

# Junior-Computer

## Ein ausgewachsener Computer für den Anfang

Nicht ohne Stolz stellt Elektor in diesem Monat den Junior-Computer vor. Junior in den Abmessungen, aber erwachsen in den Möglichkeiten. Ein System für viele Anwendungen, vom Selbststudium bis zur Prozeßsteuerung. Auch der Preis ist attraktiv: "spielfertig" ungefähr 450 DM. Der versierte Hobbyelektroniker wird sicherlich noch einiges sparen können (vorhandenes Netzteil, eigenes Gehäuse, Tastenbeschriftung mit Abreibe-Buchstaben u.a.). Die ausführliche Beschreibung des Systems wird in Buchform erscheinen. Sie würde in Elektor zuviel Platz einnehmen; eine Artikelreihe mit 12 Teilen strapaziert nicht nur ungeduldige Leser. Den mit Mikrocomputern bereits vertrauten Lesern mag die Beschreibung vielleicht zu einfach vorkommen. Andererseits ist es für den Newcomer auf diesem Gebiet nicht einfach, sich einen Weg durch den Dschungel der Computer-Terminologie zu bahnen. Hier soll die kurze, aber deutliche Schaltungsbeschreibung dem interessierten Elektor-Leser die Konzeption des "Juniors" näherbringen.

Von besonderem Interesse ist das umfangreiche Softwareangebot für den Junior-Computer. Dank seiner weitverbreiteten CPU gibt es bereits hunderte von Programmen, von kleinen Spielen bis zum kompletten PASCAL-Compiler (PASCAL ist die Sprache der Zukunft und wird BASIC verdrängen), mit denen jeder, vom Laien bis zum Fachmann, arbeiten kann und viele in den nächsten Jahren arbeiten werden. Dieser Artikel enthält die Beschreibung der Arbeitsweise und des Aufbaus des Junior-Computers. Weitergehende Information, vor allem über das Programmieren und Programme, enthalten zwei Taschenbücher: Junior-Computer-Buch Teil 1 und Teil 2. Teil 1 ist bereits auf dem Weg zur Druckerei. Der zweite Teil vertieft die Kenntnisse des Programmierens und erscheint etwas später. Weiter ist noch ein Teil 3 geplant, der wichtige Hardware-Ergänzungen, wie Video-Interface mit Keyboard (Terminal), Massenspeicher und weitere Programme enthält. Damit wächst Junior zum Senior heran. Wir wünschen viel Erfolg mit dem Junior-Computer!

Für viele Hobby-Elektroniker ist ein Computer eine Platine mit vielen ICs und im übrigen eine Sache, aus der man nicht so recht schlau wird. Dabei handelt es sich um ein eigentlich gar nicht so kompliziertes Gerät. Der Interessent sieht sich aber zwei Problemen gegenüber: Zum einen fehlt oft eine gute Anleitung, die den Einstieg in diese Technik wesentlich erleichtern würde, und zum anderen spielen die Kosten eine Rolle. Nicht jeder ist bereit oder in der Lage, einen stattlichen

Betrag auf den Tisch zu legen, um sich einen Computer anzuschaffen und programmieren zu lernen. Nun hat Elektor die Initiative ergriffen und hilft, diese zwei Hürden zu überwinden: Der hier vorgestellte Computer eignet sich besonders gut für den Selbstunterricht. Eine umfassende und deutliche Anleitung versetzt auch den Anfänger in die Lage, sich Schritt für Schritt in die Computertechnik einzuarbeiten. Das ist die erste Hürde. Auch die finanzielle Seite wurde berücksichtigt; der Junior-Computer ist trotz seiner Vielseitigkeit sehr preiswert.

Obwohl der gesamte Computer hauptsächlich auf nur einer Platine untergebracht ist, bietet er eine reichhaltigere Ausstattung, als man auf den ersten Blick vermuten könnte. Besonders wurde darauf geachtet, die Bedienung für den (angehenden) Computer-Amateur so einfach wie möglich zu halten. Aber auch den Fortgeschrittenen wird die Vielzahl der Erweiterungsmöglichkeiten zufriedenstellen. Dieser Artikel beschränkt sich auf den Aufbau des Junior-Computers und eine kurze Einführung in seine Arbeitsweise; eine ausführliche Beschreibung der Programmierung und der Arbeit mit diesem Gerät würde bei weitem den Rahmen eines Heftes sprengen. Der interessierte Leser kann also schon mit dem Aufbau des Computers beginnen und sich später das Junior-Computer-Buch anschaffen, in dem ausführlich auf die Software eingegangen wird.

