

Elektronischer Rechner zum Selbstbau

2. Teil

Mechanischer Aufbau des Taschenrechners

Das Gerät ist untergebracht in einem zweiteiligen Aluminiumgehäuse (Bild 4). Das Unterteil trägt den Batteriehalter für die vier Mignonzellen, die zusammen 6 V liefern. Der Aus/Ein- und der Kommaschalter liegen an der Vorderseite. Im Gehäuseoberteil sind das Tastenfeld und die doppelseitig geätzte Platine montiert, die die übrigen Bauteile trägt. Auf

ihrer Bestückungsseite (Bild 5) ist unten der Taktgenerator angeordnet. Der Rechnerbaustein liegt zentral, benachbart von den Segment- und Katodentreibern. Darüber erkennt man die Lötanschlüsse der rückseitig montierten Anzeige. Das Tastenfeld ist eine geätzte Platine mit den in Bild 1 angegebenen inneren Verbindungen und 15 Ausgängen. Oberseitig ragen flache Drahtkontakte heraus, die von gewählten Metallplättchen, den

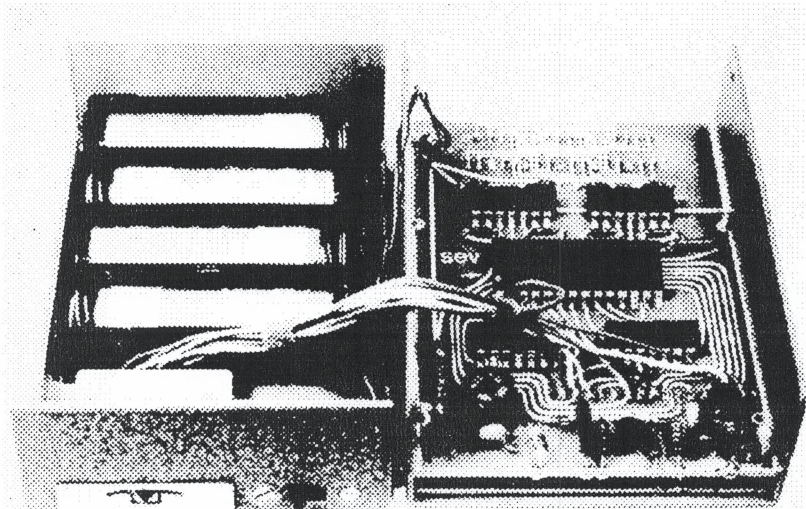


Bild 4. Der Taschenrechner aufgeschlüsselt: Links Unterteil mit Batterien und Schaltern, rechts Oberteil mit bestückter Platine

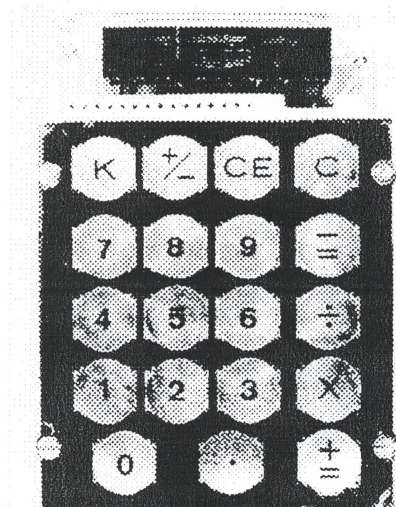


Bild 5. Lötseite der Platine mit eingelöteter Anzeigeeinheit und montiertem Tastenfeld

Tasten, überdeckt sind. Beim Durchdrücken eines Plättchens, d. h. Betätigen der Taste, wird der Kontakt zwischen den Drahtenden hergestellt. Dank dieser neuartigen Bauweise hat das Tastenfeld eine Höhe von nur 2,5 mm. Die Anschlussfolge am Tastenfeld entspricht auch der Reihenfolge auf der Platine; beide sind im Abstand von 5 mm voneinander montiert und durch ein niedriges Flachkabel miteinander verbunden. Den Aufbau des Tastenfeldes und seine Lage unterhalb der Anzeige verdeutlicht Bild 6.

Hinweise für Zusammenbau und Inbetriebnahme

Die mit 0,8-mm-Löchern gebohrene Platine (Bild 7a, b) wird entsprechend Bild 8

– mit Ausnahme des Rechnerbausteins – bestückt. Bild 9 zeigt die Anschlussschemata der integrierten Schaltungen und der Anzeige, um das Verfolgen der Schaltungsanordnung zu erleichtern. Die Lötarbeiten an den schmalen Lötäugen erfordern natürlich ein feines Niederspannungs-Lötgerät und viel Sorgfalt. Flussmittel und Zinnmenge sollen knapp bemessen sein. Der Übertrager wird unter Zwischenlage eines Isolierplättchens auf der Platine festgedrückt (z. B. mit Uhu-plus) und durch eine M-2-Messingschraube zusätzlich fixiert. Alle Bauteile, an die zu beiden Seiten der Platine Leitbahnen führen, werden beidseitig verlötet. Die ober- und unterseitigen Anschlüsse für das Tastenfeld werden durch je eine eingelötete Drahtbrücke miteinander verbunden. Die Länge des Flachkabels zwischen Platine und Tastenfeld muß vor dem Verlöten exakt bemessen werden, damit beide Teile richtig übereinander liegen. Die Anzeigeelemente werden vor dem Einlöten fluchtend und ohne Zwischenraum ausgerichtet; sie sollen genau in den vorgesehenen Gehäusedurchbruch passen und nicht unter- oder überstehen. Das angelötete Tastenfeld kann nun nach Einsetzen der Schrauben für die Befestigung der Platine in das Gehäuse eingeschoben und durch einige Klebestellen befestigt werden.

