



# Komponententester KT 100

## **Technischer Kundendienst**

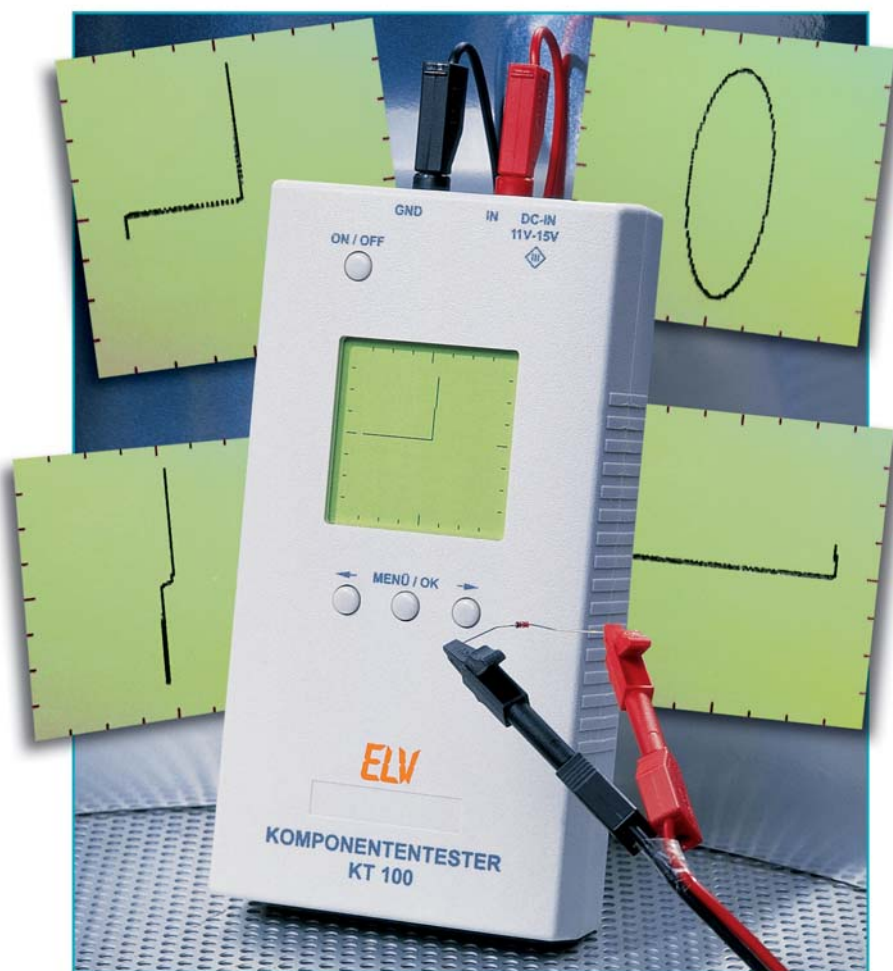
Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

**ELV • Technischer Kundendienst • Postfach 1000 • D - 26787 Leer**

## **Reparaturservice**

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an:

**ELV • Reparaturservice • Postfach 1000 • D - 26787 Leer**



# Komponententester KT 100

**Multifunktionelle Multimeter haben die Labortische und Werkzeugkoffer erobert, aber sie stoßen an die Grenzen ihrer Funktionalität, wenn es um Bauelementetests direkt in Schaltungen geht. Spezielle Tester hierfür sind aber meist an ein Oszilloskop als Anzeigegerät gebunden. Der hier vorgestellte Komponententester erlaubt die Prüfung von Bauelementen im eingebauten Zustand, er ist durch Batteriebetrieb tragbar und zeigt die Testergebnisse auf einem Grafik-LCD-Bildschirm an.**

## Testen ohne Auslöten

Ein Komponententester ist heutzutage bei der Fehlersuche in elektronischen Geräten (seien es Fernsehgeräte, Monitore etc.) kaum noch wegzudenken. Allerdings ist er durch die nötige Anbindung an ein Oszilloskop meist immobil, und so mancher Elektroniker empfindet den Umgang mit diesem praktischen Prüfgerät wohl auch deshalb als etwas „sperrig“, weshalb er trotz seiner unbestrittenen Nützlichkeit wohl vor allem im privaten Bereich wenig verbreitet ist. Dabei ist solch ein Gerät wirklich für jeden Elektroniker von Wert, erlaubt es doch, auf einfachste Weise die Funktion bzw. Nichtfunktion unterschiedlichster Bauelemente festzustellen. Der

ELV Komponententester KT 100 geht hier neue Wege. Er ermöglicht zunächst die Prüfung von Bauelementen auch im eingebauten Zustand, wie es vom Oszilloskop-Komponententester bekannt ist. An der auf dem LC-Display des KT 100 dargestellten Kennlinie lässt sich meistens schon auf einen Blick erkennen, ob das gemessene Bauteil einwandfrei funktioniert oder defekt ist. Durch den integrierten Bildschirm entfällt hier also schon einmal das sonst nötige Oszilloskop. Die Auflösung des Displays ist mit 128 x 128 Bildpunkten ausreichend groß, um qualitative Bewertungen ausführen zu können. Reicht die Grunddarstellung nicht aus, kann man hier die dargestellte Kennlinie zoomen. Hierbei lässt sich die X-Ablenkung aufzoomen, so dass bei steilen Kennlinien, bei-

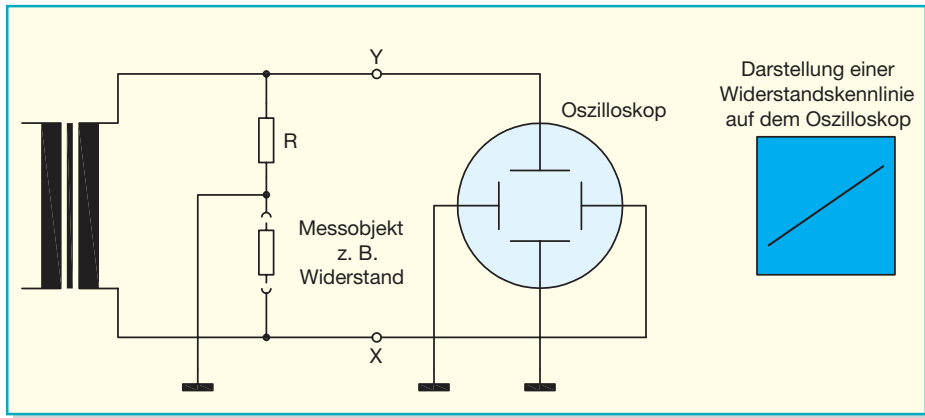
## Technische Daten: Komponententester KT 100

### Allgemeines

Netzteilbetrieb: ..... 11–15 V/DC  
Batteriebetrieb: ..... 5 x LR6, Mignon  
Stromaufnahme: ..... max. 150 mA  
Batterielebensdauer: ..... ca. 10 h  
Gehäuse-Abmessungen  
(B x H x T): ..... 100 x 198 x 48 mm

### Mögliche Prüflinge

- Widerstände: ..... bis 100 k $\Omega$   
4,7 k $\Omega$  ergibt 45°-Winkel
- Elkos/Kondensatoren: .... bis 100  $\mu$ F
- Z-Dioden ..... bis 8,2 V
- Spulen, Trafos
- Transistoren



**Bild 1:**  
Die Prinzipschaltung eines Komponententesters

### Das Funktionsprinzip des Komponententesters

Das Prinzip eines Komponententesters ist in Abbildung 1 dargestellt. Er besteht aus einer potenzialfreien Wechselspannungsquelle, die eine Sinusschwingung abgibt, und einer Reihenschaltung aus Messobjekt und Widerstand. Die Sinusschwingung wird üblicherweise aus der 50-Hz-Netzspannung gewonnen und zur Horizontalablenkung genutzt. Den durch ein Messobjekt fließenden Strom wandelt der Widerstand R in eine proportionale Spannung um. Diese beiden Signale werden einem Oszilloskop zugeführt, das im X-Y-Betrieb arbeitet.

Wird beispielsweise nun ein reeller Widerstand als Prüfling an die Messklemmen

spielsweise bei einer Diode, die Durchgangskennlinie besser aufzulösen ist.