Diejenigen Leser, die schon einige Erfahrungen mit Computern sammeln konnten, finden in Tabelle 1 die wichtigsten Daten des Junior-Computers. Wer mit diesen Angaben (noch) nicht viel anfangen kann, darf sie getrost überschlagen; in dem Buch werden alle Einzelheiten noch einmal ausführlich angesprochen.

### Das Blockschaltbild

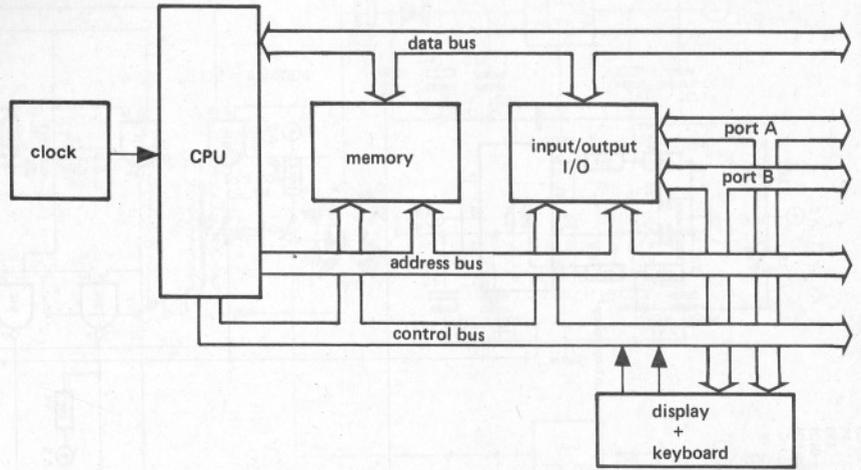
Um die Zusammenhänge ein wenig anschaulich zu machen, ist in Bild 1 ein einfaches Blockschaltbild des Junior-Computers dargestellt.

Tabelle 1

1

**Die wichtigsten Daten des Junior-Computers:**

- Einplatinen-Computer
- in Maschinensprache programmierbar (Hexadezimal-Kode)
- Mikroprozessor Typ 6502
- 1-MHz-Takt
- 1024 x 8 bit Monitor in EPROM
- 1024 x 8 bit RAM
- PIA Typ 6532 mit 2 I/O-Ports, 128 Byte RAM und programmierbarem Timer
- 6-stelliges Display mit 7-Segment-Anzeigen
- hexadezimale Tastatur mit 23 Tasten:
  - 16 Tasten zur Zeicheneingabe und
  - 6 Tasten mit Doppel-Funktion
  - 1 Taste mit Dreifach-Funktion



80089 - 1

**Funktionstasten (Normal Mode)**

- + : Erhöhen der angezeigten Adresse um eins
- DA : Eingabe von Daten
- AD : Eingabe einer Adresse
- PC : Aufruf des letzten Stands des Programmzählers
- GO : Starten des Programms ab der angezeigten Adresse
- ST : Programmunterbrechung über NMI
- RST : Aufruf des Monitor-Programms
- STEP-Schalter : schrittweises Abarbeiten eines Programms mit der GO-Taste

**Funktionstasten (Editor-Mode über ST)**

- INSERT : Einfügen einer Instruktion vor die angezeigte Zeile
- SKIP : Sprung zur folgenden Instruktion
- SEARCH : Aufsuchen eines bestimmten Labels
- INPUT (GO) : Einfügen einer Instruktion hinter die angezeigte Zeile
- DELETE : Löschen der angezeigten Instruktion

**Weitere Möglichkeiten:**

- Debugging : Alle internen Register können auf dem Display dargestellt werden.
- Hex-Editor : Ein Label wird durch eine Hexadezimalzahl gekennzeichnet. JMP, JSR und Branch-Anweisungen arbeiten mit einem Label.
- Hex-Assembler: Ersetzen einer Labelnummer durch eine tatsächliche Adresse oder einen Offset.
- Branch : Berechnung der Sprungweite (Offset) bei Sprunganweisungen.