Vor der Montage der Platine überzeugt man sich ohne eingelöteten Rechnerschaltkreis, daß beim vorsichtigen Anlegen der Versorgungsspannung erstens keine Ziffer leuchtet, zweitens der Taktgenerator Rechteckimpulse von etwa 250 kHz liefert, drittens die negative Versorgungsspannung unbelastet

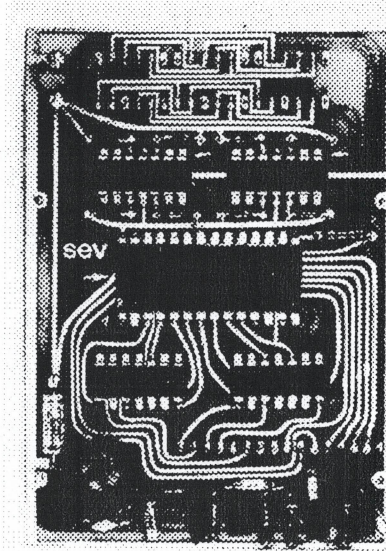


Bild 6. Ansicht der bestückten Platine

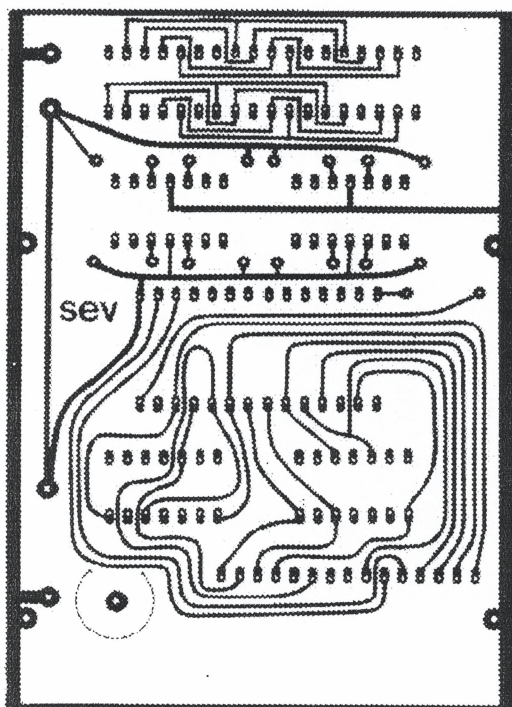
9...12 V beträgt und viertens die Stromaufnahme bei etwa 18 mA liegt. Nach Einlöten des Rechnerbausteins steigt die Stromaufnahme auf etwa 70 mA. An letzter Stelle muß nun eine Null erscheinen. Durch neunmaliges Drücken der „8“-Taste kontrolliert man, ob alle Ziffern und Segmente aufleuchten. Gegebenenfalls ist nach einer fehlenden Lötstelle oder einer Leitbahnunterbrechung zu suchen. Die maximale Stromaufnahme beträgt etwa 200 mA.

Nachdem die einwandfreie Arbeitsweise des Gerätes überprüft und die Platine montiert worden ist, verbindet

Tabelle 2.

Im Mustergerät verwendete Bauteile

- Halbleiter (Texas Instruments)*
 1 x TMS 0105 NC
 2 x SN 75491
 2 x SN 75492
 2 x BF 342
 2 x BC 101
 1 x RA 101
- Anzeige (Litronix, Vertrieb: Spezial Elektronik GmbH)*
 9 x Data Lit 33
- Tastenfeld (Texas Instruments)*
 1 x 1 KS 100
- Übertrager (Siemens)*
 Schalenkern 11 mm (φ x 7 mm; AL 150
 BN B 85517 – L 0150 – A 028
 n₁ = 40 Wdg., 0,2 Cnt.; n₂ = 50 Wdg., 0,2 Cnt.
- Stufenschalter (Constraves AG)*
 Typ M 010
- Ein vollständigerbausatz für das Gerät einschließlich ausführlicher Montageanleitung kann bezogen werden von der Firma Schwille Electronics.