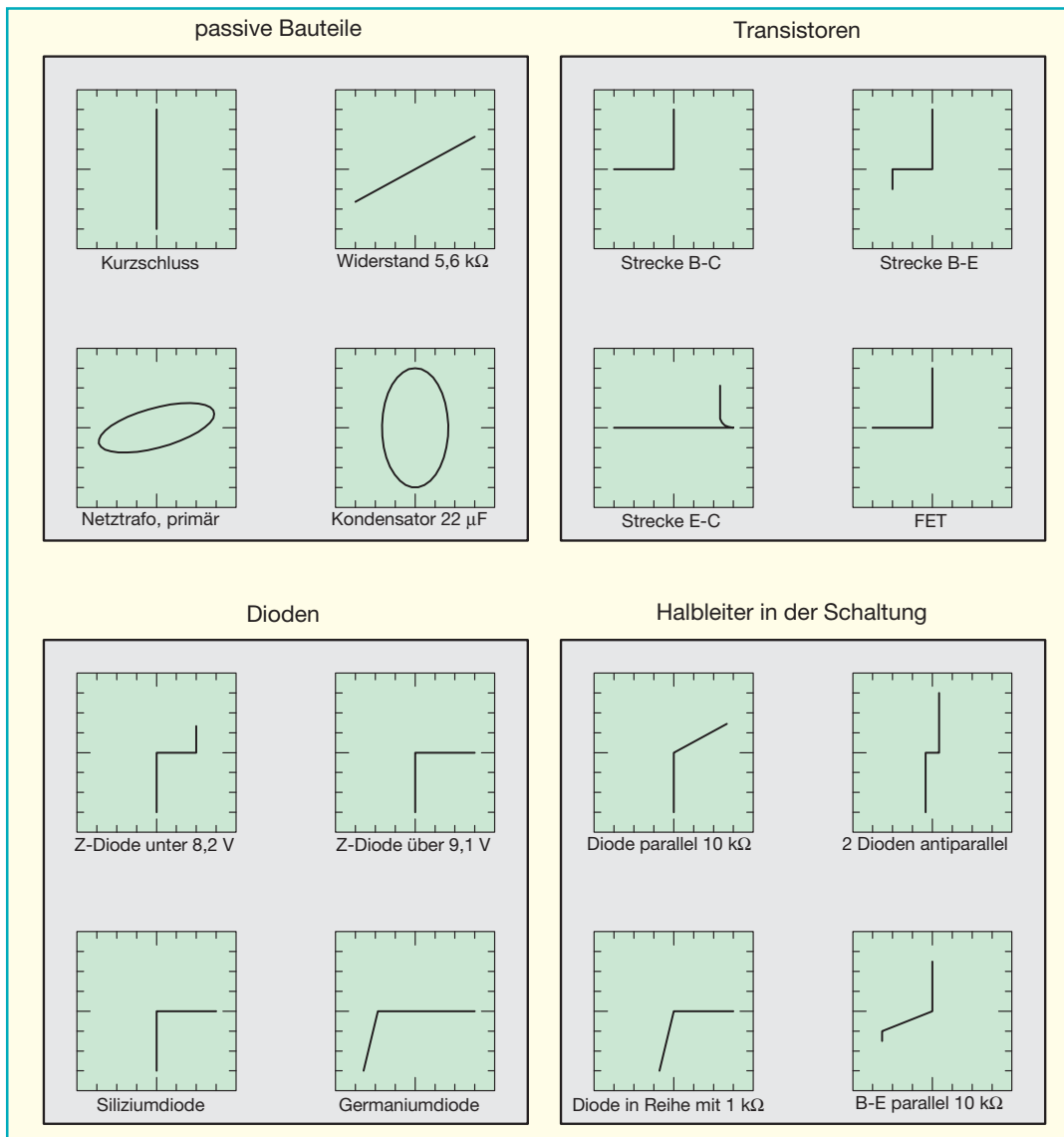
Ein weiterer wesentlicher Vorteil des KT 100 ist der durch das stromsparende LC-Display mögliche Batteriebetrieb, so dass das Gerät für den mobilen Kundendienst geeignet ist. Für den stationären Arbeitsplatz ist zusätzlich ein Netzteil-Anschluss vorhanden.

Durch die Unterbringung in einem handlichen Gehäuse ist das Gerät nur etwa so

groß wie ein normales Multimeter, wie es heute üblich ist.

Natürlich kommt auch der Bedienkomfort nicht zu kurz – Features wie softwaremäßige Kontrasteinstellung, Auto-Power-off-Funktion und Low-Bat-Erkennung fehlen hier nicht.

Und da man das Ganze auch noch selbst bauen kann, halten sich die Kosten für dieses praktische Gerät in erschwinglichen Grenzen.



**Bild 2:** Anhand der Testbilder kann man zahlreiche Bauelemente auf Anhand in ihrer Funktion bewerten.

angeschlossen, ist eine schräge Linie auf dem Oszilloskop zu sehen. Sie entsteht durch den sinusförmigen Strom, der durch den Widerstand fließt und keine Phasenverschiebung zwischen U und I aufweist. Dadurch verringert sich die Spannung an der X-Ablenkung und der daraus resultierende Stromwert wird zur Y-Ablenkung genutzt.

Verbindet man nun die Messklemmen miteinander ( $\approx 0 \Omega$ ), so ergibt sich auf dem Bildschirm eine vertikale Linie. In diesem Fall ist der Strom maximal und die Spannung gleich null. Im Gegensatz dazu ergibt sich eine horizontale Linie bei offenen Messklemmen.

Bei Bauteilen mit imaginären Widerständen wie z. B. Spulen oder Kondensatoren ergeben sich ellipsenförmige Figuren. Sie entstehen durch Phasenverschiebung zwischen U und I, d. h. zwischen dem X- und Y-Kanal am Komponententester. Man nennt diese auch Lissajous-Figuren.

Auch Halbleiter lassen sich nach diesem Prinzip testen. So entsteht z. B. die Diodenkennlinie durch den exponentiell ansteigenden Diodenstrom bei Spannungen oberhalb der Durchbruchspannung. Das Ergebnis ist ein „Winkel“ nach oben bzw. nach unten, je nach Polarität der Diode. Einige typische Figuren sind in Abbildung 2 dargestellt. Sie dienen zur besseren Beurteilung eigener Messergebnisse. Auf den ersten Blick sind hier ganz charakteristische Darstellungen zu erkennen und erlauben eine schnelle Funktionsbewertung des geprüften Bauteils.

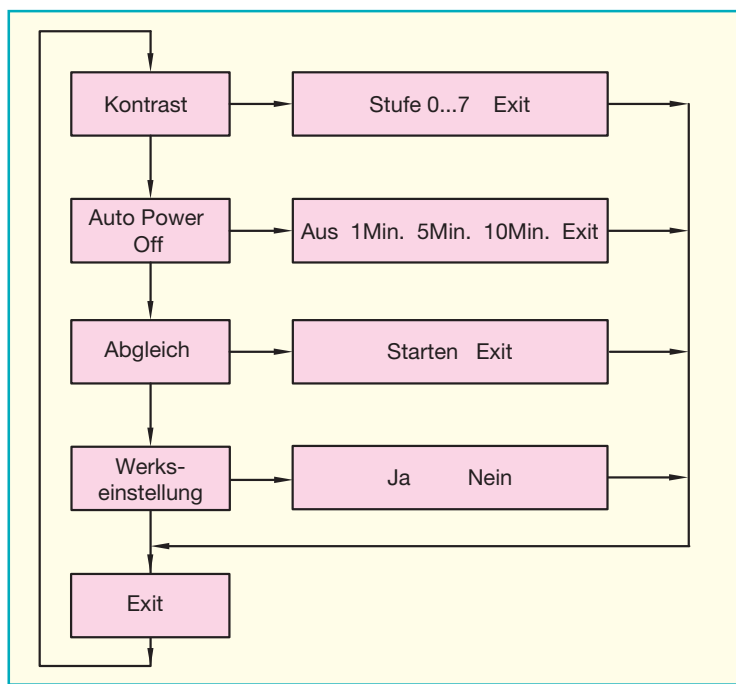
### Bedienung

Die Bedienung des KT 100 ist komfortabel und im Prinzip selbsterklärend. Insgesamt stehen ein Display als Anzeige und 4 Tasten als Bedienelemente zur Verfügung. Alle relevanten Informationen werden auf dem Display dargestellt.

Das Ein- und Ausschalten erfolgt mit der „ON/OFF“-Taste. Zum Einschalten des KT 100 ist die Taste so lange gedrückt zu halten (ca. 2 Sek.), bis die erste Display-Meldung erscheint. Sollte die Taste allerdings zu lange gedrückt worden sein, schaltet sich das Gerät nach dem Loslassen automatisch wieder ab. Dies verhindert ein ungewolltes und dauerhaftes Einschalten des KT 100, wenn das Gerät z. B. in einem Werkzeugkoffer liegt und dort über längere Zeit irgendetwas auf die Taste drückt. Zum Ausschalten des Gerätes betätigt man die „ON/OFF“-Taste ein weiteres Mal kurz.

