

Ordnungsschwellen- Tester+Trainer OTT 2000

Mit dem OTT 2000 können Sie Ihre persönliche Ordnungsschwelle objektiv testen und als Weltneuheit auch trainieren. Ein wesentlicher Schritt zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns. Der vorliegende Artikel beschreibt ausführlich die Technik und den Aufbau dieses innovativen Gerätes.



Allgemeines

Der wissenschaftliche Hintergrund zur Ordnungsschwelle wurde im einleitenden Artikel im „ELVjournal“ 5/93 dargestellt. Wissenschaftlich definiert ist die Ordnungsschwelle als diejenige Zeitspanne, die bei einem bestimmten Menschen mindestens zwischen zwei Sinnesreizen verstreichen muß, damit diese in eine Reihenfolge, also eine zeitliche Ordnung gebracht werden können. Laut Untersuchungen von Professor Ernst Pöppel und dessen Mitarbeitern liegen typische Werte zwischen 30 und 40 Millisekunden, und zwar sowohl für akustische als auch für visuelle Reize.

Mit dem OTT 2000 wird der visuelle Bereich durch das dicht aufeinanderfolgende Aufblitzen zweier Leuchtdioden ermittelt, wobei der zeitliche Abstand vom OTT 2000 in Abhängigkeit von der Richtigkeit der Einzelergebnisse gesteuert wird. Nach Ablauf einer entsprechenden Anzahl von Testdurchläufen steht dann das Ergebnis des Zeitabstandes zur Verfügung, bei dem die korrekte Reihenfolge des Aufblitzens der beiden LEDs von der Testperson mit 80%iger Trefferquote erkannt wird.

In ähnlicher Weise ist mit dem OTT 2000 in Verbindung mit einem Kopfhörer die Ordnungsschwelle für den auditiven Bereich ermittelbar.

In Kombination beider Bereiche ist dann im Anschluß durch ein Training die Verbesserung und Optimierung der Ordnungsschwelle zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Gehirns möglich.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der Schaltungstechnik.

Schaltung

Abbildung 1 zeigt die Schaltung des Ordnungsschwellen - Testers+Trainers OTT 2000. Kernstück ist der programmierbare Logikbaustein IC 9 des Typs ELV 9356. Zu den weiteren wichtigen Baugruppen zählt ein 12-Bit-Auf-Abwärtszähler mit Anzeigendecodierung und LC-Display, ein 12-Bit-Abwärtszähler, eine Oszillatorstufe sowie das Netzteil.

Bei dem programmierbaren Logikbaustein IC 9 handelt es sich um ein sogenanntes Zero-Power-GAL, das sich durch eine besonders geringe Stromaufnahme von typisch nur 0,6 mA auszeichnet. Üblicherweise nehmen entsprechende Logikbausteine, wie z.B. ein GAL16V8 den 50- bis 100-fachen Strom auf und sind für Batteriebetrieb daher nur sehr eingeschränkt geeignet.

IC 1, IC 4 und IC 6 jeweils vom Typ CD 40192 bilden den eigentlichen 12-Bit-Anzeigenzähler, der sowohl eine Aufwärtszählung als auch eine Abwärtszählung aus-

führen kann und zusätzlich programmierbar ist.

Die einzelnen 4-Bit-Zählerbausteine sind zu dem besagten 12-Bit-Zähler kaskadiert. Hierfür sind die Ausgänge Carry- und Borrow (PIN 12, 13) der ersten Zählerstufe (IC 1) mit den Eingängen Up und Down (Pin 4, 5) der zweiten Zählerstufe (IC 4) verbunden. Die dritte Zählerstufe um IC 6 ist in gleicher Weise mit dem Zähler IC 4 verschaltet.

Zur direkten Ansteuerung einer 7-Segment-Anzeige müssen die 4-Bit-Ausgangscodes der einzelnen Zählerbausteine decodiert werden. Diese Aufgabe übernehmen die CMOS-Bausteine IC 3, IC 5 und IC 8. Diese Decoderbausteine des Typs CD4543 beinhalten neben der reinen Decodierung eine Speicher- und eine Treiberstufe für LC- oder LED-Anzeigen und können daher direkt die Ansteuerung der hier eingesetzten 7-Segment-LC-Anzeige übernehmen.

Durch das LC-Display LCD 1 in Verbindung mit der angesprochenen Treiberschaltung ist nun eine Zahl zwischen 0 und 999 darstellbar. Diese Ziffer gibt

die Verzögerungszeit zwischen den beiden Ausgangsimpulsen des OTT 2000 in Millisekunden an.

