

# Einfacher Reaktionstester

*Eine Handvoll preiswerter Standardbauelemente genügt zum Aufbau dieses interessanten Reaktionstesters.*

## Allgemeines

Dieses kleine Gerät wird sicherlich auch bei Ihren Freunden und Bekannten auf reges Interesse stoßen. Einmal vorgeführt, ist es kaum möglich, den Reaktionstester vor Ablauf einer halben Stunde wieder „einzusammeln“, da jeder sich und den anderen beweisen möchte, welches gute Reaktionsvermögen er besitzt.

Durch die quarzgenaue Messung der Reaktionszeit mit einer Auflösung von 5 hundertstel Sekunden (0,05 s) läßt sich nun leicht die eigene aktuelle Reaktionszeit objektiv prüfen, was wiederum Rückschlüsse auf die derzeitige Konstitution zuläßt, vor allem wenn eigene frühere Vergleichswerte vorliegen.

Dabei kann es schon recht interessant sein, sich über den Tag verteilt ein Bild vom eigenen Reaktionsvermögen zu verschaffen. Dabei wird man feststellen, daß üblicherweise die persönliche Hochform im Laufe des Vormittags erreicht wird, während gegen Ende des Tages das Leistungsvermögen abnimmt und sich die Reaktionszeit erhöht.

## Bedienung und Funktion

Im deaktivierten Zustand, wenn alle Leuchtdioden erloschen sind, wird das Gerät durch Betätigen der Start-Taste eingeschaltet. Zur Signalisierung dient die grüne LED „On“.

Innerhalb einer wechselnden Zeitspanne zwischen 0,64 und 6,4 Sekunden leuchtet die grüne Start-LED zur Kennzeichnung des Beginns der Reaktionszeitmessung. Nun müssen Sie so schnell als möglich die Stop-Taste betätigen. Auf einer aus 9 Leuchtdioden bestehenden LED-Zeile kann nun das Meßergebnis mit einer Auflösung von 0,05 s abgelesen werden. Jeder LED ist dabei ein Reaktionszeitwert zwischen 0,05 s bis 0,45 s zugeordnet.

Ist die Reaktionszeit länger als 0,5 s, leuchtet die rote Überlauf-LED auf.

5 Sekunden nach Beendigung der Messung schaltet das Gerät automatisch aus, es sei denn, daß durch Betätigen der Start-Taste ein neuer Meßvorgang gestartet wird.