Die Menüstruktur des KT 100 wird durch Betätigung der Taste „MENÜ/OK“ gestartet. Die vorhandenen Menüfunktionen sind in der Abbildung 3 erläutert. Hierzu zählen:

**Bild 3:  
Die Menü-  
struktur des  
KT 100**



#### - Kontrast

Der Kontrast des Displays lässt sich in 8 Stufen (0 = dunkel, 7 = hell) einstellen.

#### - Auto-Power-off

Die „Auto-Power-off“-Funktion bewirkt, dass sich der KT 100 nach einer bestimmten Zeit nach der letzten Tastenbetätigung automatisch ausschaltet. Diese Funktion wird nur bei Batteriebetrieb berücksichtigt. Sobald eine Spannungsversorgung mittels angeschlossenem Netzteil erfolgt, erkennt dies der KT 100 automatisch und umgeht die „Auto-Power-off“-Funktion. In diesem Fall bleibt das Gerät bis zum manuellen Ausschalten in Betrieb. Hier gibt es die Einstellungsmöglichkeiten: Aus, 1 Minute, 5 Minuten, 10 Minuten.

#### - Abgleich

Der Abgleich des KT 100 dient zur Kompensation der Bauteiltoleranzen. Er bewirkt, dass die Kennlinie im Kurzschlussfall und bei offenen Klemmen jeweils „mittig“ und gerade angezeigt wird.

Die Abgleichdaten werden im internen EEPROM des steuernden Mikrocontrollers abgespeichert, so dass diese nicht bei jedem Start erneut ermittelt werden müssen. Die Anzeigen im Display führen automatisch durch den Abgleich.

#### - Werkseinstellung

In diesem Menüpunkt lässt sich der KT 100 auf Werkseinstellung zurücksetzen.

#### - Exit

Nach Bestätigung des jeweiligen „Exit“-Punktes gelangt man entweder wieder zurück in das Hauptmenü bzw. verlässt dieses zum regulären Betrieb.

Neben diesen einzustellenden Parametern verfügt der KT 100 über eine „Zoom-Funktion“.

Durch Betätigung der Pfeiltasten (rechte Taste = reinzoomen, linke Taste = rauszoomen) während des „Mess-Modus“ lässt sich die Ablenkung der X-Achse umschalten und somit die Kennlinie vergrößert darstellen. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise der Durchlassbereich einer Diodenkennlinie höher aufgelöst darstellbar und damit besser bewertbar ist. Der eingestellte Zoom-Faktor wird im Display ( $X \cdot 2$  oder  $X \cdot 4$ ) angezeigt.

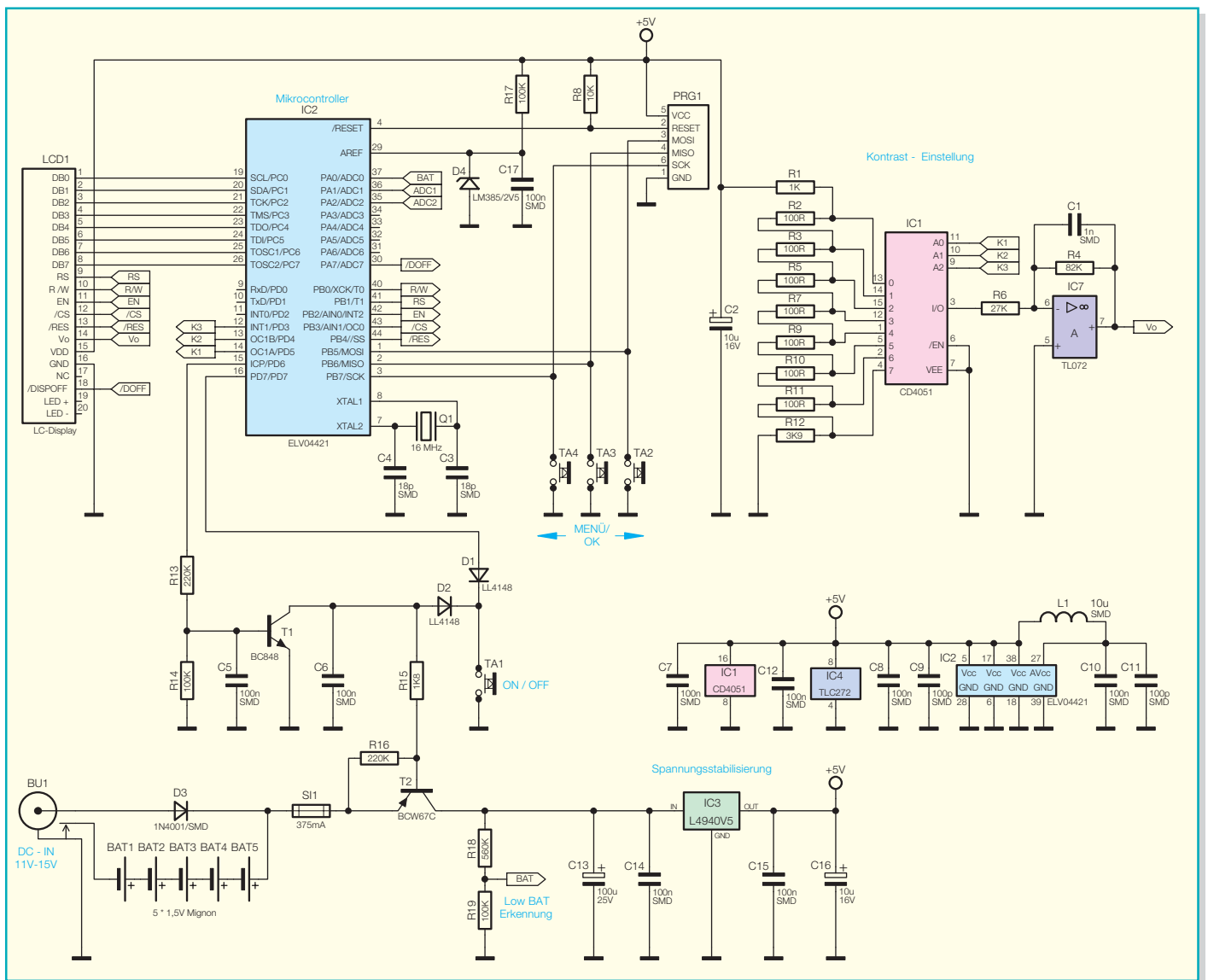
Weiterhin überwacht der Mikrocontroller des Gerätes die Batteriespannung (Low-Bat-Erkennung). Eine Unterschreitung der minimalen Batteriespannung wird im Display mit einem Batteriesymbol dargestellt.

### Schaltung

Die Schaltung des Komponententesters (KT 100) ist zur besseren Übersicht in zwei Abbildungen (Abbildung 4, „Spannungsversorgung und Digital-Teil“ und Abbildung 5, „Analog-Teil“) aufgeteilt.

### Spannungsversorgung und Digital-Teil

Beginnen wir mit der Beschreibung der Spannungsversorgung. Zum mobilen Betrieb des Komponententesters sind 5 Mignon-Batterien ( $\hat{=}$  1,5 V) erforderlich. Darüber hinaus lässt sich der Komponententester über ein externes Netzteil (Spannung: 11–15 V DC) speisen. Hier dient die Diode D 3 als Verpolungsschutz der an BU 1 eingespeisten Spannung. Die Beschaltung von BU 1 bewirkt eine Unterbrechung der Batterie-Versorgung nach Einstecken des Netzteils und verhindert somit ein ungewolltes Laden bzw. Entladen der Batterien. Die SMD-Siche-



**Bild 4: Das Teilschaltbild für Spannungsversorgung und Digital-Teil**

Die Versorgungsspannung wird mit dem Spannungsregler IC 3 (L 4940V5) stabilisiert. Dieser Spannungsregler hat einen Eingangsspannungsbereich von 7 V bis 15 V/DC. Die angelegte Spannung gelangt direkt auf den Emitter des Transistors T 2. Dieser Transistor kann über den Taster „ON/OFF“ oder den Transistor T 1 in den leitenden Zustand versetzt werden. Sobald man die „ON/OFF“-Taste betätigt, steuert der Transistor T 2 durch und der Spannungsregler und somit auch der Mikrocontroller erhalten ihre Betriebsspannung. Der Mikrocontroller wiederum gibt an PD 6 (Pin 15) ein „High-Signal“ aus und steuert über den Spannungsteiler R 13 und R 14 den Transistor T 1 durch, der dadurch den „Ein-Zustand“ des Gerätes hält. Zum Ausschalten des KT 100 setzt der Prozessorport den Transistor T 1 wieder in den Sperrzustand. Durch diesen Schaltungsteil lässt sich auf einfache Weise eine Auto-Power-off-Funktion realisieren, die beispielsweise das Gerät ausschaltet, wenn längere Zeit keine Tastenbetätigung erfolgt.