Unmittelbar nach dem Einschalten des Gerätes wird der Zählerstand „100“ (entsprechend 100 Millisekunden) als Vorgabewert geladen. Hierzu bedient man sich der Parallel-Load-Funktion der einzelnen Zählerbausteine, wobei über die Ladeeingänge (jeweils Pin 1, 9, 10, 15) der entsprechende BCD-Code angelegt wird.

Der an diesen Eingängen anliegende Code wird durch einen negativen Impuls jeweils an Pin 11 der einzelnen Zählerbausteine eingeladen. Den Ladeimpuls unmittelbar nach dem Einschalten des OTT 2000 erzeugt das Gatter IC 11 D mit externer Beschaltung.

Ein weiterer Zähler wird durch IC 2 und IC 7 gebildet. Bei diesen Bausteinen des Typs CD 40102 handelt es sich um 8-stufige, synchrone, voreinstellbare Abwärtszähler, die ein Signal abgeben, wenn der Zählerstand Null erreicht ist. Beide Zählerbausteine sind wiederum zu einem 12-Bit-Abwärtszähler zusammengeschaltet, wobei die nicht benötigten Eingänge des IC 7 (Pin 10-13) auf Low-Pegel (Masse) liegen.

Der Ausgangszählerstand, d.h. der Ladestrom wird von dem zuvor beschriebenen 12-Bit-Auf-Abwärtszähler bestimmt. Hierfür sind die Ausgänge dieses Zählers mit den Ladeeingängen von IC 2 und IC 7 verbunden. Das Laden des anlie-

genden BCD-Codes geschieht durch einen Low-Impuls, jeweils an den Zählereingängen APE (Pin 9) dieser beiden Bausteine. Der Steuerimpuls wird von der Steuerlogik im IC 9 mit Zusatzbeschaltung erzeugt.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß mit dem Eintreffen des Steuerimpulses der angesprochene Abwärtszähler den auf dem LC-Display angezeigten Zählerstand übernimmt.

Nachdem der Zähler (IC 2 und IC 7) den anliegenden Code (Zählerstand) übernommen hat, wechselt der Ausgang Pin 14 des IC 7 von zuvor Low-Pegel auf High-Pegel, wodurch das mit dem Nand-Gatter IC 11 A aufgebaute Tor das Oszillatorsignal auf den Zähler-Eingang durchschaltet. Die Frequenz des hier anliegenden Clock-Signals beträgt 1000 Hz, was einer Periodendauer von 1 ms entspricht. Durch das anliegende Clock-Signal zählt der Zähler nun von dem zuvor geladenen Wert abwärts bis der Zählerstand 0 erreicht ist, woraufhin der Ausgang Pin 14 von IC 7 nun wieder-

Schnelleres Denken ist mit dem OTT 2000 spielerisch trainierbar

um Low-Pegel führt und den Takt sperrt.

Die Zeitspanne während der Ausgang des Zählers IC 7 (Pin 14) High-Pegel führt, entspricht also genau der auf dem Display angezeigten Ziffer, multipliziert mit dem Zeitfaktor „1 ms“.

Mit Hilfe der Gatter IC 10 A, B, C und Zusatzbeschaltung wird jeweils zu Beginn und zum Ende der Zählung ein Nadelimpuls von ca. 1 ms erzeugt und an die Steuerlogik in IC 9 (Pin 7, 9) weitergegeben. Diese Steuerimpulse werden nun von IC 9 gepuffert und zur Steuerung der Leuchtdioden D 2 und D 3 sowie zur Ansteuerung des an BU 1 angeschlossenen Kopfhörers herangezogen.

Die Testperson hat jetzt zu entscheiden, welche Leuchtdiode zuerst aufgeblinkt hat bzw. auf welchem Kanal zuerst das Klick-Signal zu hören war. Die von der Testperson getroffene Entscheidung wird der Schaltung durch die Betätigung der Tasten TA 1 oder TA 2 mitgeteilt.

Die Auswertung des Taster-Signals übernimmt die Logik in IC 9. War die Antwort richtig, so leuchtet, gesteuert von IC 9 die LED D 1 auf. Gleichzeitig gibt IC 9 über seinen Ausgang Pin 17 ein Steuersignal an den Anzeigen-Zähler (IC 1, 4, 6) ab, worauf hierdurch der Zählerstand um 1 verringert wird. Der nächste Testzyklus läuft dann mit der verminderten Zeitdifferenz von nun 99 ms zwischen den Klick-Signalen bzw. dem Aufleuchten der LEDs ab.

Bei einer falschen Antwort gibt IC 9 ein

High-Signal an Pin 19 aus, wodurch über IC 13 B je nach Jumperstellung von JP 1 der Anzeigenzähler um zwei oder vier Zählerstände hochgeschaltet wird. Die Ansteuerung des Zählers erfolgt hierbei über den Clockeingang UP in Verbindung mit C 1 und R 1.