◀ Bild 7a. Platine, Bestückungsseite

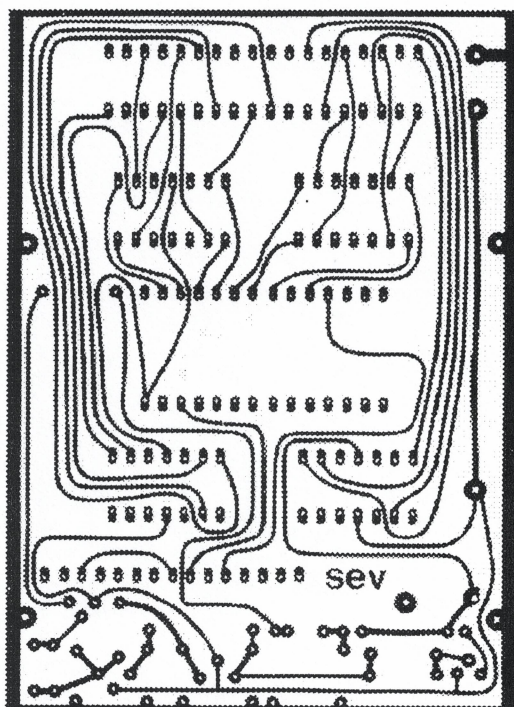


Bild 7b. ▶ Platine, Lötseite

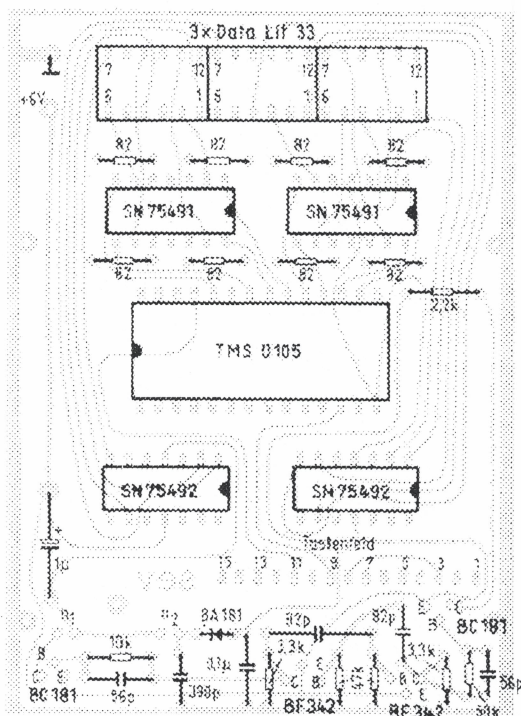


Bild 8. ▲ Einbelegung der integrierten Schaltungen und der Anzeige (von oben gesehen)

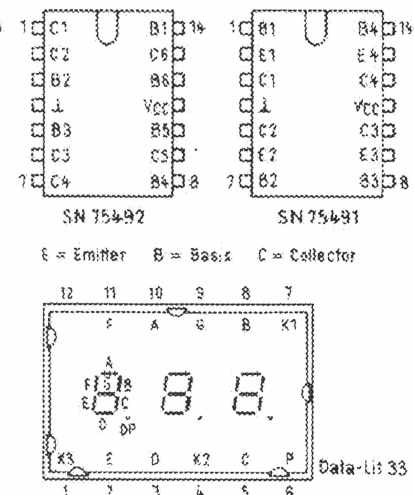
◀ Bild 8. Bestückungsplan

man den Kommaschalter durch dünne Litzen mit der Platine (vgl. Bild 4; die Anschlußfolge ist Bild 1 zu entnehmen). Wer sich neben dem Gleitkomma mit nur einer oder zwei Festkommapositionen begnügen will, kann einen einfachen Schiebeschalter mit zwei oder drei Schaltstellungen verwenden. Die Lage des

Kommas hängt dann davon ab, mit welcher Ziffer bzw. Taste der Schalter verbunden wird.

Nunmehr ist der Rechner betriebsbereit. Zur Schonung der Batterien soll nach Rechnungsende gleich abgeschaltet werden; rechtzeitiges Erneuern der Batterien ist wichtig, da unter 5 V Fehlerresultate entstehen. Bei Verwendung eines Netzgerätes soll die Versorgungsspannung wegen einer möglichen Überlastung der Anzeige unter 8 V bleiben. Vor Lötarbeiten ist das Netzgerät vorsorglich zur Vermeidung halbleiterschädlicher Fehlerströme stets abzutrennen.

(S. 703)



rate entstehen. Bei Verwendung eines Netzgerätes soll die Versorgungsspannung wegen einer möglichen Überlastung der Anzeige unter 8 V bleiben. Vor Lötarbeiten ist das Netzgerät vorsorglich zur Vermeidung halbleiterschädlicher Fehlerströme stets abzutrennen.

(S. 703)

Literatur

- [1] Bulletin CB 143 von Texas Instruments sowie weitere Firmenunterlagen.
- [2] Hürung, H.: Ein Taschenrechner zum Selbstbau. ELEKTRONIK 1972, Bd. 21, H. 8, S. 368.
- [3] Bürgel, E.: Aufbau und Wirkungsweise eines Taschenrechners. ELEKTRONIK Bd. 21, H. 2, S. 37; H. 3, S. 88; H. 4, S. 121.

(Fortsetzung folgt)

Elektronischer Rechner zum Selbstbau Tischmodell für Netzbetrieb

Martin Pfnür

Bei dem in den beiden vorausgehenden Heften beschriebenen Taschenrechner wurde besonderes Augenmerk auf geringes Gewicht und kleine Abmessungen gerichtet. Dafür waren einige Kompromisse hinsichtlich der Bequemlichkeit beim Arbeiten mit dem Gerät notwendig. In der Praxis wurden folgende ungünstige Eigenschaften des Taschenrechners erkannt:

1. Die LED-Anzeige ist wegen ihrer Kleinheit und Kontrastschwäche bei hellem Licht schwer abzulesen.
2. Zur Schonung der Batterie soll der Rechner auch während kürzerer Pausen abgeschaltet werden; ein festgehaltenes Ergebnis geht damit natürlich verloren. Die Batterien sind laufend zu überwachen.
3. Die Oberfläche des Tastenfeldes ist nicht unterteilt; es ist daher ungeeignet für blindes Bedienen, wie es bei routinemäßigem Arbeiten die Regel ist.