**Verwendungsmöglichkeiten:**

- SC/MP-Bus kompatibel
- für viele Aufgaben ausbaufähig
- einsetzbar als 6502-CPU-"Karte"
- Lern-Computer für Anfänger
- vielseitig einsetzbar zur Prozeßsteuerung

**Erweiterbar mit:**

- Elekterterminal
- Kassetten-Interface
- Video-Interface
- BASIC und PASCAL
- Interface für Metallpapier-Drucker
- Assembler, Disassembler, Editor

Bild 1. Die Blockschaltung des Junior-Computers.

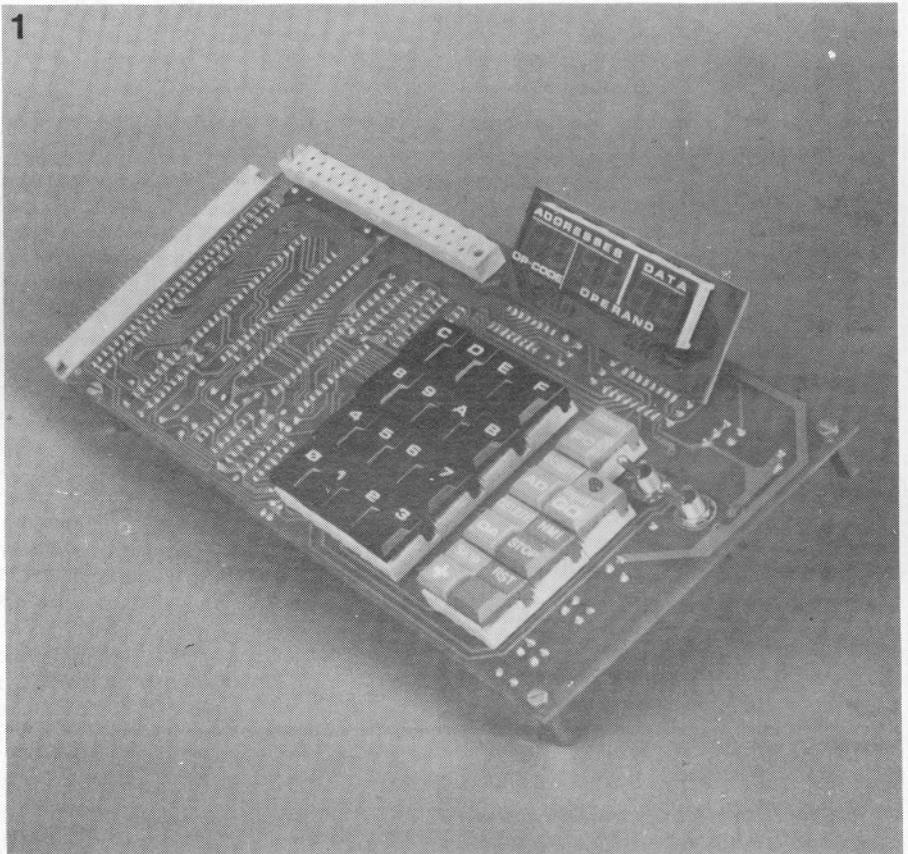
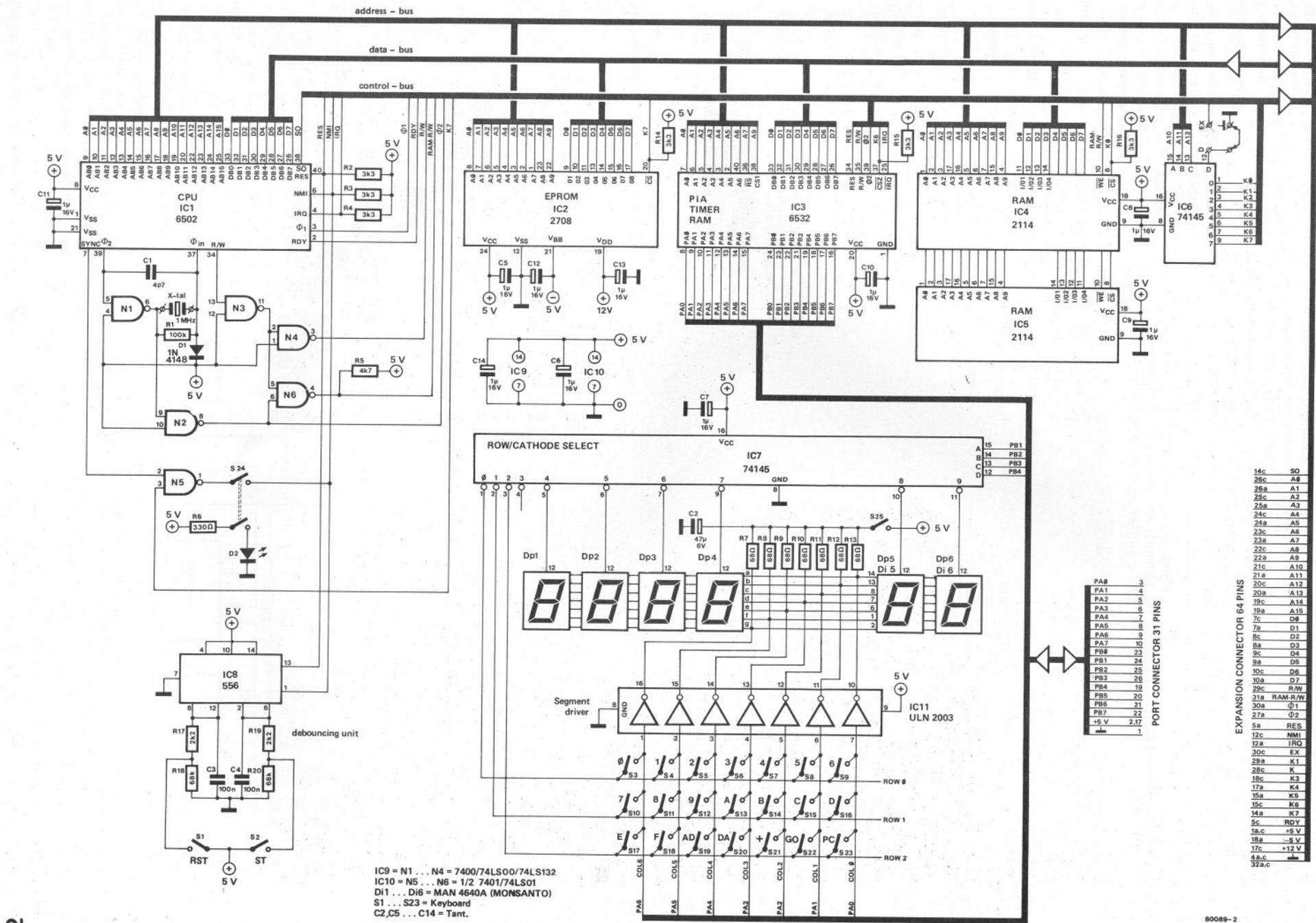