Die Reihenfolge, mit der die beiden Signaltöne erzeugt werden bzw. die LEDs aufleuchten, wird von einem Zufallsgenerator gebildet von IC 12, IC 13 A und Zusatzbeschaltung vorgegeben. Ein hochfrequentes Clocksignal wird hierbei unsynchron gesperrt, wodurch der im gesperrten Zustand anliegende Pegel dem Zufall unterliegt und darüber entscheidet, welche LED zuerst angesteuert wird bzw. auf welche Seite des Kopfhörers zuerst das Klick-Signal ausgegeben wird.

Das erforderliche hochfrequente Taktsignal erzeugt die Oszillatorschaltung um IC 10 F in Verbindung mit dem nachgeschalteten Teiler IC 12. Die Frequenz des Oszillators liegt bei 2,048 MHz und wird durch den Quarz Q 1 bestimmt. Am Teiler Ausgang Q 1 liegt das Taktsignal für den Zufallsgenerator an,

während am Ausgang Q 11 mit einer Frequenz von 1 kHz das Zeitsignal für die Zähler IC 2 und IC 7 zur Verfügung steht.

Für die Ansteuerung eines LC-Displays ist ein niederfrequentes Steuersignal, das sogenannte Backplane-Signal erforderlich. Der Teiler Ausgang Q 14 liefert mit 125 Hz ein entsprechendes Signal, das direkt auf die Teiler IC 3, 5, 8 geschaltet wird.

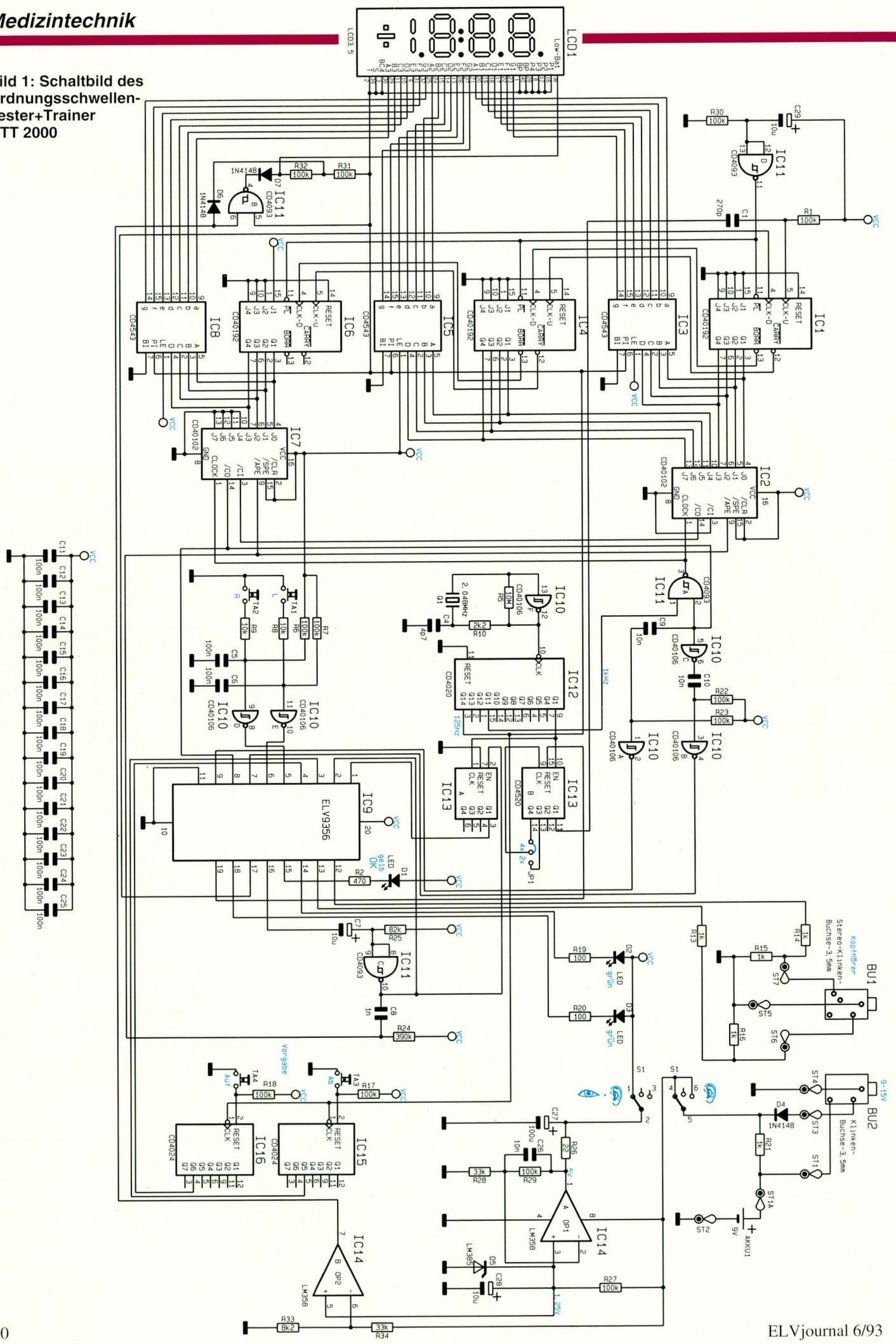
Soll der Anfangswert (nach dem Einschalten auf „100“) geändert werden, kann dies über die Tasten TA 3 und TA 4 erfolgen. Die Auswertung und Weiterschaltung der mit IC 15, 16 erzeugten Schaltsignale übernimmt wiederum die Logik in IC 9, wobei als Eingangstakt das Q 1-Signal des IC 12 dient.