Diese Mängel haften dem Tischmodell des elektronischen Rechners nicht an. Da die einschränkende Forderung nach geringen Abmessungen entfällt, wurde als hervorstechendes Merkmal die Anzeige vergrößert und übersichtlicher gestaltet. Sie besteht aus neun nebeneinander montierten, hellgrün fluoreszierenden 7-Segment-Leuchtzifferröhren. Die Ziffern selbst sind 12 mm hoch und bieten auch bei heller Beleuchtung noch ausreichenden Kontrast. Für die Tastatur dient ein komfortableres Modell mit leichtgängigen Drucktasten und einer Edelstahlabdeckung. Diese Änderung wurde übrigens auch beim Taschenrechner vorgenommen. Die K-Taste ist bereits als Schiebeschalter ausgebildet. Da für das Tischmodell nur Netzbetrieb vorgesehen ist, entfällt auch die Sorge um die Batterien. Die Abmessungen des fertigen Gerätes, das in Bild 1 dargestellt ist, betragen 200 mm × 130 mm × 37 mm. Dank der geringen Bauhöhe ist eine bequeme, ermüdungsarme Bedienung möglich.

Die Schaltung

Wie der Taschenrechner, enthält auch der Tischrechner den MOS-Schaltkreis TMS 0105 NC. Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise beider Modelle sind daher gleich. Die Gesamtschaltung des Tischgerätes ist in Bild 2 gezeigt. Im fol-

Nachdem wir in den letzten beiden Heften über den Selbstbau eines Taschenrechners berichteten, bringen wir nachstehend die Bauanleitung eines Tischrechners, der gegenüber dem erstgenannten Modell entscheidende Vorteile aufweist. Damit verbunden ist auch ein höherer Aufwand. Trotzdem ist der Bausatz nur unwesentlich teurer.

genden werden nur die abgeänderten Schaltungsteile, also der Anzeigeteil und die Stromversorgung, näher erklärt.

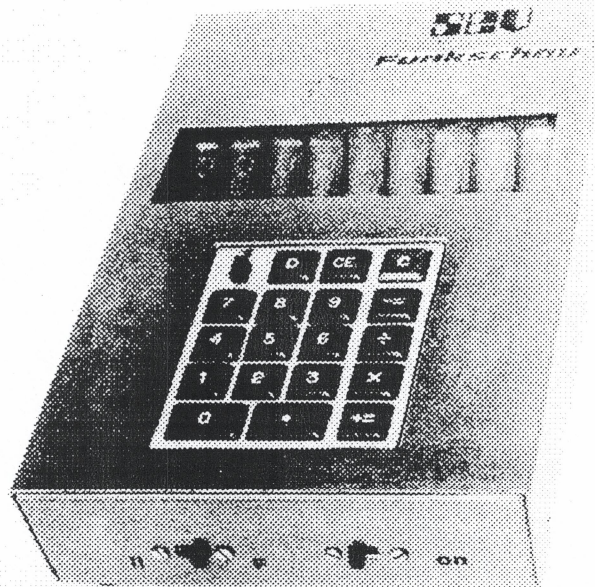
Die Anzeige

Für die Anzeige wurden wegen ihrer übersichtlichen Ablesbarkeit die Leuchtzifferröhren DG 12 H (Itron, Japan) gewählt, die nach dem Prinzip der Braun-schen Röhre arbeiten. Von der direkt geheizten Katode (0,8 V/85 mA) emittierte Elektronen passieren ein Gitter und treffen auf den Leuchtschirm, der hier in acht Felder (sieben Segmente + Dezimalpunkt) mit separaten Anschlüssen unterteilt ist. Das System ist untergebracht in einem Glaskolben von 13,5 mm Durchmesser.

Die Beschleunigungsspannung zwischen Katode und Leuchtschirm richtet

sich bei Impulsbetrieb nach dem Tast-verhältnis. Bei der kurzen hier vorliegenden Impulslänge von etwa $1/15$ der Periodendauer ist zur Erzielung einer ausreichenden Helligkeit die maximal zulässige Spannung von 50 V erforderlich. Da die Katoden (Heizer) aller Röhren gemeinsam auf -50 V festliegen, muß die Hell-/Dunkelsteuerung der einzelnen Röhren durch wechselndes Gitterpotential erfolgen: Die Röhre ist gesperrt, wenn das Gitter auf Katodenpotential liegt; sie leuchtet, wenn es Segmentpotential annimmt. Die Gitter werden gesteuert durch Treiberstufen, bestehend aus je einem Transistor BC 177 und einer vorgeschalteten Komplementärstufe mit dem Typ BC 107, die auch die Anpassung an die MOS-Schaltung besorgt. Ähnlich wie die Gittertreiber

Bild 1. Ansicht des fertigen Tischrechners



sind auch die Treiberstufen für die Segmente aufgebaut. Integrierte Treiber sind wegen der hohen Betriebsspannung und der zu starken Belastung der MOS-Ausgänge nicht verwendbar.

Die Arbeitsweise der seriellen Abtastung wurde bei der Beschreibung der LED-Anzeige eingehend erläutert. Von den Segmentausgängen SA...SP des

Rechnerschaltkreises ausgehende positive Impulse öffnen die im Ruhezustand gesperrten Treibervorstufen und damit auch die Treiber, die über die zugehörigen Segmente Strom fließen und diese aufleuchten lassen. In gleicher Weise werden auch die Gitter gesteuert: jeder positive Impuls von D1...D8, D11 des MOS-Bausteines öffnet für die Dauer

seiner Länge das zugehörige Transistorpaar, wobei das Gitterpotential von etwa -45 V auf +6 V springt und ein kurzes Aufleuchten der Röhre, d. h. der momentan stromführenden Segmente bewirkt. Der darauffolgende Steuerimpuls macht dann die nächste Röhre bei gegebenenfalls geänderter Segmentkombination stromführend usw.

