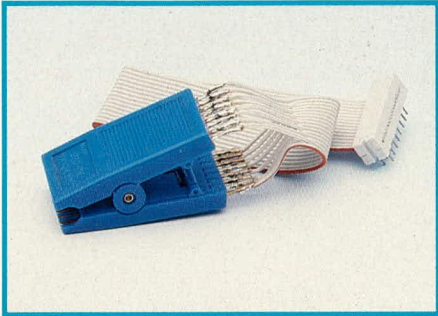
nung. Es folgt ein Spannungsteiler, aufgebaut mit R 65 - R 67, zur Erzeugung der Referenzspannungen  $U_{ref+}$  und  $U_{ref-}$ . Es sind dies die Schaltschwellen für die als Komparatoren geschalteten 4fach-Operationsverstärker IC 1 - IC 8 (Bild 2), wobei  $U_{ref-}$  im Bereich zwischen 0,4 und 1,4 V gegenüber GND liegt. Die tatsächliche Schaltschwelle der Komparatoren liegt, bedingt durch den Spannungsabfall an einer der Dioden D 69 - D 72, im Bereich zwischen 1,1 und 2,1 V, gemessen bei einer Betriebsspannung von 5 - 15 V.

Die positive Referenzspannung  $U_{ref+}$  liegt zwischen 1,4 und 4,7 V gegen GND, woraus sich je nach Betriebsspannung für den High-Pegel eine Schaltschwelle zwischen 2,1 und 5,4 V ergibt.

Mit Hilfe des Spannungsteilers aus D 73, D 74 und R 68 wird an den Punkten K und A eine Spannung erzeugt, die jeweils um ca. 0,7 V unter U+ bzw. über GND liegt. Gegen diese beiden Spannungen arbeiten die Über- und Unterspannungsschutzdioden jedes Komparatoreingangs.



Arbeitsfläche ergibt. Durch Erfassen ihrer auf der Lötseite hervorstehenden Anschlußbeinchen wird nun jede LED in ihr zugehöriges Gehäuseloch dirigiert, bis zum Aufliegen auf der Arbeitsfläche eingedrückt und dann verlötet.



**Bild 5: Anschlußfoto des 16poligen IC-Prüfclips. Die Abfolge der Leitungen muß genau eingehalten werden.**

Nun ist die Konfektionierung von Flachbandleitung und IC-Testclip an der Reihe, wobei wir uns zunächst dem Schneid-Klemm-Verbinder zuwenden, der später in die Platine eingelötet wird. Das Kabel wird

direkt (d. h. ohne vorherige Abisolierung) in den entsprechenden Schlitz des Verbinders eingeschoben, worauf man die Hälften zusammenpreßt. Hierbei tut ein (kleiner) Schraubstock gute Dienste, wobei man allerdings durch Unterlagen gewährleisten muß, daß sich dabei keine Lötpins verbiegen können. Bei Aufsicht auf den Verbindersoll die markierte Ader links liegen, wenn das Kabel vom Betrachter wegweist.

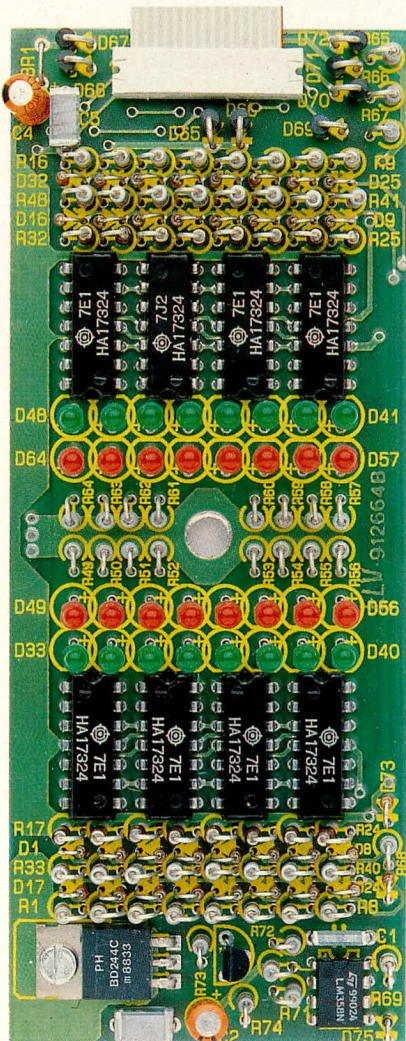
Aus dünnem Schrumpfschlauch schneidet man 16 Abschnitte à 15 mm zu. Das Kabel wird an der noch unbearbeiteten Seite 25 mm weit aufgespleißt, jede Ader vorsichtig auf 5 mm Länge abisoliert, die Litzendrähte werden verdreht und vorverzinkt. Danach legt man das Kabel in der beschriebenen Weise auf die Arbeitsplatte und biegt jede zweite Leitung etwa im rechten Winkel hoch (markierte Ader liegt unten). Über die hochstehenden Kabelenden schiebt man je einen Schrumpfschlauchabschnitt und bringt nun den Anschlußclip von vorne/oben an diesen „Leitungskamm“. Die hochstehenden Leitungen werden sauber, ohne Knick, von links nach rechts an die oberen 8 Klemmenkontakte gelötet