Die Spannungsversorgung des OTT 2000 kann wahlweise über ein an der Buchse BU 2 anzuschließendes Steckernetzteil oder über den internen 9 V-Blockakku erfolgen. Hierbei nimmt das externe Steckernetzteil gleichzeitig die Aufladung des Akkus vor.

Über die Diode D 4 gelangt die Gleichspannung des externen 12 V-Steckernetzteils auf den Mittelkontakt (5) des Schalters S 1. Die Aufladung des Akkus 1 wird durch den Widerstand R 12 erreicht, wobei sich ein mittlerer Ladestrom von 5 mA ergibt.

Der Schalter S 1 verfügt über zwei Umschaltkontakte mit zusätzlicher Mittelstellung. In der mittleren Stellung ist der OTT

Bild 1: Schaltbild des Ordnungsschwellen-Tester+Trainer OTT 2000



2000 ausgeschaltet, wobei die Aufladung des internen Akkus auch in dieser Schalterstellung erfolgt, sofern das externe Netzteil angeschlossen ist.

In der im Schaltbild eingezeichneten Schalterstellung ist der OTT 2000 eingeschaltet. Gleichzeitig werden über den zweiten Schaltkontakt S1/1 auch die Anzeige-LEDs D 2 und D 3 mit der Betriebsspannung V_{cc} versorgt, d.h. zusätzlich zu dem akustischen Signal des Kopfhörers erfolgt eine optische Signalausgabe.

In der oberen im Schaltbild eingezeichneten Schalterstellung arbeitet der OTT 2000 hingegen nur mit der akustischen Ausgabe des Klick-Signals.

Mit dem Operationsverstärker IC 14 A und der Präzisions-Z-Diode D 5 erfolgt eine Stabilisierung der Versorgungsspannung. Durch IC 14 A wird die an der Z-Diode anliegende Referenzspannung von typ. 1,225 V auf ca. 5 V am Ausgang (Pin 1) verstärkt. Mit dem Längswiderstand R 26 und dem Elko C 27 werden Schwingneigungen des OPs unterdrückt, wo-

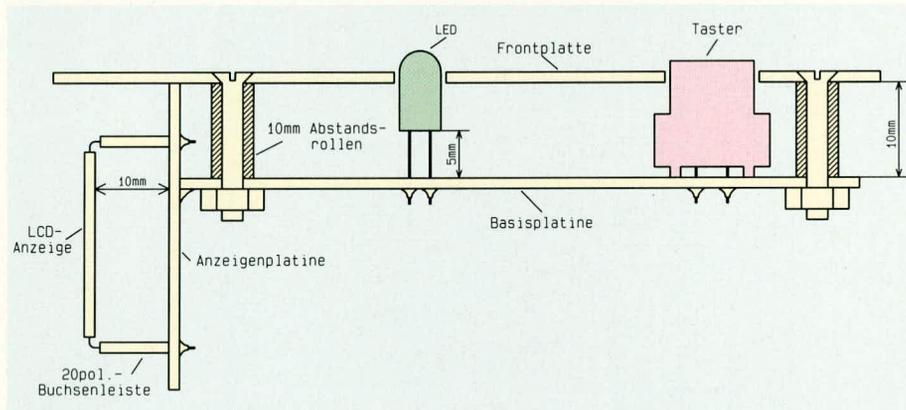


Bild 2 zeigt die Montageskizze des OTT-Chassis

bei gleichzeitig eine Pufferung erreicht wird.

Der zweite Operationsverstärker IC 14 B ist als Komparator geschaltet. Sobald die Eingangsspannung den kritischen Wert von ca. 6,8 V unterschreitet, wechselt der OP-Ausgang von Low- auf High-Pegel, wodurch in Verbindung mit der Exklusiv-Oder-Schaltung um IC 11 B die Low-Batt-Anzeige im Display erscheint.