Die Widerstände R7...R14 und R31 bis R39 belasten die MOS-Ausgänge in vorgeschriebener Weise, während die Basisvorwiderstände R15...R22 und

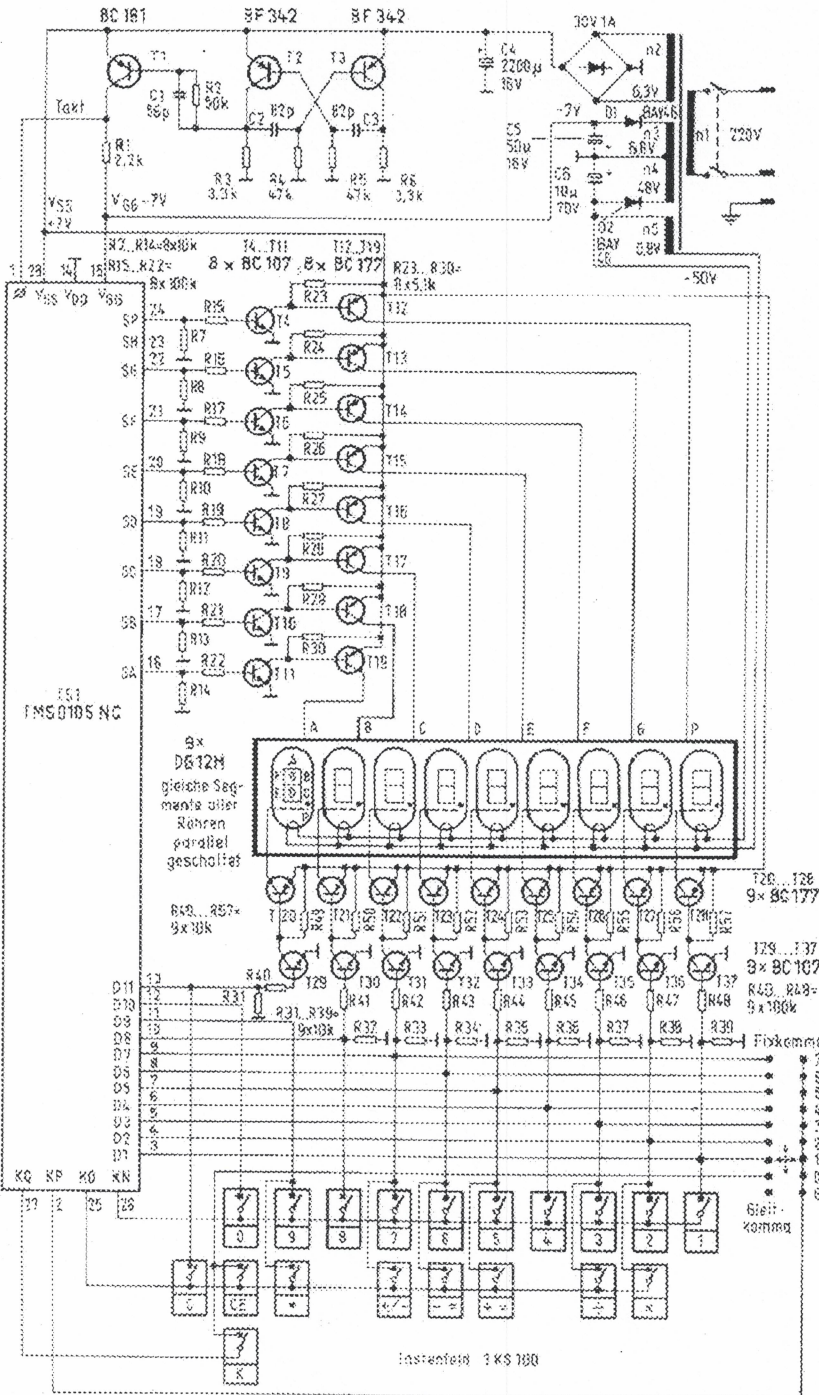


Bild 2. Gesamtschaltung des Treiberschaltkreises

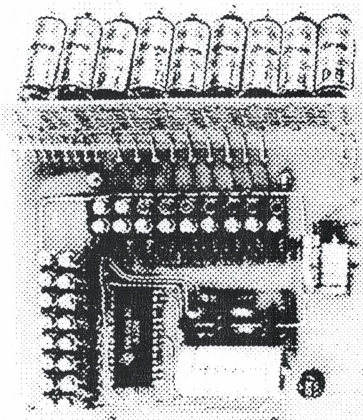


Bild 3. Bestückte Hauptplatine mit abgewinkelter Anzeigeeinheit

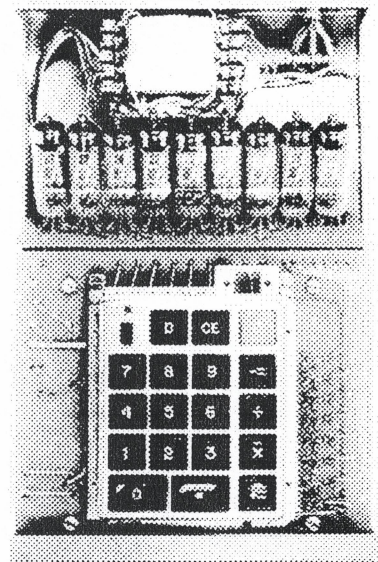
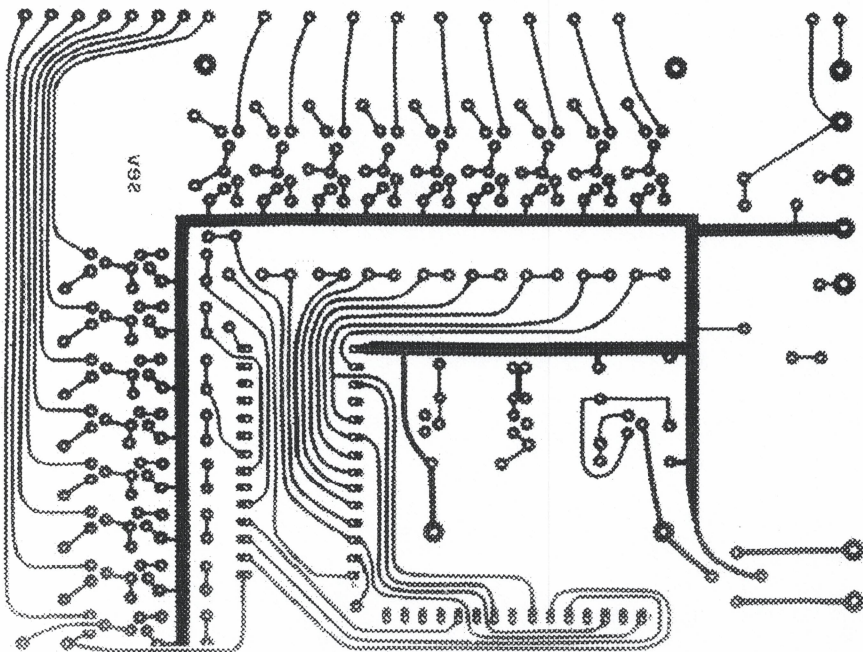