Foto 1. So sieht der fertig aufgebaute Junior-Computer aus. Man erkennt deutlich die Tastatur (Keyboard) und das Anzeigefeld (Display). Der Mikroprozessor und die anderen Bauelemente befinden sich auf der Unterseite der Platine.

Herzstück des Computers ist die CPU (Central Processing Unit), der Mikroprozessor 6502. Die CPU verarbeitet digitale Signale, steuert die Zusammenarbeit der einzelnen Einheiten und ist in der Lage, bestimmte Befehle auszuführen. Als Schrittmacher für den Prozessor dient ein Taktgenerator. Für die Aufnahme von Programmen und

Daten steht ein Speicher zur Verfügung, der von dem Mikroprozessor angesprochen werden kann. Grundsätzlich lassen sich zwei verschiedene Speicherbereiche unterscheiden: ein Bereich, in dem sich unveränderliche Daten und das sogenannte Monitorprogramm befinden, und ein Bereich, in dem der Benutzer des Computers eigene Programme und



IC9 = N1 ... N4 = 7400/74LS00/74LS132  
 IC10 = N5 ... N6 = 1/2 7401/74LS01  
 D1 ... D6 = MAN 4640A (MONSANTO)  
 S1 ... S23 = Keyboard  
 C2, C5 ... C14 = Tant.