Im Anschluß an diese ausführliche Schaltungsbeschreibung wenden wir uns nun dem Nachbau zu.

Nachbau

Die Schaltungstechnik des OTT 2000 wird auf zwei Leiterplatten aufgebaut. Bei der größeren, doppelseitig ausgeführten Platine mit den Abmessungen 190 mm x 106 mm handelt es sich um die Basisplatte, während die zweite sogenannte Anzeigenplatte einseitig ausgeführt ist und 190 mm x 50 mm mißt.

Wir beginnen den Nachbau mit der Bestückung der großen Basisplatte. In gewohnter Weise sind zuerst die passiven Bauelemente wie Widerstände, Dioden und Kondensatoren einzulöten. Die Position der einzelnen Bauelemente auf der Platine geht aus dem Bestückungsplan hervor, während Informationen über das einzubauende Bauelement in der Stückliste zu finden sind.

Die Elektrolyt-Kondensatoren sowie der Quarz Q 1 sind liegend einzubauen wie auch im Bestückungsdruck angegeben. Zur Erzielung einer optimalen mechanischen Festigkeit wird das Gehäuse des Quarzes mit der Leiterplatte verlötet (siehe auch Leiterplattenfoto).

Für die Codierbrücke JP 1 ist die Leiterplatte mit einer 3poligen Stiftleiste zu bestücken, die auf der Rückseite der Platine einzulöten ist. Nachdem auch die Taster TA 1 und TA 2 und die Lötösen ST 5 bis ST 7 eingesetzt sind, werden sämtliche Halbleiter eingebaut. Abschließend sind die LEDs (D 1 bis D 3) mit einem Abstand von 5 mm

der Anzeigenplatte einzustecken. Alsdann wird die Anzeigenplatte an die Basisplatte gehalten, so daß beide zuvor eingesteckten Lötstifte in ganzer Länge auf der Bestückungsseite der Basisplatte aufliegen. Beide Platinen sind zunächst nur durch zwei Punktlötungen rechts und links zu verbinden. Sofern nun die zusammengehörenden Leiterbahnpaare exakt miteinander fluchten und an der Stoßstelle der Leiterplatten kein erkennbarer Spalt besteht, und vor allem auch ein rechter Winkel zwischen beiden Platinen vorliegt, können sämtliche Verbindungspads miteinander verlötet werden.

Es folgt das Einlöten der beiden quadratischen 19 mm großen Platinenabschnitte jeweils an der Außenseite von Basis- und Anzeigenplatte zur Erhöhung der Stabilität zwischen den beiden Platinen.

Alsdann ist der Akku auf der Unterseite der Basisplatte mit zwei Kabelbindern zu befestigen. Hierzu sind die Kabelbinder zuerst durch die Bohrungen der Basisplatte zu führen und um den Akku zu legen, der sich auf der Unterseite mit den Anschlußkontakten zur Anzeigenplatte weisend, befindet. Durch Festziehen der Kabelbinder wird der Akku fixiert. Der Batterieclip ist an die Lötösen ST 1 (rote Leitung) und ST 2 (schwarze Leitung) anzulöten und auf den Akku aufzustecken.

Die 3,5 mm Klinkenbuchsen für Kopfhörer und Spannungszuführung sind jeweils über drei 100 mm lange Verbindungsleitungen mit den entsprechenden Lötstiften zu verbinden. Zur Verkabelung der Buchsen dient eine flexible Litze mit 0,22 mm² Querschnitt. Welcher Lötstift mit welchem Anschlußpunkt der Buchse zu kontaktieren ist, geht aus dem Schaltbild hervor.