Die Versorgungsspannung wird mit dem Spannungsregler IC 3 (L 4940V5) stabilisiert. Dieser Spannungsregler hat einen

Eingangsspannungsbereich von 7 V bis 15 V/DC. Die Kondensatoren C 13 bis C 16 dienen zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung des Spannungsreglers. Die Kondensatoren C 8 bis C 11 und die Spule L 1 filtern Störungen der Betriebsspannung direkt am zentralen Element des Digital-Teils, dem Mikrocontroller IC 2, aus. Letzterer übernimmt die Ansteuerung des Displays, die Auswertung der Bedien-Taster und die A-D-Wandlung der Messspannungen. Der interne Oszillator des Mikrocontrollers wird durch den Quarz Q 1 und die beiden Kondensatoren C 3 und C 4 auf eine Frequenz von 16 MHz stabilisiert. Der Programmieradapter PRG 1 und der Widerstand R 8 ermöglichen eine Programmierung des Mikrocontrollers in der Schaltung. Weiterhin steuert der Mikrocontroller den Multiplexer IC 1 an. Hiermit lässt sich softwaremäßig eine Spannung einstellen, die zur Kontrasteinstellung des LC-Displays erforderlich ist. Das verwendete LC-Display benötigt zur Kontrasteinstellung eine Spannung von etwa -11,5 V. Die Wi-

derstände an den Eingängen des Multiplexers bilden einen Spannungsteiler. Der Multiplexer schaltet, gesteuert von dem Mikrocontroller, einen Eingang und somit eine Spannung auf den Ausgang. Der nachgeschaltete Operationsverstärker IC 7 ist als invertierender Operationsverstärker mit negativer Versorgungsspannung beschaltet. Dieser verstärkt die Eingangsspannung etwa um den Faktor 3, invertiert diese und gibt an seinem Ausgang (V<sub>o</sub>), bedingt durch die negative Versorgungsspannung, eine negative Spannung aus.

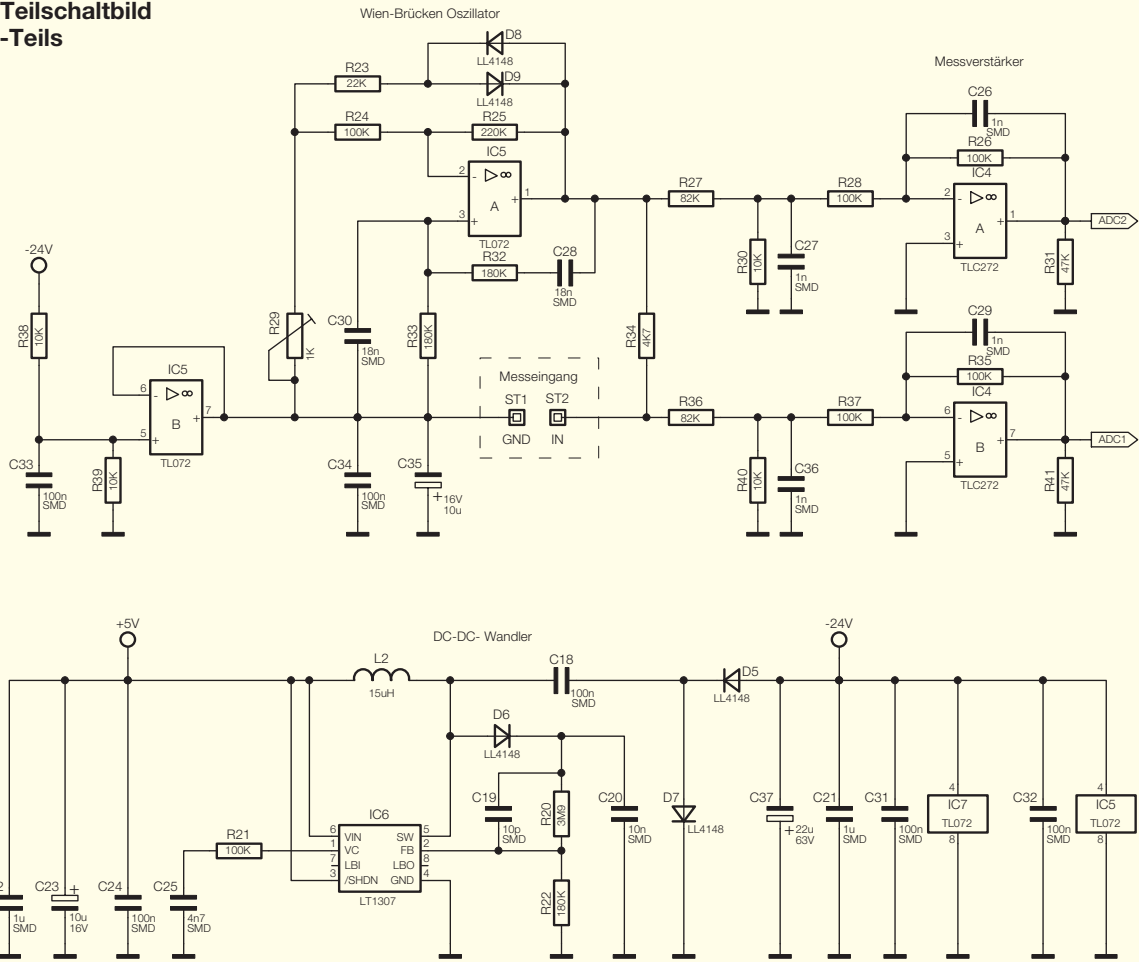
### Analog-Teil

Kommen wir nun zur Beschreibung des in Abbildung 5 dargestellten „Analog-Teils“ des Komponententesters. Dieser besteht aus einem DC-DC-Wandler, einem Wien-Brücken-Oszillator und zwei Messverstärkern.

Da für Komponententester Messspannungen im Bereich von 20 V<sub>ss</sub> benötigt werden, muss die Betriebsspannung entsprechend ausgelegt sein. Mit dem DC-



**Bild 5: Das Teilschaltbild des Analog-Teils**



DC-Wandler wird aus der stabilisierten Versorgungsspannung die Betriebsspannung für den Wien-Brücken-Oszillator und die Spannung zur Kontrasteinstellung des LC-Displays erzeugt.

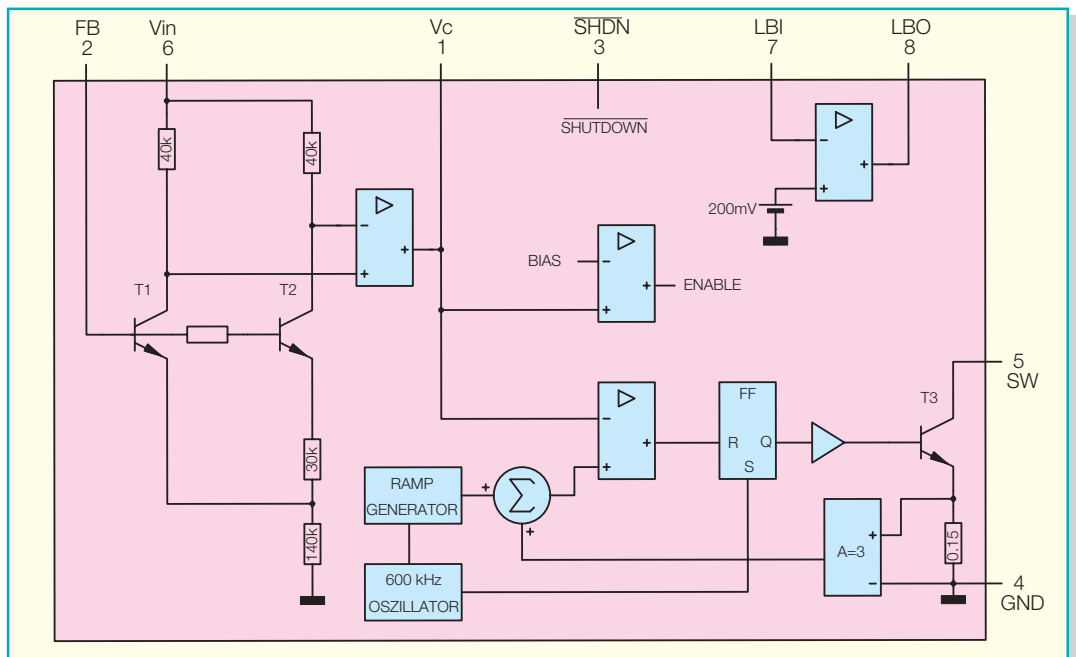
Die Hauptkomponente des DC-DC-Wandlers ist ein integrierter Schaltkreis, der LT 1307 von Linear Technology, der