PORT CONNECTOR 31 PINS

PA8	3
PA1	4
PA2	5
PA3	6
PA4	7
PA5	8
PA6	9
PA7	10
PB8	23
PB1	24
PB2	25
PB3	26
PB4	19
PB5	20
PB7	22
-5V	2,17
1	

EXPANSION CONNECTOR 64 PINS

14c	SO
26c	A#
28a	A1
29c	A2
24a	A3
24c	A4
24a	A5
23a	A7
22c	A8
22a	A9
21c	A10
21a	A11
20c	A12
20a	A13
19c	A14
19a	A15
7c	D#
7a	D1
8a	D3
9c	D4
9a	D5
10c	D6
10a	D7
29c	R/W
31a	RAM-R/W
30a	Φ1
27a	Φ2
5a	RES
12c	NMI
12a	IRQ
30c	EX
29a	K1
28c	K
18c	K3
17a	K4
15a	K5
15c	K6
14a	K7
5c	RDY
18c	+5V
18a	-5V
17c	+12V
4a,c	
32a,c	

Bild 2. Das Schaltbild des Juniors. Sämtliche Bauteile der Schaltung sind auf Computer- und Display-Platine untergebracht.

variable Daten ablegen kann. Eine I/O-Einheit (Input/Output) stellt den Kontakt mit der Außenwelt her. Dazu gehören in diesem Fall auch die Tastatur und das Display. Im Blockschaltbild ist diese Einheit als PIA (Peripheral Interface Adapter) eingezeichnet. Der PIA bewältigt den Datentransport vom Prozessor nach "außen" und umgekehrt und kann Daten zwischenspeichern.

Der letzte Block besteht aus der Tastatur (Keyboard) und der 7-Segment-Anzeige (Display), über die erst eine "Unterhaltung" zwischen dem Computer und dem Benutzer (und umgekehrt) möglich ist.

Die CPU ist bei weitem nicht so intelligent, wie ihr häufig nachgesagt wird. Sie kann im Prinzip nur in einer bestimmten (vorgeschriebenen) Folge eine Reihe von Anweisungen (ebenfalls vorgeschrieben) ausführen. Für die Kommunikation mit dem Speicher und der I/O-Einheit stehen ihr eine Reihe von Verbindungen zur Verfügung, über die sie digitale Informationen anfordern und empfangen sowie verschiedene Steuersignale aussenden kann.

Zunächst der Datenbus (data-bus). Er besteht aus einer bestimmten Anzahl parallel verlaufender Verbindungen, über die der Datentransport zwischen den verschiedenen Einheiten abläuft.

Der Prozessor muß auch angeben können, mit welcher Speicherzelle im System er über den Datenbus in Verbindung treten möchte. Dazu dient der Adreßbus (address bus). Über ihn läuft die kodierte digitale Information, an welchem Platz (Anfang und Ende) die zu transportierenden Daten stehen.

Zuletzt der Steuerbus (control bus), der dafür sorgt, daß die CPU die Arbeit der einzelnen Einheiten aufeinander abstimmen kann. Dazu gehört beispielsweise, daß sie Zeit und Richtung eines Datentransports mit Hilfe von Steuersignalen festlegt.

Soviel in aller Kürze zu der Funktion der einzelnen im Blockschaltbild ange deuteten Einheiten und den dazu gehörenden Verbindungen. Die Frage, wie man den Computer programmiert und was dann passiert, behandelt das Junior-Computer-Buch. Zunächst bauen wir den Computer, denn ohne ihn wird das Programmieren etwas kompliziert.

Die folgende Schaltungsbeschreibung darf selbstverständlich in Elektronik nicht fehlen. Nicht-Techniker können das Kapitel überschlagen und bei "Einige Anmerkungen" weiterlesen.

### Die Schaltung

Die Schaltung des vollständigen Junior-Computers (ohne die Stromversorgung) ist in Bild 2 dargestellt. Wenn man das Blockschaltbild noch im Kopf hat, dürfte es nicht schwierig sein, die verschiedenen Funktionsblöcke zu erkennen. Zum Angewöhnen sind dort die üblichen englischen Bezeichnungen eingetragen.