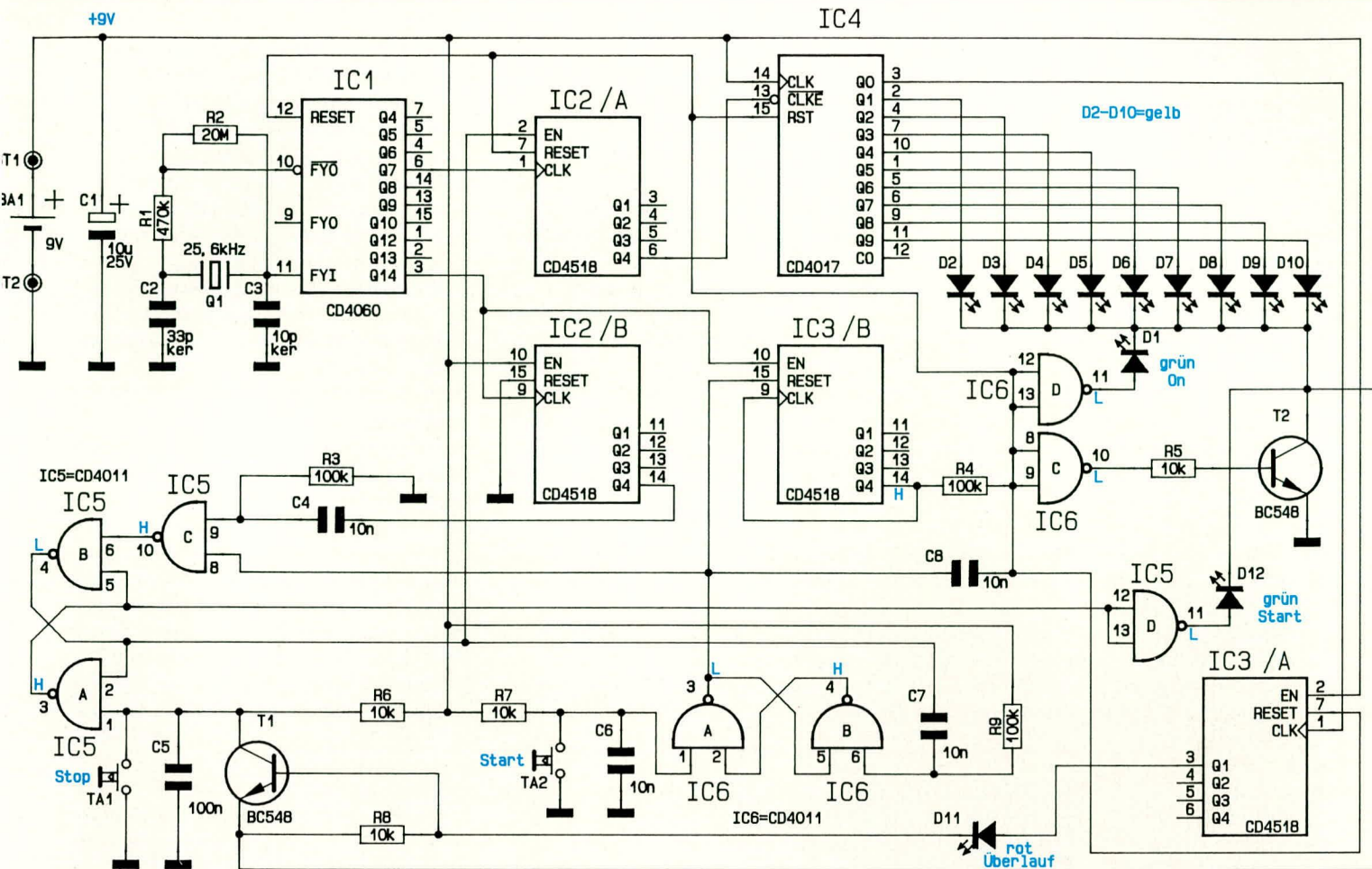
Die gesamte Schaltung findet in einem handlichen Klarsichtgehäuse Platz, in dem auch die 9V-Blockbatterie zur Versorgung untergebracht ist. Aufgrund der durchsichtigen Ausführung ist zum einen die interessante Elektronik sichtbar, und zum anderen werden für die Anzeigeelemente keine Durchbrüche benötigt, so daß nur 2 Bohrungen für die beiden Taster einzubringen sind.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist die Schaltung unseres Reaktionstesters zu sehen. Auf den ersten Blick mag sie etwas kompliziert wirken, jedoch können wir Ihnen versichern, daß es sich letztendlich um eine recht übersichtliche Technik handelt. Nur 6 preiswerte Standard-CMOS-ICs mit wenigen zusätzlichen Bauteilen reichen für die Realisierung der Schaltung aus.

Wir beginnen die Beschreibung mit dem IC 1 des Typs CD 4060. Hierbei handelt es





Logik- Pegel im "Aus" Zustand

sich um einen 14 Bit-Binärzähler mit integriertem Oszillator. Zur Festlegung der Frequenz dient die äußere Beschaltung mit dem Quarz Q 1 sowie R 1, R 2, C 2, C 3.

Der Quarz bietet den Vorteil einer hohen Genauigkeit und Langzeitstabilität mit der zusätzlichen angenehmen „Begleiterscheinung“, daß keinerlei Abgleich in der vorliegenden Schaltung erforderlich ist. Als Alternative zum Quarz ist in Abbildung 2 auszugewei die Beschaltung des IC 1 mit einem RC-Oszillator dargestellt. Die Genauigkeit und Langzeitstabilität ist in dieser Variante nicht so gut, und es muß ein Abgleich durchgeführt werden (Messung der gepufferten und durch den Divisor  $2^4$  geteilten Oszillatorfrequenz an Pin 7 des IC 1 und Einstellung mit dem Trimmer auf 1600 Hz). Jedoch ist diese Variante noch etwas günstiger, und die Teile sind üblicherweise in jedem gut ausgerüsteten Elektroniklabor vorhanden. Gegebenenfalls ist die RC-Oszillator-Variante dann frei verdrahtet einzusetzen, denn die Leiterplatte ist für die technisch bessere Quarz-Oszillatorlösung vorgesehen. Doch fahren wir nun mit der Beschreibung der Schaltung (Abbildung 1) fort.