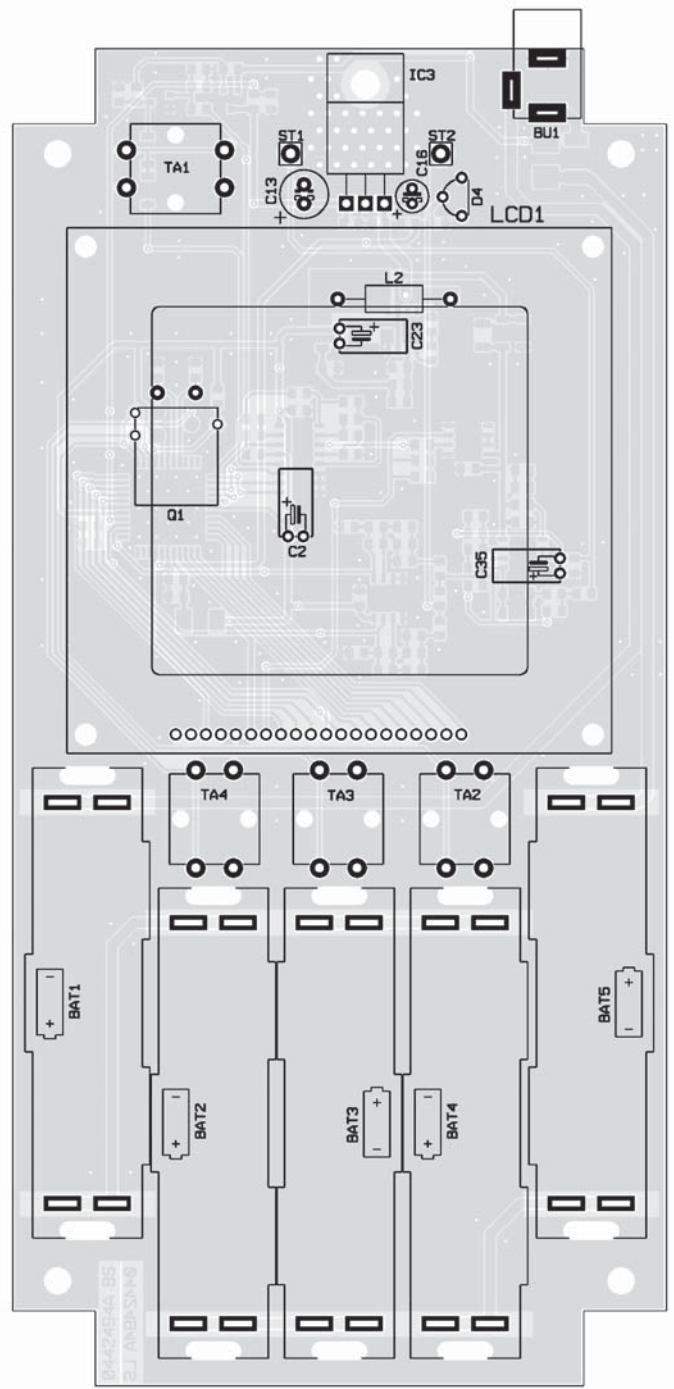
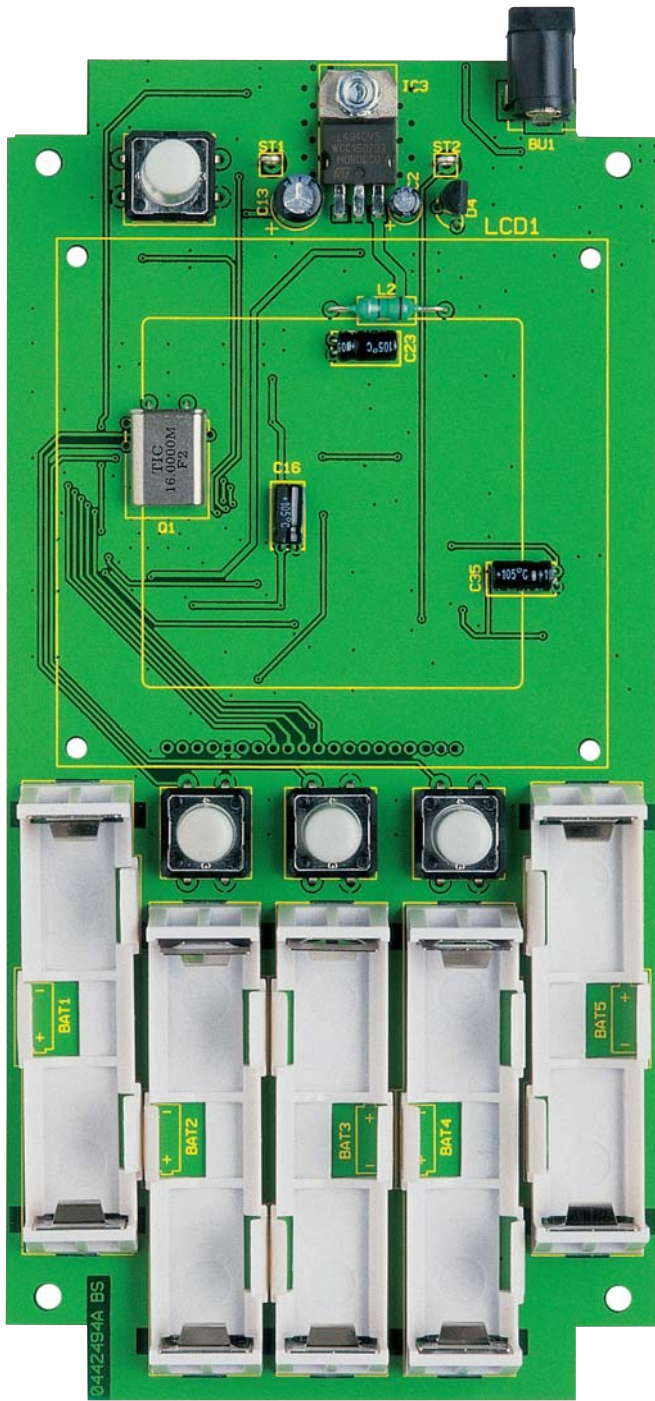
mit einer internen Schaltfrequenz von 600 kHz arbeitet. Die Schaltung funktioniert nach dem Prinzip des Sperrwandlers. In Abbildung 6 ist die interne Struktur des LT 1307 dargestellt.

Zum besseren Verständnis gehen wir anfangs davon aus, dass der interne Schalttransistor T 3 des LT 1307 geöffnet ist. Der

Strom fließt zunächst durch die Spule L 2 und durch die Diode D 6 zum Kondensator C 20, der sich somit auf Betriebsspannung auflädt. Wird nun im nächsten Schaltzustand der interne Ausgangstransistor des LT 1307 durchgeschaltet, d. h. L 2 und die Anode von D 6 liegen dann auf Masse, behält der Kondensator C 20 seine Span-

**Bild 6: Das Blockschaltbild des LT1307**





**Ansicht der fertig bestückten Platine des Komponententesters mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite**

nung, weil die Diode D 6 jetzt in Sperrrichtung arbeitet. Der in der Spule L 2 inzwischen angestiegene Strom und die damit verbundene gespeicherte Energie sorgen beim Abschalten des Transistors T 3 dafür, dass eine Induktionsspannung entsteht, die über D 6 den Kondensator C 20 auf ein höheres Spannungspotenzial auflädt. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die gewünschte Ausgangsspannung erreicht ist. Sie wird über den Spannungsteiler R 20 und R 22 als Rückkopplung auf den Feedback-Eingang Pin 2 des LT 1307 gegeben. Hierüber erfolgt eine Stabilisierung der Ausgangsspannung. Diese lässt sich nach folgender Gleichung berechnen:

$$V_{out} = 1,22 V \left( 1 + \frac{R_{20}}{R_{22}} \right)$$

Da zur Kontrasteinstellung eine negative Spannung benötigt wird, ist mit den Dioden D 7 und D 5 und dem Kondensator C 18 ein Inverter realisiert. Die Diode D 7 klemmt die Spannung auf +0,7 V und die Diode D 5 sorgt in Verbindung mit C 21 für eine Spitzenwertgleichrichtung.