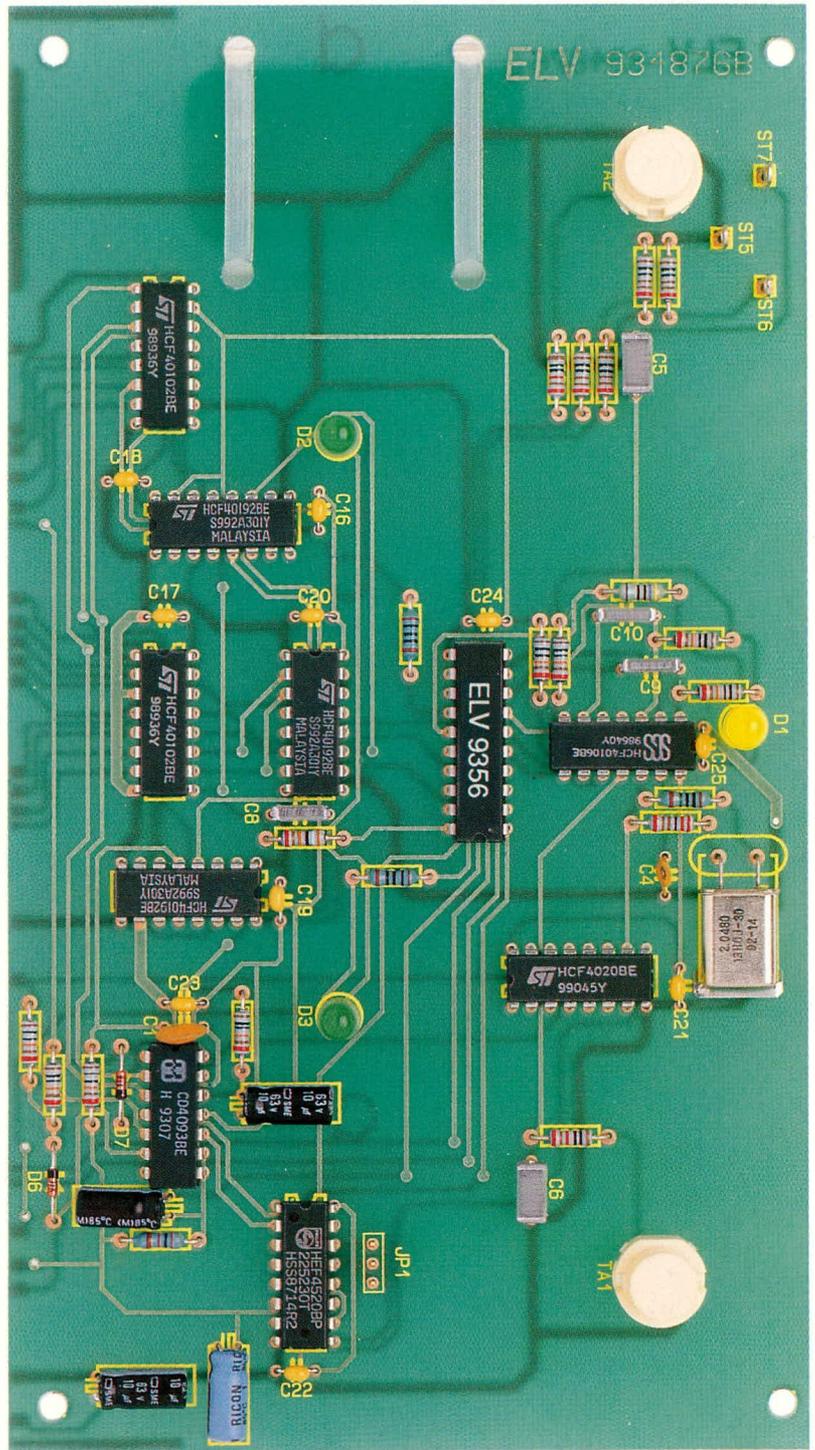
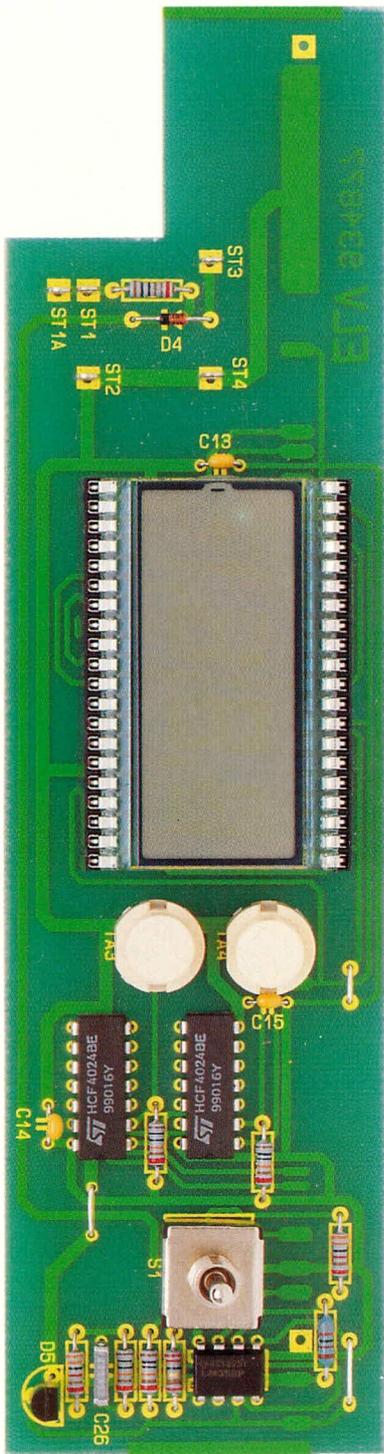
Anschließend ist das Display vorsichtig in die Buchsenleiste der Anzeigenplatte einzustecken, wobei möglichst kein Druck mittig auf das Display auszuüben ist. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Markierung des Displayrandes zu den Lötösen weist. Die Einbaulage des Displays ist unter anderem auch zu erkennen, wenn das Display leicht schräg gegen das Licht betrachtet wird.