Die Oszillatorfrequenz von 25,6 kHz wird zunächst durch  $2^7 = 128$  geteilt. Am Ausgang Q 7 (Pin 6) steht dann eine Frequenz von 200 Hz an. Diese wird auf den Clock-Eingang des IC 2 A gegeben, der

Bild 1: Schaltbild des Reaktionstesters

eine Teilung durch 10 vornimmt, entsprechend einer Ausgangsfrequenz an Q 4 von 20 Hz. Zusätzlich besitzt IC 2 A einen Enable-Eingang (Pin 2), mit dem der Zählvorgang gestartet und wieder gestoppt werden kann. Hierauf gehen wir im weite-

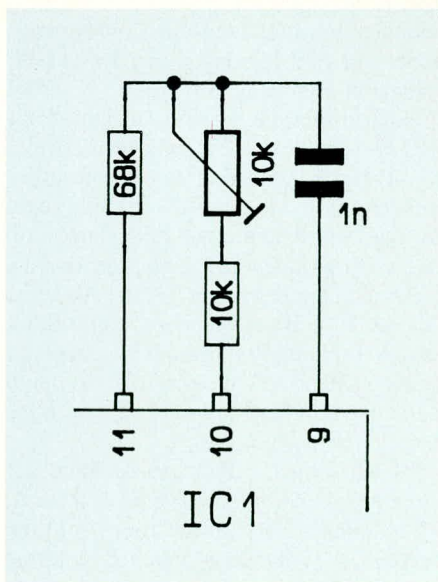


Bild 2: Teilschaltbild eines RC-Oszillators, der als Ersatz zum Quarzoszillator Einsatz finden kann.

ren Verlauf der Schaltungsbeschreibung noch näher ein.

Die 20 Hz-Frequenz gelangt weiter auf den Eingang (Pin 13) des IC 4 vom Typ CD 4017. Hierbei handelt es sich um einen Dekadenzähler mit 10 Ausgängen. Im Grundzustand (Reset) ist der Ausgang Q 0 aktiv, d. h. er führt High-Pegel. Alle weiteren Ausgänge befinden sich auf Low-Potential. Beim ersten Eingangsimpuls nimmt der Ausgang Q 1 nun High-Pegel an, während der Q 0-Ausgang und auch die weiteren Ausgänge Low-Pegel führen. Jeder weitere Eingangsimpuls schaltet den High-Pegel auf den folgenden Ausgang fort. Aufgrund des 20 Hz-Eingangssignals an Pin 13 des IC 4 wechselt der High-Pegel somit in einem Zeitraster von 0,05 s von einem Ausgang zum nächsten, d. h. der erste Impuls läßt die Leuchtdiode D 2 am Ausgang Q 1 (Pin 2) aufleuchten, während der zweite Impuls nach insgesamt 0,1 s D 3 am Ausgang Q 2 (Pin 4) aktiviert usw.

Wird die Stop-Taste nicht betätigt, nimmt nach insgesamt 10 Impulsen entsprechend einer Zeitspanne von 0,5 s wieder der Ausgang Q 0 (Pin 3) High-Pegel an. Hierdurch wird IC 3 A getriggert, und der Ausgang Q 1 (Pin 3) wechselt von low nach high, wodurch die Überlauf-Leuchtdiode D 11 aufleuchtet und gleichzeitig der Transistor T 1 durchschaltet - die Schaltung wird automatisch gestoppt.



Durch Betätigen der Stop-Taste wird der Zählvorgang vorzeitig gestoppt und das gewonnene Meßergebnis durch Aufleuchten einer der 9 gelben LEDs angezeigt.