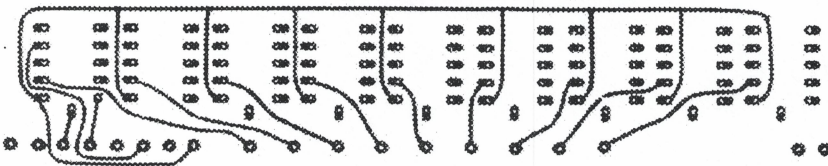
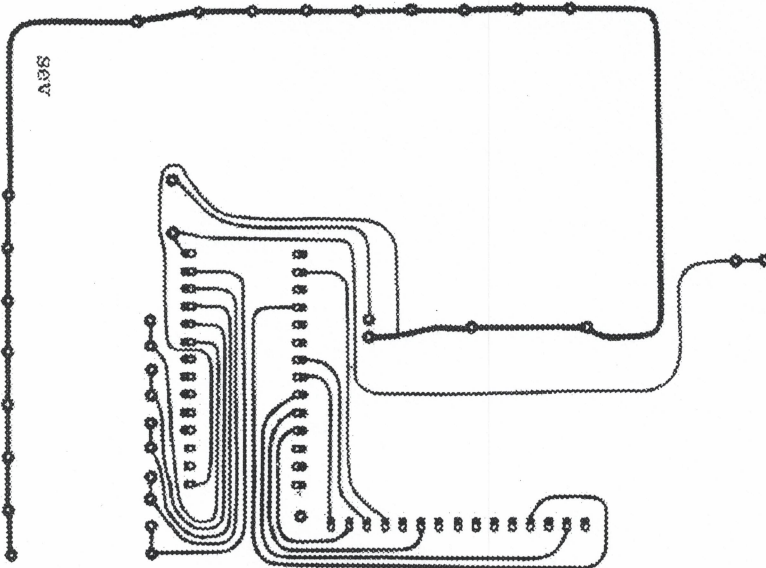
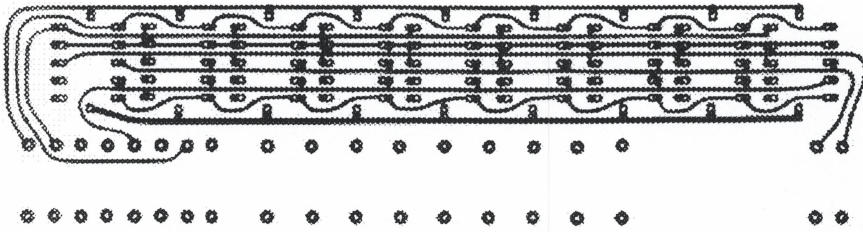


Bild 4. Gehäuse-Unterteil mit fertig montiertem Rohrer. Man erkennt die Hauptplatine mit aufmontiertem Tastenfeld und abgewinkelter Anzeigeeinheit. Dahinter liegt der Netzteilm. Vorne links der Nummernschalter, rechts der Nullschalter



R 40...R 46 die Transistorströme begrenzen.