Nachdem das Chassis des OTT 2000 fertiggestellt ist, können wir uns dem Gehäuseeinbau zuwenden.

Gehäuseeinbau

Zuerst wird das Chassis mit der Frontplatte verbunden, wie es aus Abbildung 2 hervorgeht. Die Verschraubung erfolgt mit vier M3 x 20 mm Senkkopfschrauben und Muttern, wobei zwischen Frontplatte und Basisplatte jeweils eine 10 mm lange Abstandsrolle einzulegen ist.

Alsdann werden die Kopfhörerbuchse



Stückliste: Ordnungsschwellen-Tester+Trainer

Widerstände:

- 22Ω R26
- 100Ω R19, R20
- 470Ω R2
- 1kΩ R13 - R16, R21
- 2,2kΩ R10
- 8,2kΩ R33
- 10kΩ R8, R9
- 33kΩ R28, R34
- 82kΩ R25
- 100kΩ R1, R6, R7, R17, R18, R22, R23, R27, R29 - R32

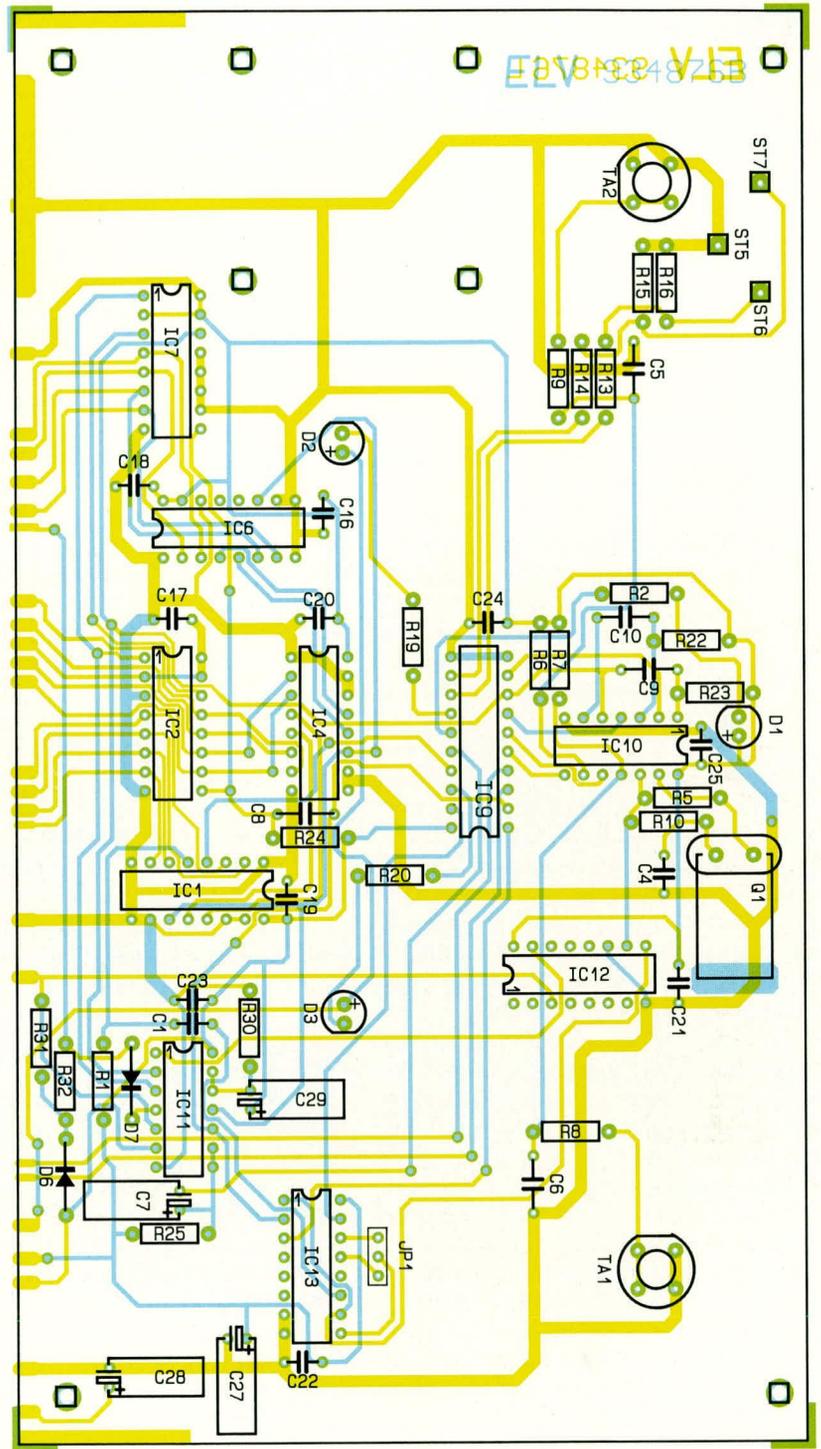
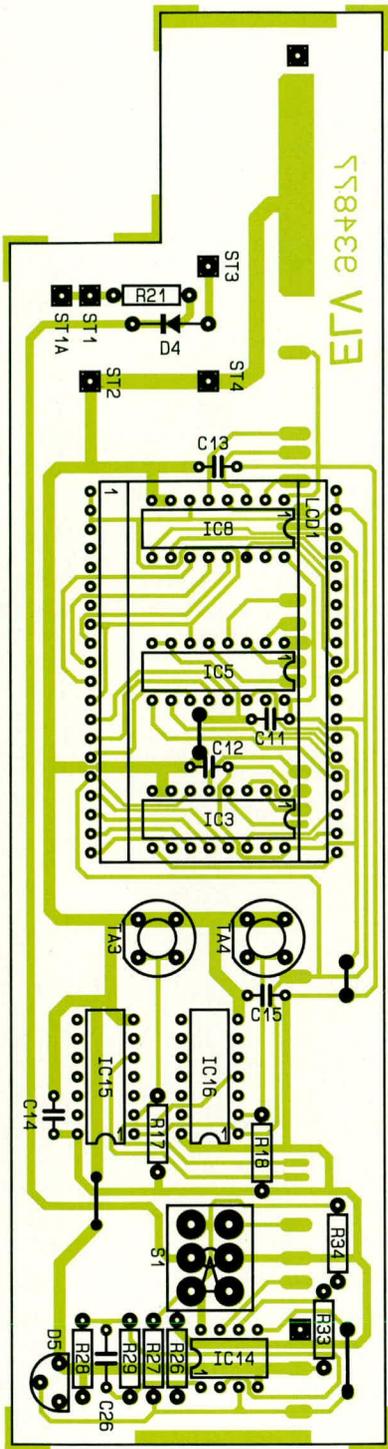
- 390kΩ R24
- 10MΩ R5