Bei der Betrachtung der weiteren Funktionen dieser Schaltung wollen wir zunächst davon ausgehen, daß die Schaltung sich im „Aus“-Zustand befindet, d. h. der Ausgang von IC 5 A führt High- und der Ausgang von IC 5 B Low-Potential.

Auch an den übrigen Gattern sind die Pegel, bezogen auf den „Aus“-Zustand, angegeben. Von diesem Zustand ausgehend, befinden sich IC 1, IC 2 A, IC 3 A und IC 4 im Resetzustand, während der Ausgang Q 4 (Pin 14) des IC 3 B High-Pegel führt, der, invertiert durch das Gatter IC 6 C, den Transistor T 2 sperrt. Da der Strom aller LEDs über diesen Transistor nach Masse fließt, sind somit die Leuchtdioden ausgeschaltet.

Wird nun die Start-Taste betätigt, wechselt der Ausgang des Gatters IC 6 A von Low- auf High-Pegel, woraufhin IC 3 B über seinen Reset-Eingang (Pin 15) zurückgesetzt wird.

Der Ausgang Q 4 (Pin 14) nimmt Low-Potential an, demzufolge wechselt der

Ausgang von IC 6 C auf High-Pegel und steuert über R 5 den Transistor T 2 durch. Gleichzeitig leuchtet die „On“-LED auf, und IC 1, IC 2 A, IC 3 A und IC 4 sind über ihre Reset-Eingänge freigeschaltet.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß im Moment der Betätigung der Start-Taste über C 8 ein Impuls auf die Reset-Eingänge gegeben wird, so daß unabhängig vom vorausgegangenen Zustand in jedem Fall vor dem Freischalten die betreffenden ICs definitiv zurückgesetzt werden.

Durch die Freigabe der Reset-Eingänge liegt nun unter anderem auch an Pin 12 des IC 1 Low-Potential, und der 25,6kHz-Quarz-Oszillator arbeitet. Am Ausgang Q 14 (Pin 3) des IC 1 erscheint alle 0,64 s ein Impuls, der von IC 2 B gezählt wird. Genau nach 10 Taktzyklen, entsprechend 6,4 s, erscheint an dessen Ausgang Q 4 (Pin 14) ein Wechsel von low nach high, der als Nadelimpuls über C 4 auf den zweiten Eingang von IC 5 C gelangt.

Zu bemerken ist im Zusammenhang mit IC 2 B, daß dieser Zähler niemals zurückgesetzt wird und seinen momentanen Wert auch im ausgeschalteten Zustand des Gerätes beibehält, da die Spannungsversorgung an den CMOS-Bausteinen bestehen bleibt. Durch den minimalen Stromverbrauch von weniger als 1  $\mu\text{A}$  wird die Batterie kaum belastet, d. h. die Ruhestrom-

entnahme liegt unterhalb der Selbstentladung.

Bedingt durch die asynchrone Arbeitsweise des IC 2 B, bezogen auf den allgemeinen Zyklusablauf der Schaltung, erscheint am Ausgang von IC 5 C ein kurzer Low-Impuls in einem zufälligen Zeitraster zwischen 0,64 s und 6,4 s nach Betätigung der Start-Taste.

Dieser Low-Impuls setzt das aus den Gattern IC 5 A und B bestehende Flip-Flop, und der Ausgang von IC 5 A führt Low- und der Ausgang von IC 5 B High-Pegel. Über das Gatter IC 5 D wird die grüne Start-LED aktiviert, während gleichzeitig der Enable-Eingang (Pin 2) des IC 2 A freigeschaltet wird und die Zählimpulse auf den Eingang (Pin 13) des IC 4 gelangen.

In der LED-Kette D 2 bis D 10 läuft nun der Signalpunkt mit einer Geschwindigkeit von 0,05 s hoch.

Durch Betätigen der Stop-Taste nimmt der Ausgang von IC 5 A wieder High- und der Ausgang von IC 5 B Low-Pegel an, woraufhin der Eingang des IC 2 A unmit-

---

### *Mit einer Auflösung von 5 hundertstel Sekunden läßt sich leicht die eigene aktuelle Reaktionszeit objektiv prüfen.*

---

telbar gesperrt wird. Der aktuelle Zählerstand von IC 2 A und IC 4 bleibt erhalten und wird durch eine der 9 gelben LEDs angezeigt, als direktes Maß für die gemessene Reaktionszeit.