### 3

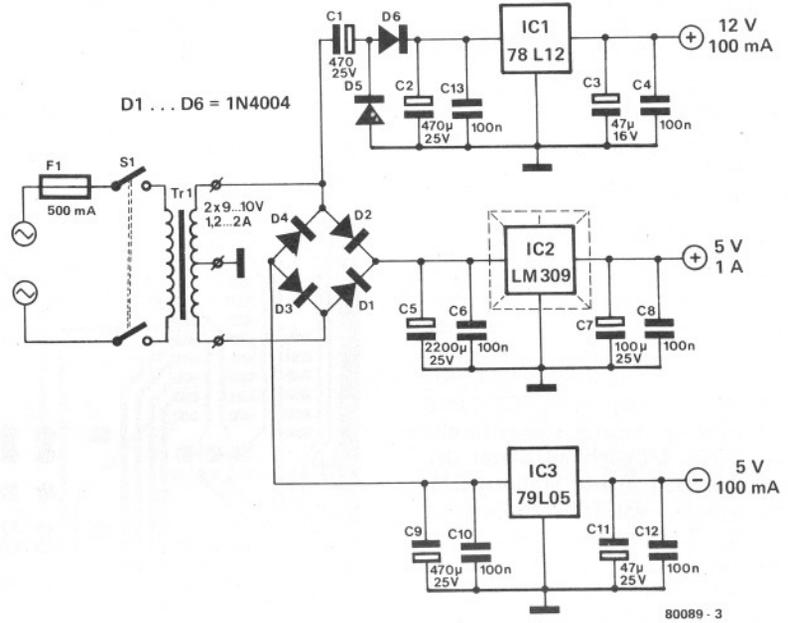


Bild 3. Die Versorgungsschaltung, die die drei benötigten Spannungen liefert.

Links in der Zeichnung befindet sich die CPU, der Mikroprozessor 6502 (IC1). Der Taktgenerator besteht aus den Bauelementen N1, R1, D1, C1 und einem 1-MHz-Quarz (X-tal). Zur Ablaufsteuerung dient in diesem System ein Zweiphasen-Takt, wobei die beiden Taktsignale mit  $\Phi 1$  und  $\Phi 2$  bezeichnet sind.

Der Speicher besteht aus IC2, IC4, IC5 und einem Teil von IC3. In IC2, einem 1024-Byte-EPROM, ist der "Monitor" gespeichert, das Basisprogramm für den Computer. Als Arbeitsspeicher sind die RAMs IC4 und IC5 vorgesehen, die zusammen eine Kapazität von  $1024 \times 8$  bit haben.

In IC3, dem PIA, ist ein RAM mit 128-Byte-Speicher enthalten. Der PIA stellt einen bidirektionalen Pufferbaustein dar, der einen Datentransport zwischen dem Computer und Port A oder Port B (Ein- bzw. Ausgang des PIA) erlaubt. Beide Ports sind auf den 31-poligen "Port Connector" gelegt und damit von außen zugänglich. Zusätzlich besitzt IC3 einen eigenen Timer für die Zeitsteuerung des Datentransports.

Unterhalb der Speicherbausteine ist in der Schaltung das aus sechs 7-Segment-Anzeigen aufgebaute Display (Dp1...Dp6) und die Tastatur (S1...S23, Keyboard) eingezeichnet. 16 Tasten dienen zur Eingabe von Daten und Adressen, während die übrigen 7 Tasten bestimmte Funktionen des Computers abrufen. Für den Datentransport vom Tastenfeld zum Prozessor und vom Prozessor zum Display ist hier Port A eingesetzt. Das Monitorprogramm übernimmt die Aufgabe, die Anzeige auf dem Display zu steuern und

zu erkennen, welche Taste gedrückt wurde. IC7 bildet einen Multiplexer für die Display-Bausteine und fragt periodisch die Tastenreihen ab (row/cathode select). Mit dem Schalter S25 kann man die Anzeige abschalten.