Kondensatoren:

- 4,7pF C4
- 270pF C1
- 1nF C8
- 10nF C9, C10, C26
- 100nF/ker C11 - C25
- 100nF C5, C6
- 10µF/25V C7, C28, C29
- 100µF/16V C27

Halbleiter:

- ELV9356 IC9
- CD4020 IC12
- CD4024 IC15, IC16
- CD4093 IC11
- CD40102 IC2, IC7
- CD40106 IC10
- CD40192 IC1, IC4, IC6
- CD4520 IC13
- CD4543 IC3, IC5, IC8
- LM358 IC14
- LM385 D5
- 1N4148 D4, D6, D7
- LED, 5mm, gelb D1



578432 V13

578432 V13

LED, 5mm, grün..... D2, D3

Sonstiges:

- Quarz, 2,048MHz..... Q1
- 2 Stiflleisten, 20polig
- 1 LCD Display, 3,5stellig
- 1 Miniatur-Kippschalter, 2 x um + 0
- 4 Print-Taster D6
- 1 Klinkenbuchse, Printmontage, stereo
- 1 Klinkenbuchse, Printmontage, mono
- 8 Lötstifte mit Lötöse
- 1 Jumper
- 1 Stiflleiste, abgewinkelt, 1 x 3polig

- 2 Platinen-Befestigungsecken 19x19mm
- 2 Kabelbinder, 160mm
- 1 Batterieclip für 9V Block
- 120cm flexible Leitung, ST1 0,22mm²
- 1 TEKO-Pultgehäuse, gebohrt und bedruckt
- 4 Knippschrauben 2,9 x 6,5mm
- 4 Senkkopfschrauben M3 x 20mm
- 4 Muttern M3
- 1 Plexiglasscheibe
- 4 Distanzröllchen M3 x 10mm
- 4 Schaumstoff-Klebefüße
- 1 9V-Block-Akku

Fotos und Bestückungspläne der zwei im OTT 2000 verwendeten Leiterplatten

und die 12 V-Buchse für die Versorgungsspannung in das Gehäuseunterteil eingeschraubt, um im Anschluß daran auch das Chassis des OTT 2000 einzusetzen.

Nachdem die vier Knippschrauben zur Verbindung der Frontplatte mit dem Gehäuseunterteil eingeschraubt sind, ist der OTT 2000 fertiggestellt und kann seiner Bestimmung übergeben werden. **ELV**