(Bild 5). Danach dreht man die Anordnung um, schiebt die verbleibenden Schrumpfschlauchabschnitte an ihren Platz und wiederholt das Anlöten mit der anderen Seite des Anschlußclips.

Die Schrumpfschlauchstücke werden über die Lötstellen geschoben und aufgeschraubt, wozu sich in Ermangelung eines Heißluftgebläses auch hervorragend ein Feuerzeug mit sehr klein gestellter Flamme eignet, das einige cm unter die jeweiligen Schlauchabschnitte gehalten wird. Abschließend wird der Platinenverbinder in die Leiterplatte eingesteckt und verlötet.

Für die Herausführung des Kabels muß nun noch eine 20 mm breite Nut in das Gehäuseoberteil gefeilt werden, und zwar knapp 3 mm tief (genau bis auf den Grund der abgesetzten, ca. 1 mm dicken umlaufenden Rastleiste).

Die Schaltung wird elektrisch überprüft und anschließend ins Gehäuse eingebaut, wozu sich jede weitere Beschreibung erübrigt. Danach wird Ihnen der LT 16 als zuverlässiger und schneller Helfer beim Umgang mit Digitalschaltungen rasch unentbehrlich werden. **ELV**



**Bild 6: Platinenfoto des LT 16. Trotz der beeindruckenden Bauteildichte ist der Nachbau spielend einfach vorzunehmen.**

### Stückliste: IC-Logiktester LT 16

#### Widerstände:

47Ω	.....	R 49-R 64
270Ω	.....	R 67
680Ω	.....	R 66
1kΩ	.....	R 68, R 72-R 74
1,8kΩ	.....	R 65
4,7kΩ	.....	R 1-R 16, R 69
10kΩ	.....	R 71
33kΩ	.....	R 70
680kΩ	.....	R 33-R 48
2,2MΩ	.....	R 17-R 32

#### Kondensatoren:

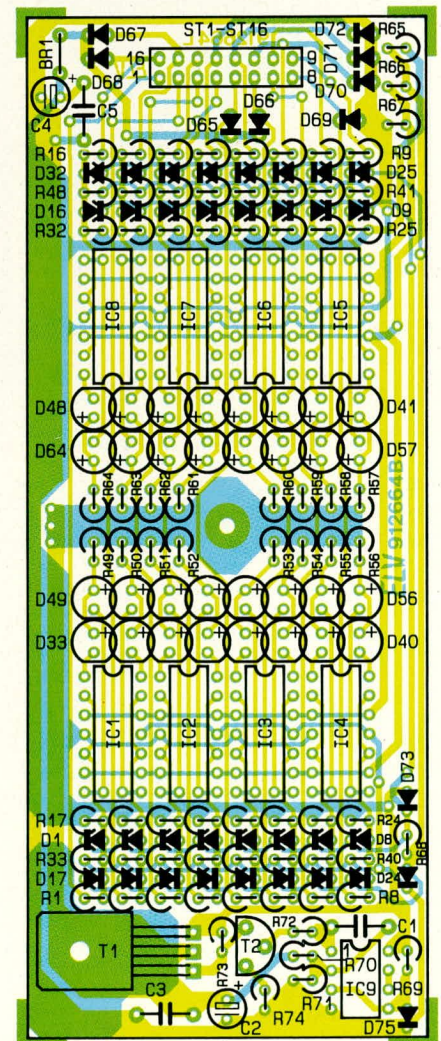
1nF	.....	C 1
100nF	.....	C 3, C 5
10µF/16V	.....	C 2, C 4

#### Halbleiter:

LM324	.....	IC 1-IC 8
LM358	.....	IC 9
BD244	.....	T 1
BC548	.....	T 2
DX400	.....	D 75
1N4001	.....	D 65-D 72
1N4148	.....	D 1-D 32, D 73, D 74
LED, 3mm, grün	.....	D 33-D 48
LED, 3mm, rot	.....	D 49-D 64

#### Sonstiges:

- 1 Testclip
- 1 Leiterplattenverbinder, 16polig
- 1 Schraube M 3 x 6 mm
- 1 Mutter M 3
- 15 cm Flachbandleitung, 16 polig
- 24 cm Schrumpfschlauch



**Bild 7: Bestückungsplan des LT 16.**