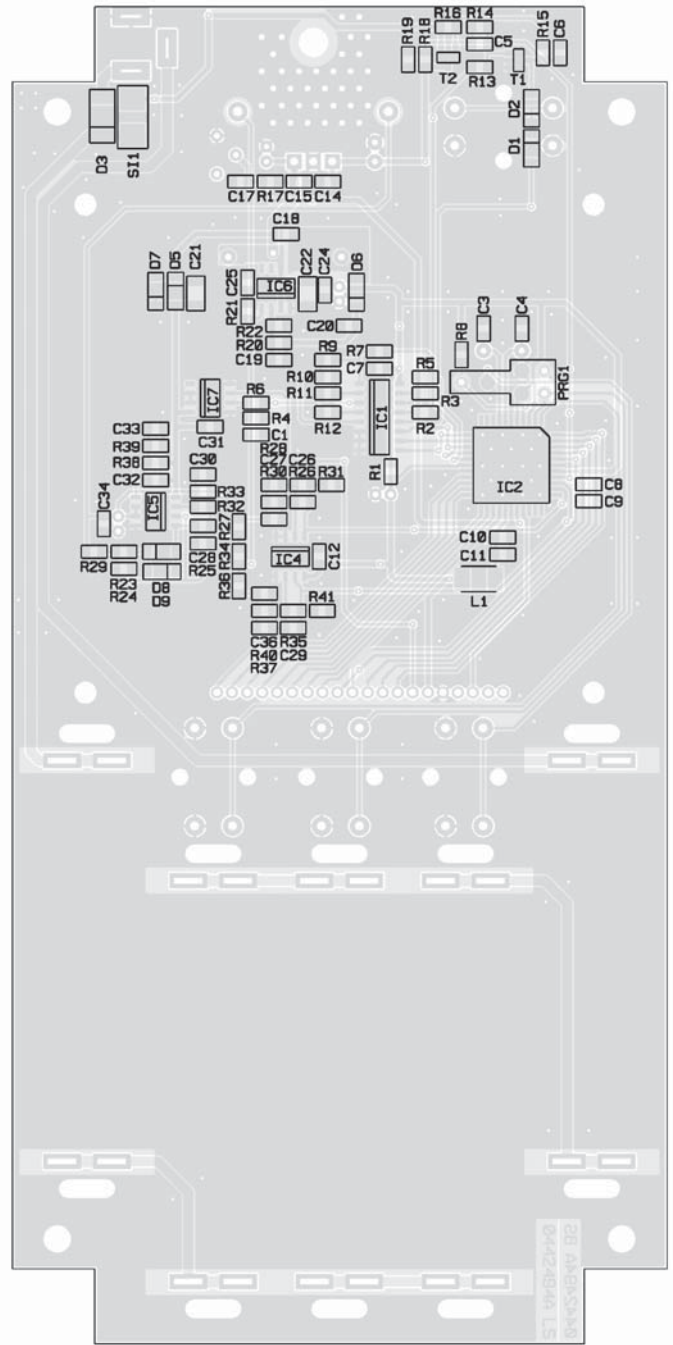
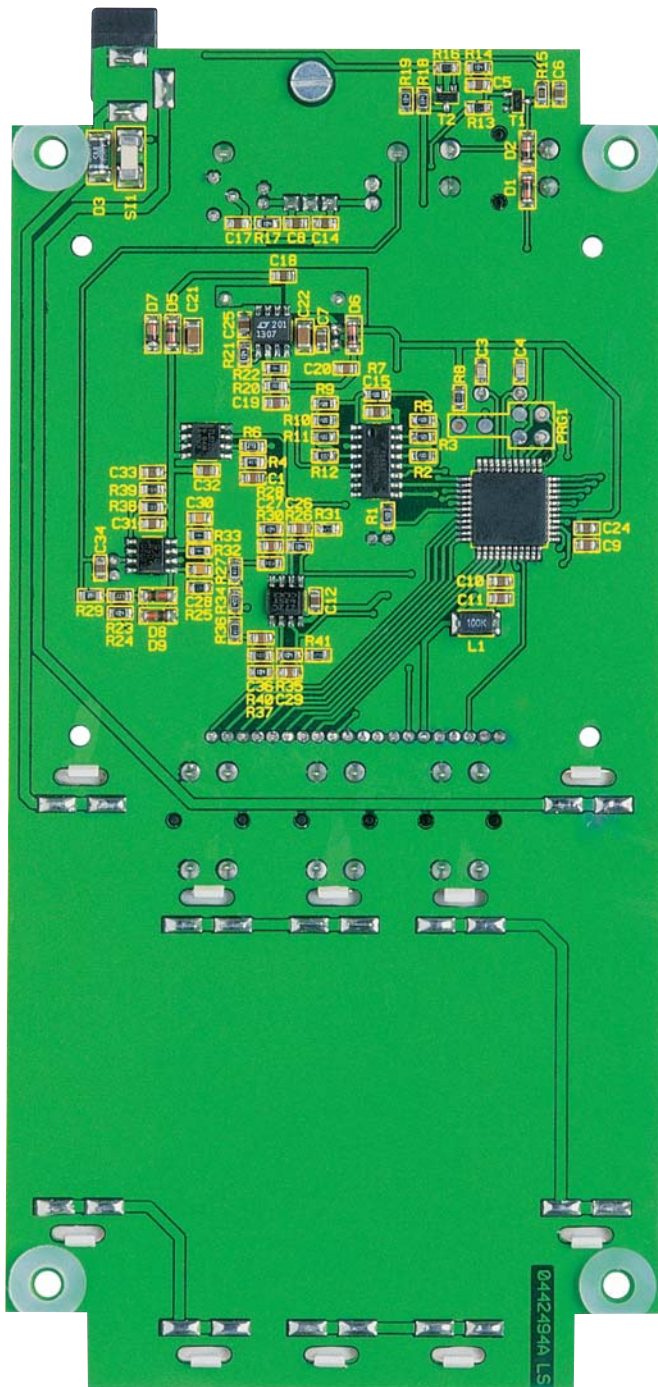
### Sinusgenerator

Ein Komponententester arbeitet, wie bereits erwähnt, mit einer sinusförmigen Signalquelle. Ein solcher Sinusgenerator besteht prinzipiell aus einem Verstärker,

einem frequenzbestimmenden Glied, einer Mitkopplung und einer Spannungsbegrenzung. Zusätzlich müssen für einen Oszillator zwei Bedingungen erfüllt sein: eine Phasendrehung von 0° bzw. 360° und die Verstärkung ≥ 1.

Im KT 100 besteht der frequenzbestimmende Teil des Wien-Brücken-Oszillators aus einer Wien-Brücke, aufgebaut aus C 30, R 33 und R 32, C 28. Bei gleichen Werten von C 30, C 28 und R 32, R 33 ist der Spannungsabfall über C 30, R 33 in Phase mit der Ausgangsspannung an Pin 1 von IC 5, wenn  $X_c = R$  ist. Bei dieser Konstellation stellt sich bei gegebener Dimensionierung eine Frequenz von ca. 50 Hz ein.





**Ansicht der fertig bestückten Platine des Komponententesters mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite**

Berechnen lässt sich die Frequenz nach folgender Formel:

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

R und C entsprechen den Werten der Wien-Brücke, also C 30, R 33 oder R 32, C 28. Die Ausgangsspannung wird mit den Dioden D 8 und D 9 und den Widerständen R 23 und R 29 auf den gewünschten Wert begrenzt.

Da der Operationsverstärker IC 5 A eine positive und negative Betriebsspannung benötigt, um ein symmetrisches Ausgangssignal von ±10 Vpp zu erzeugen, wird eine virtuelle Masse, die auf UB/2-Potenzial

liegt, mit dem Operationsverstärker IC 5 B erzeugt. Dieser ist als Impedanzwandler geschaltet und erhält über den Spannungsteiler R 38 und R 39 die halbe Betriebsspannung an seinem Eingang Pin 5. Er liefert zudem auch den notwendigen Strom, der über die virtuelle Masse abfließt.