Gleichzeitig mit Betätigen der Stop-Taste gelangt ein negativ gerichteter Impuls über den Kondensator C 7 auf den Eingang des Gatters IC 6 B, das in Verbindung mit IC 6 A ein Flip-Flop bildet. Der Ausgang von IC 6 A nimmt daraufhin Low-Potential an und gibt hierdurch den Reset-Eingang (Pin 15) des IC 3 B frei.

Nach insgesamt 8 vom Ausgang Q 14 (IC1/Pin 3) auf den Eingang (Pin 10) des IC 3 B gegebenen Taktimpulsen nimmt der Ausgang (Pin 14) von IC 3 B High-Pegel an. Dies entspricht einer Zeitspanne von ca. 5 s. Daraufhin wird T 2 gesperrt, und die LEDs sind ausgeschaltet. Da der Ausgang Q 4 des IC 3 B auf den zum Sperren dienenden Eingang Pin 9 geschaltet ist, bleibt dieser Zustand solange erhalten, bis durch Betätigen der Start-Taste ein neuer Zyklus eingeleitet wird.

Gleichzeitig mit dem Ausschalten der Leuchtdioden werden auch IC 1, IC 2 A, IC 3 A und IC 4 in ihren Reset-Zustand versetzt, d. h. auch der Quarzoszillator ist gestoppt. In diesem Ruhezustand beträgt, wie bereits weiter vorstehend erwähnt, die Stromaufnahme weniger als 1  $\mu\text{A}$  und ist damit vernachlässigbar.

Abschließend noch kurz eine Anmerkung zum Betrieb der Leuchtdioden. Diese sind direkt an die betreffenden Ausgänge der CMOS-ICs angeschlossen und werden mit einem hinreichenden Strom betrieben, wobei wir uns die Tatsache zunutze machen, daß bei der gewählten Betriebsspannung auch im Kurzschlußfall die Ausgänge entsprechend belastbar sind.

Nach dieser ausführlichen Beschreibung der Schaltungstechnik wollen wir uns nun dem einfachen Nachbau dieses kleinen Gerätes zuwenden.

---

### **Nachbau**

---

Sämtliche Bauelemente finden auf einer übersichtlichen Leiterplatte mit den Abmessungen 53,5 mm x 110 mm Platz. Für diejenigen, die sich die Platine in Verbindung mit der ELV-Platinenvorlage selbst erstellen, sei angemerkt, daß links und rechts etwas oberhalb der beiden Taster eine kleine Einkerbung einzubringen ist. In Verbindung mit den Haltenasen im Klarsichtgehäuse ergibt sich dadurch eine sichere Positionierung.

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der 15 Brücken, gefolgt

von den 9 Widerständen und den 8 Kondensatoren. Beim Elko C 1 handelt es sich um ein gepoltes Bauelement, dessen korrekte Einbaulage wichtig ist. Das Minus-Anschlußbeinchen ist üblicherweise durch ein Minuszeichen auf dem Gehäuse gekennzeichnet. Es folgt das Einsetzen der beiden Transistoren sowie der 6 integrierten Schaltkreise. Auch hier spielt die Einbaulage eine wichtige Rolle, wobei die Stirnfläche auf der Seite mit dem Anschlußpin 1 durch eine Einkerbung oder eine Punktmarkierung gekennzeichnet ist.