Beim Junior-Computer wird das Display auf zwei verschiedene Arten betrieben. In der normalen Betriebsart ("normal mode") zeigen die vier linken Anzeigen eine Adresse und die beiden rechten Anzeigen das Datum in dieser Adresse an. Über das Monitor-Programm ist noch eine andere Betriebsart möglich: die beiden Anzeigen ganz links geben den (hexadezimalen) Kode eines Befehls an und die übrigen Anzeigen den zum Befehl gehörenden Operanden. Diese Anzeigemöglichkeit ("editor mode") vereinfacht das Eingeben von Programmen erheblich.

Die einzelnen Speicherbausteine sind mit dem Prozessor über den Adreßbus, den Datenbus und den Steuerbus verbunden. Unter anderem wird der Steuerbus vom Prozessor auch dazu benutzt, einen bestimmten Speicherbereich zu selektieren. Zu diesem Zweck erzeugt der Adreßdekoder IC6 aus der Adresse die Signale K0...K7, die auf den CS-Eingang der entsprechenden Speicherbausteine gelangen. K7 ist für das EPROM und K0 für die RAMs "zuständig", mit K6 werden die 128 Byte RAM in IC3 selektiert. Die übrigen fünf Ausgangssignale des Adreßdekoders kann man für einen Ausbau des Speichers verwenden. Für die Unterscheidung, ob Daten vom Prozessor gesendet oder empfangen werden, benötigen die RAMs das RAM-

R/W (Read/Write — Lesen/Schreiben)-Signal, das von N6 geliefert wird und eine Kombination aus dem R/W-Signal des 6502 und des  $\Phi 2$ -Taktsignals ( $\Phi 2 = \text{"data-bus enable"}$ ) darstellt.

Ein weiteres Steuersignal ist das Reset-Signal RES, das mit Hilfe des Monitor-Programms den Mikroprozessor und den PIA in einen bestimmten Ausgangszustand versetzt. Das RES-Signal entsteht durch Drücken der Taste RST (S1), ein Timer in IC8 unterdrückt dabei eventuell auftretendes Kontaktprellen ("debouncing").

In diesem System hat der Benutzer zwei verschiedene Möglichkeiten, die Programmabarbeitung durch den Prozessor über einen NMI (Non Maskable Interrupt)-Befehl zu unterbrechen. Als erste Möglichkeit steht die STOP-Taste S2 zur Verfügung, die mit IC8 entprellt ist. Eine zweite Möglichkeit bietet der STEP-Schalter S24 in der Stellung ON, wenn der Ausgang von N5 vom Zustand "high" in den Zustand "low" wechselt. Der Anschluß IRQ (Interrupt Request) dient zur Unterbrechung des laufenden Programms über die Programmierung des Timers in IC3.

Der Steuerbus liefert die vom PIA benötigten Taktsignale  $\Phi 1$  und  $\Phi 2$  und das RAM-R/W-Signal, das die Richtung eines Datentransports bestimmt.

Schließlich finden sich hier noch die Leitungen RDY, SO und EX, die man für einen Ausbau des Systems benötigt. Alle Adreß-, Daten- und Steuerleitungen sind an den 64-poligen "Expansion Connector" geführt, an den in einer späteren Ausbaustufe weitere Funktionseinheiten angeschlossen werden können. Bild 3 zeigt die Stromversorgung des Computers, die drei verschiedene Spannungen liefert. Alle ICs (bis auf IC2) und die Displays benötigen +5 V, das EPROM IC2 erhält zusätzlich noch +12 V und -5 V. Für die nötige Entkopplung sind auf der Computer-Platine die Kondensatoren C5 ... C14 vorgesehen.

### Einige Anmerkungen

Bevor man mit dem Aufbau des Junior-Computers beginnt, sind noch zwei wichtige Hinweise angebracht:

Das gesamte System ist auf drei Platinen untergebracht, von denen eine doppelseitig ausgeführt ist. Sicherheitshalber sollte man hier vor dem Einlöten der Bauelemente die Durchkontaktierung mit einem Ohmmeter auf eine gute Verbindung zwischen Ober- und Unterseite testen. Mit diesem kurzen Arbeitsgang kann man sich unter Umständen sehr viel Ärger ersparen, da auf der fertig bestückten Platine derartige Unterbrechungen nur äußerst mühsam aufzuspüren sind.