Die Anbindung der Messsignale an den Mikrocontroller erfolgt über interne A-D-Wandler des Mikrocontrollers. Um die Einflüsse der A-D-Wandler auf den Messzweig gering zu halten, sind jeweils Messverstärker (IC 4 A/B) vorgeschaltet.

Um die Eingänge der Analog-Digital-Wandler Pin 35 und 36 des Mikrocontrollers IC 2 nicht zu übersteuern, sind die

Messsignale auf den Messbereich 0 V bis +2,5 V anzupassen. Zunächst werden die Spannungswerte durch die Spannungsteiler R 27, R 30 und R 36, R 40 heruntergeteilt. Die anschließend folgenden Operationsverstärkerschaltungen mit IC 4 A und B sorgen für eine Invertierung der Messspannung.

Man sieht also, dass sich der Aufwand für ein solches recht komplexes Messgerät durch geschickte Schaltungsauslegung und Mikrocontroller-Einsatz durchaus im Rahmen halten lässt.

### Nachbau

Der Nachbau des KT 100 erfordert ein



## Stückliste: Komponententester KT 100

### Widerstände:

100 $\Omega$ /SMD .....	R2, R3, R5, R7, R9–R11
1 k $\Omega$ /SMD .....	R1
1,8 k $\Omega$ /SMD .....	R15
3,9 k $\Omega$ /SMD .....	R12
4,7 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R34
10 k $\Omega$ /1 %/SMD ..	R8, R30, R38–R40
22 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R23
27 k $\Omega$ /SMD .....	R6
47 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R31, R41
82 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R4, R27, R36
100 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R14, R17, R19, R21, R24, R26, R28, R35, R37
180 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R22, R32, R33
220 k $\Omega$ /1 %/SMD .....	R13, R16, R25
560 k $\Omega$ /SMD .....	R18
3,9 M $\Omega$ /1 %/SMD .....	R20
PT10, liegend, 1 k $\Omega$ .....	R29

### Kondensatoren:

10 pF/SMD .....	C19
18 pF/SMD .....	C3, C4
100 pF/SMD .....	C9, C11
1 nF/SMD ...	C1, C26, C27, C29, C36
4,7 nF/SMD .....	C25
10 nF/SMD .....	C20
18 nF/SMD .....	C28, C30
100 nF/SMD .....	C5–C8, C10, C12, C14, C15, C17, C18, C24, C31–C34
1 $\mu$ F/SMD/Bauform 1206 ..	C21, C22
10 $\mu$ F/16 V .....	C2, C16, C23, C35
100 $\mu$ F/25 V .....	C13

### Halbleiter:

CD4051/SMD .....	IC1
ELV04421/SMD .....	IC2
L4940V5 .....	IC3
TLC272/SMD .....	IC4
TL072/SMD .....	IC5, IC7

LT1307/SMD .....	IC6
BC848C .....	T1
BCW67C/SMD .....	T2
LL4148 .....	D1, D2, D5–D9
SM4001/SMD .....	D3
LM385-2,5 V .....	D4
LC-Display, 128 x 128 Pixel ....	LCD1

### Sonstiges:

Quarz, 16 MHz, HC49U .....	Q1
SMD-Induktivität, 10 $\mu$ H .....	L1
Festinduktivität, 15 $\mu$ H .....	L2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1–TA4
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ..	SI1
Lötstift mit Lötöse .....	ST1, ST2
Telefonbuchse, 4 mm, rot .....	ST2
Telefonbuchse, 4 mm, schwarz ...	ST1
Stiftleiste, 1 x 20-polig, gerade, print, 2,0 mm Rastermaß .....	LCD1
Tastknopf, 18 mm für TA1–TA4	
5 Mignon-Batterie- kontaktrahmen .....	BAT1–BAT5
10 Mignon-Batteriekontakte, print .....	BAT1–BAT5
4 Zylinderkopfschrauben, M2 x 18 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
4 Torx-Kunststoffschrauben, 3,0 x 16 mm	
4 Muttern, M2	
1 Mutter, M3	
4 Polyamidscheiben mit 4,5-mm-Loch, 10,0 x 1,5 mm	
4 Fächerscheiben, M2	
1 Fächerscheibe, M3	
4 Distanzrollen, M2 x 8 mm	
4 Distanzrollen, M3 x 10 mm	
1 LCD-Abdeckung, bearbeitet	
1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

ICs sind an der Pin 1 zugeordneten Seite abgeflacht bzw. durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Bei der Bestückung der ICs wird zunächst jeweils ein Lötpad vorverzinnt, an dem diese zuerst verlötet werden. Im Anschluss daran ist ein zweiter Pin an der diagonal gegenüberliegenden Seite zu verlöten. Dabei ist zu beachten, dass alle Anschlüsse des ICs auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, um spätere Kontaktfehler durch ungenügende Verlötung auszuschließen. Bevor die weiteren Anschlüsse mit der Leiterplatte verlötet werden, ist nochmals die richtige Position zu überprüfen. Nach dem Verlöten aller IC-Pins, beginnend an den restlichen Ecken, und sorgfältiger Kontrolle auf Kurzschlüsse (überflüssiges Zinn mit feiner Entlötlitze absaugen) geht es nun an die weiteren SMD-Komponenten, die SMD-Widerstände, -Kondensatoren, -Dioden, -Spulen, -Transistoren und die SMD-Sicherung. Hier wird wieder zunächst jeweils ein Löt pad auf der Leiterplatte vorverzinnt, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst, positioniert und am vorverzinnten Pad anlötet. Nach der Kontrolle der korrekten Position des Bauteils ist der zweite Anschluss zu verlöten. Die Kondensatoren sollten erst direkt vor dem Bestücken einzeln aus der Verpackung genommen werden, da diese keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert. Nun sind die SMD-Dioden zu bestücken. Diese sind an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss. Als Nächstes folgen die SMD-Transistoren, die in gleicher Weise zu bestücken sind. Auch hier ist auf die richtige Polung zu achten, die sich jedoch bei den Transistoren automatisch aus der Pin-Konfiguration ergibt, wenn man den Transistor so auflötet, dass die Beschriftung oben und damit lesbar bleibt.

Vor der weiteren Bestückung sind alle SMD-Lötstellen sorgfältig zu kontrollieren, ggf. unter Zuhilfenahme einer starken Lupe. Ist alles in Ordnung, beginnt die Bestückung der bedrahteten Bauelemente. Bei diesen Bauteilen ist darauf zu achten, dass überstehende Drahtenden auf der Lötseite der Platine mit einem Elektronik-Seitenschneider so abgetrennt werden, dass

wenig Geschick, da die verwendeten Bauelemente fast ausschließlich in SMD-Technik ausgeführt sind, um ein kompaktes Design zu erreichen. Neben einem geregelten Löt kolben mit sehr feiner Spitze, SMD-Löt zinn sowie Entlötlitze sollte auch eine SMD-Pinzette zum Positionieren der kleinen Bauteile nicht fehlen. Auch eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe leistet hier gute Dienste. Der Aufbau erfolgt anhand des Bestückungsdrucks, des Platinenfotos sowie der Stückliste. Er beginnt mit den ICs 1, 2 und IC 4 bis IC 7. Diese haben einen sehr geringen Pin-Abstand und sind am besten zu bestücken, wenn ringsum noch keine Bauteile die Lötarbeiten behindern. Beim Bestücken dieser Bauteile ist besonders auf die korrekte Einbaulage zu achten, da nachträgliche Korrekturen nur sehr schwer durch-

föhrbar sind und dabei Platine und/oder Bauelement beschädigt werden können. Beim Mikrocontroller (IC 2) ist die Pin 1 zugeordnete Ecke durch eine kreisförmige Ausfräsung des Gehäuses gekennzeichnet, die sich im Bestückungsdruck als abgeschrägte Ecke wiederfindet. Die restlichen