Der Netzteil

Dank des relativ weiten Bereiches der zulässigen Versorgungsspannungen von 6...8 V für den MOS-Schaltkreis und der ebenso wenig kritischen Spannungen für Treiberstufen und Anzeigeröhren ist eine Stabilisierung entbehrlich. Ein M-42-Transformator liefert die erforderliche Leistung. Die negative Speisespannung V_{GG} für den Rechnerschaltkreis wird nicht mehr aus den Rechteckimpulsen, sondern aus einer getrennten Wicklung gewonnen. Der Schaltenteil zur Erzeugung der 50-V-Beschleunigungsspannung ist so bemessen, daß diese nach dem Einschalten ihre volle Höhe erst erreicht, wenn die Speisespannungen bereits am Rechnerschaltkreis anliegen; andernfalls können Funktionsstörungen (z. B. ausbleibende Vornullunterdrückung, keine Rechenmöglichkeit u. a.) oder gar Schäden an der integrierten Schaltung auftreten. Beim

◀ Bild 5a. Platine Bestückungsseite (beim Anzeigeteil Lötseite)

◀ Bild 5b. Platine Lötseite (beim Anzeigeteil Bestückungsseite)

Experimentieren ist dies besonders zu beachten.

Aufbau des Gerätes

Das Gerät ist in einem zweiteiligen Aluminiumgehäuse untergebracht, dessen Abmessungen wesentlich durch die Anzeige und die Tastatur bestimmt sind. Die Bauteile sind auf zwei getrennten Platinen untergebracht. Die Hauptplatte ist von der Unterseite her bestückt. Sie enthält zentral angeordnet die integrierte Rechnerschaltung; darüber liegen die Treiberstufen für die Gitter, seitlich davon die Segmenttreiber bzw. der Taktgenerator und die Stromversorgung. Dadurch ergeben sich kurze Leitungswege mit geringer gegenseitiger Beeinflussung. Auf der Oberseite (Lötseite) ist die Tastatur durch vier Schrauben befestigt und durch ein 15adriges Kabel mit den entsprechenden Anschlüssen der Hauptplatte verbunden (Bild 5a).

Die Anzeigeplatte trägt, ohne Zwischenraum montiert, die neun Anzeigeröhren. Sie ist durch Drahtbrücken mit der Hauptplatte verbunden und um 60° nach

unten geknickt. Der sich daraus ergebende Neigungswinkel der Anzeigeebene von 30° gegen die Horizontale erleichtert das Ablesen der Ziffern.

Der Netztransformator findet wegen seiner Höhe hinter der Anzeige Platz. Wer das Gerät mit Batterien betreiben will, kann statt dessen hier fünf Babyzellen und einen DC-Wandler unterbringen. Netz- und Kommaschalter sind an der Gehäusevorderseite angeordnet.

Was beim Taschenrechner über den Umfang des Kommaschalters gesagt wurde, gilt auch hier. Die am Tastenfeld vorhandene Taste „D“ ist ursprünglich für einen anderen Zweck vorgesehen (beim Taschenrechner als Besonderheit Löschung der Anzeige während Rechenpausen und erneutes späteres Sichtbarmachen zwecks Stromersparung) und hier nicht belegt. Sie kann aber nach einer geringfügigen Leiterbahnänderung am Tastenfeld entsprechend Bild 2 für die Vorzeichenumkehr „+/-“ herangezogen werden. Für das Metallgehäuse ist Schutzerdung vorgeschrieben.

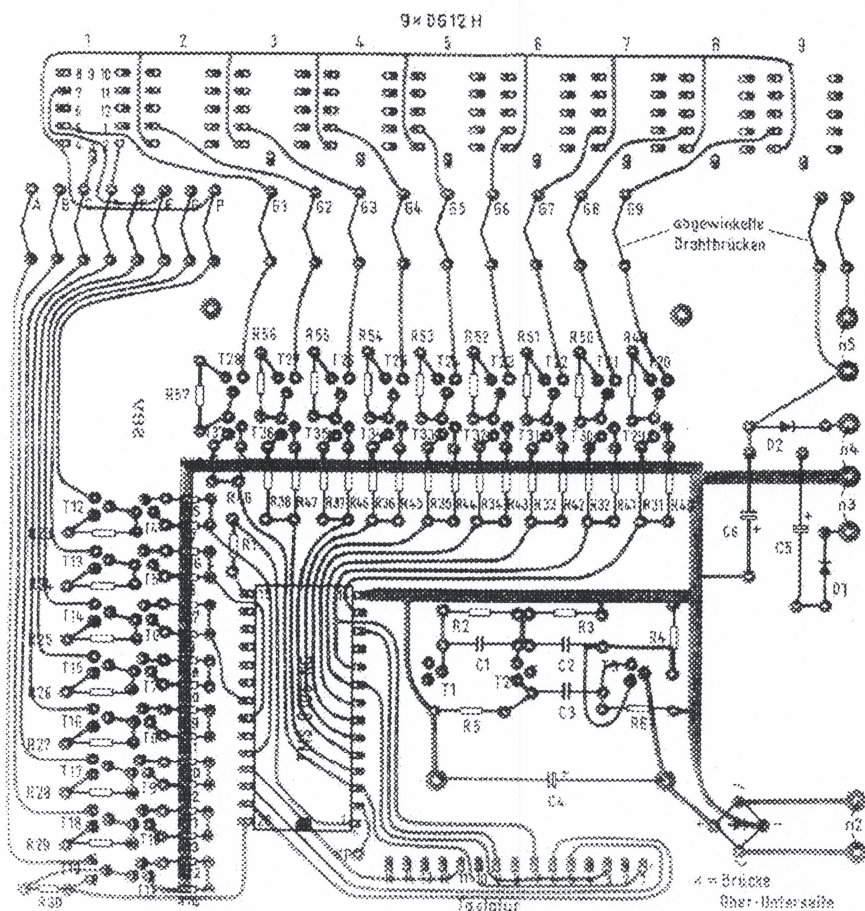
Hinweise für Zusammenbau und Inbetriebnahme