Als nächstes wenden wir uns dem Einbau der Leuchtdioden zu. Die Katode ist diejenige Seite, in welche die Pfeilspitze des Schaltungssymbols weist und die dem Minusanschluß entspricht. Bei den hier verwendeten 5 mm Leuchtdioden ist dieser Anschluß durch eine Abflachung an einer Seite des hervorstehenden Ringes des Kunststoffgehäuses der LEDs gekennzeichnet. Für D 1 und D 12 sind grüne Leuchtdioden, für D 2 bis D 10 gelbe und für D 11 eine rote LED einzusetzen. Der Abstand zwischen Leiterplattenoberseite und Gehäuseunterseite einer jeden LED sollte 6 mm betragen. Den Abschluß bildet das Einsetzen und Verlöten der beiden Taster TA 1 und TA 2 und das Anlöten der Zuleitungen des 9 V-Batterieclips. Die rote Ader wird in die mit ST 1 gekennzeichnete Bohrung und die schwarze in ST 2 einge-



setzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Eine 9 V-Blockbatterie wird angeschlossen und die Start-Taste TA 2 kurz betätigt. Nun muß die obere linke grüne LED zur Signalisierung des Aktiv-Zustandes der Schaltung aufleuchten. Nach einer zufälligen Zeitspanne zwischen 0,64 und 6,4 Sekunden wird dann die über der Start-Taste befindliche zweite grüne Leuchtdiode den Beginn des Meßzyklus signalisieren. Wenn Sie nun die Stop-Taste TA 1 nicht betätigen, müssen alle 9 gelben LEDs nacheinander von unten nach oben in Richtung der roten Überlauf-LED kurz aufleuchten, bis nach 0,5 s die rote LED den Überlauf signalisiert. Nach weiteren 5 s muß sich das Gerät selbsttätig ausschalten. Ein zweiter Test beginnt wiederum mit der Betätigung der Start-Taste, um anschließend nach Aufleuchten der darüber befindlichen Start-LED die Stop-Taste zu drücken und so auch diesen Funktionsbereich zu testen, d. h. je nachdem wie lang die Reaktionszeit war, wird der „Hochlaufvorgang“ im Moment der Betätigung der Stop-Taste angehalten, und die betreffende gelbe LED bleibt für 5 s eingeschaltet, damit man in aller Ruhe seinen Reaktionswert zur Kenntnis nehmen kann.

Sind alle Überprüfungen zur Zufriedenheit verlaufen, kann die Schaltung in ein

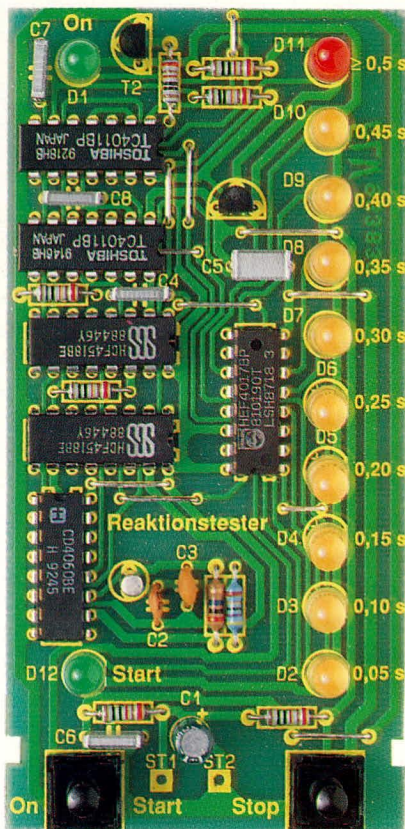
dafür passendes Klarsichtgehäuse eingebaut werden. Hierzu wird das Gehäuse in Längsrichtung auseinandergezogen. Zwar sind beide Halbschalen einander recht ähnlich, jedoch existiert ein Unterschied in den beiden Haltenasen, die zur Fixierung der Leiterplatte dienen. Diese befinden sich ca. 40 mm von der hinteren Stirnseite entfernt auf jeder der seitlichen Gehäusekanten. Hier wird später die Leiterplatte mit der Bauteilseite voran eingesetzt. Zunächst sind jedoch die beiden Bohrungen für die Taster einzubringen. Der Mittelpunkt der Bohrungen liegt genau 35,6 mm von der Stirnseite entfernt (Außenkante), der Abstand der beiden Mittelpunkte zu den Außenseiten beträgt 12,6 mm, d. h. der Abstand der beiden Mittelpunkte zueinander liegt bei 31, 8 mm.