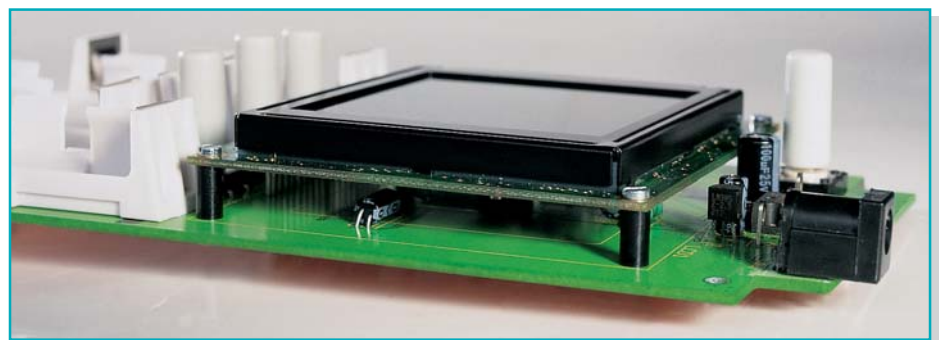


Bild 7: Die Display-Montage im Detail



**Bild 8: So erfolgt das Einkleben der Distanzrollen**

einerseits die Lötstelle nicht beschädigt wird, andererseits hervorstehende Drahtenden keine Kurzschlüsse im späteren Betrieb hervorrufen können. Hier beginnen wir mit dem Quarz Q 1, der in liegender Position zu bestücken und zu verlöten ist. Zur Verbesserung der mechanischen Stabilität ist der Quarz noch am oberen Ende auf die Leiterbahn zu löten. Weiter geht es mit den Elektrolyt-Kondensatoren, bei denen der Minuspol markiert ist. Die Elkos C 2, C 23 und C 35 sind liegend zu bestücken, so dass keine Probleme bei der späteren Display-Montage auftreten. Die Bestückung des Spannungsreglers (IC 3) beginnt mit der Fixierung des Reglers mittels einer M3x8-mm-Zylinderkopfschraube, die von unten in die entsprechende Bohrung gesteckt wird. Von oben wird dann eine Zahnscheibe aufgesetzt und eine M3-Mutter aufgeschraubt. Erst dann erfolgt das Verlöten der Anschlüsse des Reglers.

Die Buchse BU 1, die Tasten TA 1 bis TA 4 sowie die Lötstifte ST 1 und ST 2 müssen direkt auf der Leiterplatte aufliegen, bevor die Anschlüsse verlötet werden, da die Lötstellen bei späterer mechanischer Belastung sonst zu stark beansprucht werden.

Daraufhin folgt die Montage des Displays. Hierzu wird zunächst die elektrische Verbindung mit dem Einlöten der 20-poligen Stiftleiste vorbereitet: Die Stiftleiste wird in die Display-Position LCD 1 gesteckt, bis der Distanzhalter aufliegt. Um das Display korrekt montieren zu können, muss die Stiftleiste vor dem Verlöten exakt senkrecht ausgerichtet werden. Zur mechanischen Fixierung werden die M2 x 12-mm-Zylinderkopfschrauben, die M2-Muttern, entsprechende Fächerscheiben sowie die 8-mm-Distanzrollen benötigt. Zunächst ist das Display vorsichtig von oben auf die Stiftleiste zu setzen. Dabei müssen zwischen Display und Platine nacheinander die 8-mm-Abstandshalter gesetzt und das Ganze, wie in Abbildung 7 zu sehen, mit den M2-Schrauben verschraubt werden. Nun erfolgt noch das Verlöten der Stiftleiste mit den entsprechenden Kontakten am Display.

Anschließend sind die Batteriehalter zu bestücken. Die Halter sind jeweils in die Bohrungen zu stecken, so dass die Polaritätsangabe der Batterien noch zu lesen ist. Im Anschluss daran sind die Batterie-Federkontakte zu bestücken und auf der Lötseite zu verlöten. Zu guter Letzt sind noch die Tastknöpfe auf die Taster zu setzen.

Nachdem die Platine so weit fertig gestellt und geprüft ist, kann sie in das bereits vorgefertigte und bedruckte Gehäuse eingebaut werden. Hier beginnen wir mit der Montage der Displayscheibe, die das LC-Display vor mechanischer Beschädigung schützt. Diese wird von innen in die entsprechende Ausfräsung eingesetzt. Damit sie einen festen Sitz erlangt, ist diese mit etwas Heißkleber oder Sekundenkleber an den Ecken vorsichtig zu verkleben. Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass eine evtl. vorhandene Schutzfolie bereits entfernt ist und der Kleber nur so dünn aufgetragen wird, dass er nicht in den Sichtbereich der Scheibe verlaufen kann.

Um die richtige Einbauhöhe der Platine zu erreichen, sind Abstandshalter vorgesehen. Auf der Lötseite der Platine wird jeweils eine 10x1,5-mm-Polyamidscheibe über die Bohrungen für die Befestigungsschrauben geklebt. Jede ist so anzubringen, dass sie so wenig wie möglich über die Platine hinausragt, aber dennoch die gesamte Bohrung frei bleibt. Das Verkleben kann dabei z. B. mit Sekundenkleber erfolgen. Des Weiteren müssen in die Unterhalbschale des Gehäuses die Distanzrollen M3 x 10 mm eingeklebt werden. Diese sind mit Sekundenkleber, wie in Abbildung 8 dargestellt, genau mittig über die Bohrungen zur Platinenbefestigung zu kleben. Dabei ist es sehr wichtig, dass kein Kleber in die Bohrungen läuft und dass die Distanzrollen mittig montiert sind. Die Klebestellen brauchen später keine mechanischen Kräfte aufzunehmen; das Ankleben der Distanzrollen und der Polyamidscheiben soll nur die folgende Montage der Platine vereinfachen.

Dazu wird zuerst die vordere Stirnplatte mit den eingesetzten Eingangsbuchsen (ST 1 = schwarz, ST 2 = rot) auf die Platine aufgesetzt, wobei die Hohlsteckerbuchse in die entsprechende Ausfräsung einfasst. Anschließend ist dieses gesamte Chassis in die Gehäuseunterschale zu setzen. Da Ober- und Unterschale nur in einer be-

stimmten Position zusammenpassen, ist sicherzustellen, dass sich die Stirnplatte an der Oberseite des Gehäuses befindet und exakt in der Führungsnut liegt. Nach dem exakten Ausrichten der Platine über den Befestigungsbohrungen kann die Platine mit den Torxschrauben 3,0 x 16 mm befestigt werden. Daraufhin sind die Eingangsbuchsen mit den jeweiligen Lötstiften zu verlöten. Zu guter Letzt erfolgt das Einsetzen der unteren Stirnplatte, der 5 Mignon-Batterien und das Aufsetzen der Gehäuse-oberschale, womit der Aufbau abgeschlossen ist.

### Inbetriebnahme

Zur ersten Inbetriebnahme ist das KT 100 durch Betätigung der „ON/OFF“-Taste zu starten. Hinweis: Die „ON/OFF“-Taste ist bis zur ersten Display-Ausgabe (ca. 2 Sek.) gedrückt zu halten.

Daraufhin startet man den Abgleich. Hierfür ist mit der „Menü“-Taste in das Menü zu wechseln und mit den Pfeiltasten der Punkt „Abgleich“ auszuwählen. Die Taste „Ok“ startet den Abgleich, wobei man den Anweisungen im Display folgt.

Nach erfolgreichem Abgleich lassen sich erste Messungen mit dem Komponententester vornehmen. Zum Anschluss der Prüflinge ist zu sagen, dass bei Messung eines Diodenübergangs der „GND-Messeingang“ (schwarze Buchse) mit der Katode und der „IN-Messeingang“ (rote Buchse) mit der Anode zu verbinden ist. Eine Vertauschung der Polarität hätte aber nur eine diagonal spiegelverkehrt angezeigte Kennlinie zur Folge, da die Messeingänge mit einer Wechselspannung betrieben werden, die den Prüfling in beide Richtungen durchsteuert. Das Gleiche gilt bei Transistoren, FETs usw.

### Sicherheitshinweis

Vor der Überprüfung von Komponenten/Bauteilen in einer Schaltung ist diese unbedingt stromlos zu schalten (vom Stromnetz zu trennen!). Der Komponententester KT 100 könnte sonst durch Fremdspannung zerstört werden. Außerdem besteht natürlich eine Stromschlaggefahr, wenn die Schaltung höhere Spannungen führt.

Weiterhin sind vor der Überprüfung von Kondensatoren diese vor Testbeginn zu entladen. Ein geladener Kondensator könnte die Messverstärker zerstören und damit das Gerät unbrauchbar machen.

Nach Einhaltung dieser Arbeits- und Sicherheitshinweise wird der Komponententester KT 100 wohl jedem Elektroniker bei der Fehlersuche eine große Hilfe sein, und deshalb sollte der KT 100 auf keinem Arbeitsplatz fehlen.