Zunächst trennt man entlang der gestrichelten Linie die Anzeigeplatine von der Hauptplatine ab (Bild 5a, b). Das weitere Vorgehen ist nun ähnlich wie beim Taschenrechner. Die Hauptplatine wird entsprechend Bild 6 bestückt, wobei die Rechner-IC vorsorglich erst später nach einer Spannungskontrolle eingesetzt werden soll. Die Widerstände werden teils liegend, teils stehend, vor den Transistoren eingelötet. Die Anzeigeplatine ist im Gegensatz zur Hauptplatine von der Oberseite her bestückt; es ist darauf zu achten, daß die Röhren senkrecht und fluchtend ausgerichtet sind und die Ziffern auch bei unterschiedlichen Kolbenlängen auf gleicher Höhe über der Platine stehen. Der Abstand Kolbenboden-Platine beträgt im Mittel 5 mm. Durch Drahtbrücken wird die montierte Anzeigeplatine mit der Hauptplatine verbunden und dann um 60° nach unten abgewinkelt. Zur leichteren Kontrolle der Schaltung ist die Pinbelegung der Anzeigeröhren in Bild 7 gezeigt.

Nach provisorischem Anschluß des Netztransformators überzeugt man sich, ob alle Spannungen die gewünschten bzw. etwas höher liegende Leerlaufwerte haben und der Taktgenerator Rechteckimpulse liefert (Y-Eingang des Oszillografen an R 1). Erst dann werden die Rechner-IC eingelötet und das Tastenfeld angeschlossen, wobei man die beim Taschenrechner gegebenen Hinweise auch hier beachtet.

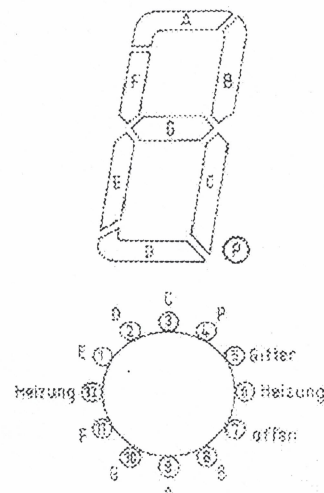
Der Rechner sollte nun funktionsfähig sein. Beim Anlegen der Netzspannung muß die letzte Null aufleuchten. Durch neunmaliges Drücken der 8-Taste prüft man, ob alle Ziffern und Segmente ordnungsgemäß erscheinen. Gegebenenfalls ist nach einer Unterbrechung, einer fehlenden Lötstelle oder einer Zinsbrücke zu suchen. Eine nochmalige Kontrolle der Spannungen soll jetzt folgende Werte erbringen: V_{2k} lastabhängig + 6,8...7,4 V; V_{GG} - 6,5...7,1 V; Heizspannung 0,75...0,85 V; Beschleunigungsspannung - 45...52 V. Nach einer Funktionskontrolle der Schaltung durch Ausführung einiger Rechnungen kann nun die Montage in das mit den erforderlichen

Durchbrüchen und Bohrungen versehene Gehäuse stattfinden. Die Hauptplatine ist durch vier Bolzen im Abstand von 24 mm über dem Gehäuseboden fixiert, während die Anzeigeplatine freitragend durch die Drahtbrücken gehalten wird. Vor der Befestigung der Platine werden die Verbindungen zum Komma- und Netzschalter hergestellt. Das Einblickfenster im Gehäusedeckel wird zur Erhöhung des Kontrastes mit grüner Transparenzfolie hinterklebt.



◀ Bild 6. Bestückungsplan

▼ Bild 7. Pinbelegung der Anzeigeröhren (von unten gesehen)



Zum Abschluß noch ein Hinweis zum Taschenrechner. Die Praxis hat eine einfache und sichere Methode zur Überprüfung der Batteriespannung erbracht: Man teilt eine durch sieben teilbare Zahl durch sieben. Bei ausreichender Spannung erscheint das richtige Ergebnis. Alle anderen Operationen werden dann auch korrekt ausgeführt. Bei einem Fehleresultat ist die Batterie zu erneuern. Um mehr Spannungsreserve zu haben, kann eine fünfte Mignonzelle hinzugefügt werden: man erreicht dadurch gleichzeitig ein helleres Leuchten der LED-Anzeige.

Im Mustergerät verwendete Spezialteile
(soweit nicht beim Taschenrechner bereits beschrieben)

Halbleiter (Siemens)

17 × BC 107 } oder entsprechende
17 × BC 177 } Plastiktypen
2 × MAY 96

Anzeigeröhren (Neumüller GmbH, München)
9 × DG 12 H

Tastenfeld (Texas Instruments)
6 K8 100

Netztransformator
M 42/15 o. L.

Primär:

$n_1 = 4900$ Wdg., 0,09 mm CuL

Sekundär:

$n_2 = 157$ Wdg., 0,45 mm CuL

$n_3 = 167$ Wdg., 0,1 mm CuL

$n_4 = 1230$ Wdg., 0,1 mm CuL

$n_5 = 21$ Wdg., 0,6 mm CuL

Ein Bausatz ist bei der Fa. Schwiller Electronics erhältlich.