Zunächst wird eine Bohrung mit einem 2 mm-Bohrer eingebracht, um anschließend die genaue Positionierung unter teilweisem Probearbeitung der Platine zu prüfen. Der Enddurchmesser sollte 4,5 mm betragen, wobei ein spezieller Kunststoffbohrer dienlich ist. Steht ein solcher nicht zur Verfügung, kann ersatzweise eine Bohrdurchmessererweiterung von 2 mm auf die erforderlichen 4,5 mm mit einem Holzbohrer vorgenommen werden oder indem ein scharfer, im Durchmesser leicht anstei-

gender Gegenstand von Hand langsam hineingedreht wird. Ein solcher Gegenstand ist üblicherweise in jedem Haushalt in Form einer aufgeklappten Schere vorhanden, wobei nur die eine spitz zulaufende Scherenhälfte dazu verwendet wird. Diese Bearbeitungsart ist allerdings etwas unüblich und für Kunststoffe im allgemeinen auch nicht zu empfehlen, es sei denn, es handelt sich um ein Polycarbonat, das im Verhalten entsprechend „gutmütig“ ist und in der vorliegenden Konsistenz auch nicht splittet. Diese Kunststoffe werden jedoch eher selten eingesetzt, da sie um ein Mehrfaches teurer sind als z. B. Polystyrol oder auch ABS.

Nach diesen, sicherlich auch Elektroniker interessierenden Bemerkungen kommen wir zur Endfertigstellung des Reaktionstesters, indem die Leiterplatte mit der Bauteilseite voran in die betreffende Gehäusehalbschale eingesetzt wird, gefolgt von der daneben anzuordnenden 9 V-Blockbatterie. Die kleinen seitlichen Aussparungen der Platine fassen genau in die zugehörigen Gehäusearretierungen. Als dann wird die zweite Gehäusehalbschale in Längsrichtung darübergeschoben.

Damit ist die Leiterplatte im Gehäuse fest verankert. Eine Prüfung der Leuchtbarkeit der beiden Taster schließt den Aufbau ab. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des Reaktionstesters

### Stückliste: Reaktionstester

#### Widerstände:

10kΩ .....	R5 - R8
100kΩ .....	R3, R4, R9
470kΩ .....	R1
20MΩ .....	R2

#### Kondensatoren:

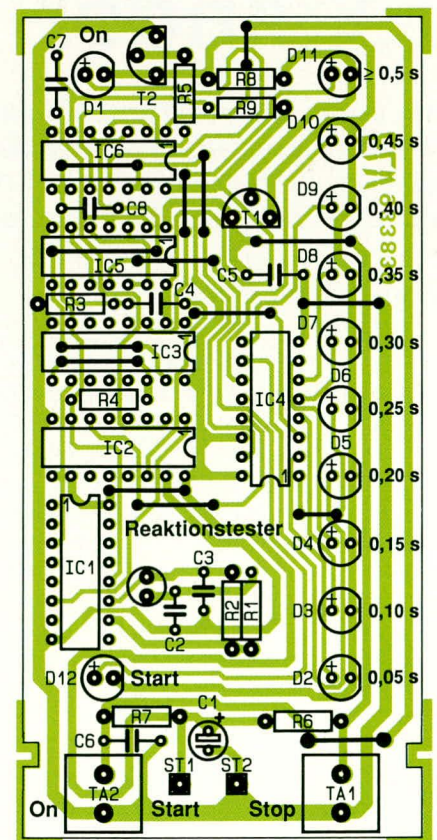
10pF .....	C3
33pF .....	C2
10nF .....	C4, C6 - C8
100nF .....	C5
10µF/25V .....	C1

#### Halbleiter:

CD4011 .....	IC5, IC6
CD4017 .....	IC4
CD4060 .....	IC1
CD4518 .....	IC2, IC3
BC548 .....	T1, T2
LED 3mm, grün .....	D1, D12
LED 3mm, gelb .....	D2 - D10
LED 3mm, rot .....	D11

#### Sonstiges:

Quarz 25,6kHz .....	Q1
1 Batterieclip	
2 Print-Taster, stehend, 20 mm	
1 Profil-Gehäuse, Typ 222E	
20cm Silberdraht	



Bestückungsplan der Platine des Reaktionstesters