Selbstverständlich ist das EPROM "frisch vom Händler" noch nicht programmiert. An anderer Stelle in diesem Heft ist das Monitorprogramm ("hex dump") aufgelistet, so daß diejenigen, die über ein PROM-Program-

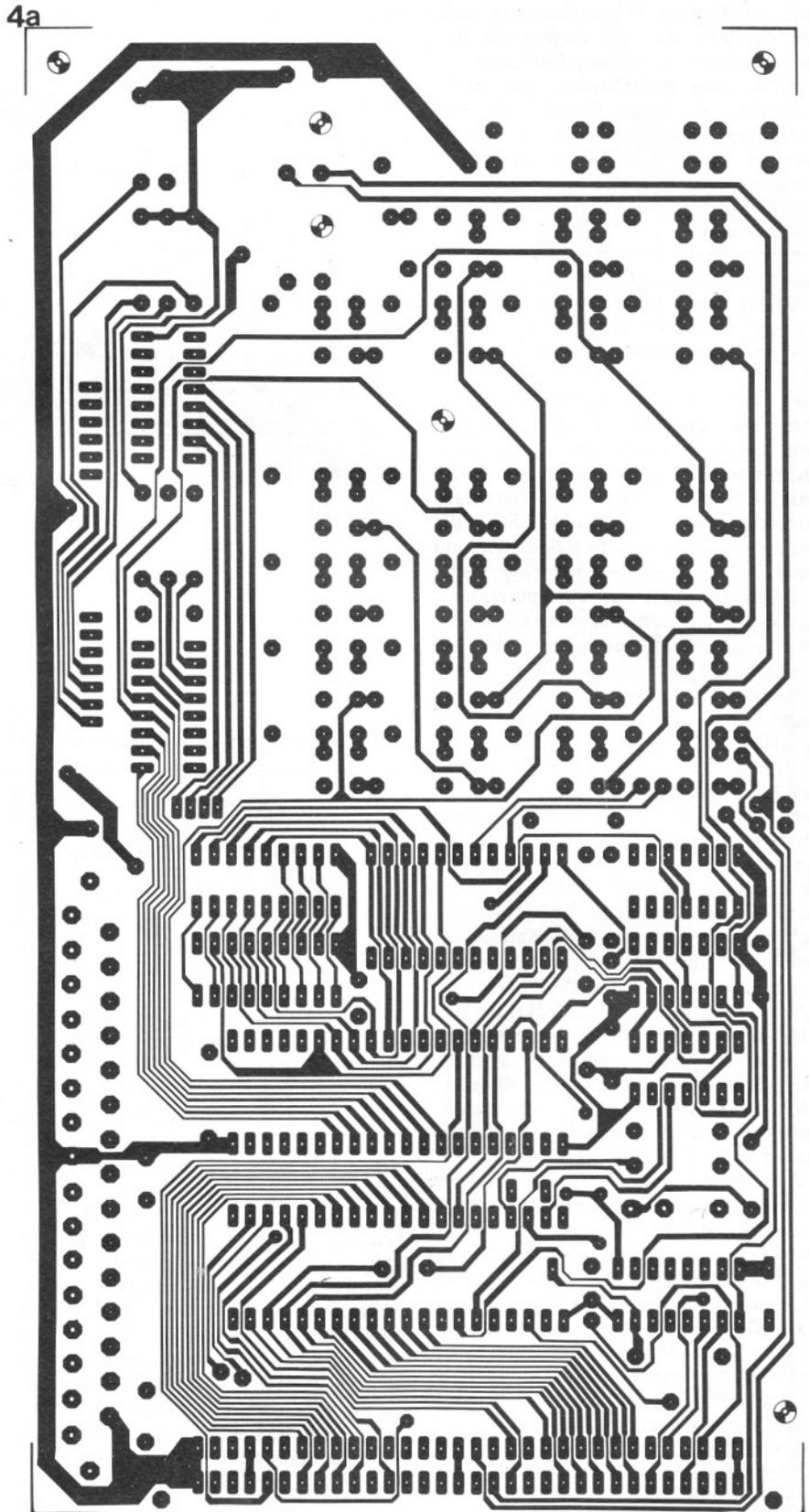


Bild 4. Platinen-Layout für die Tastatur- (a) und Bestückungsseite (b) der Computer-Platine (Nr. 1).

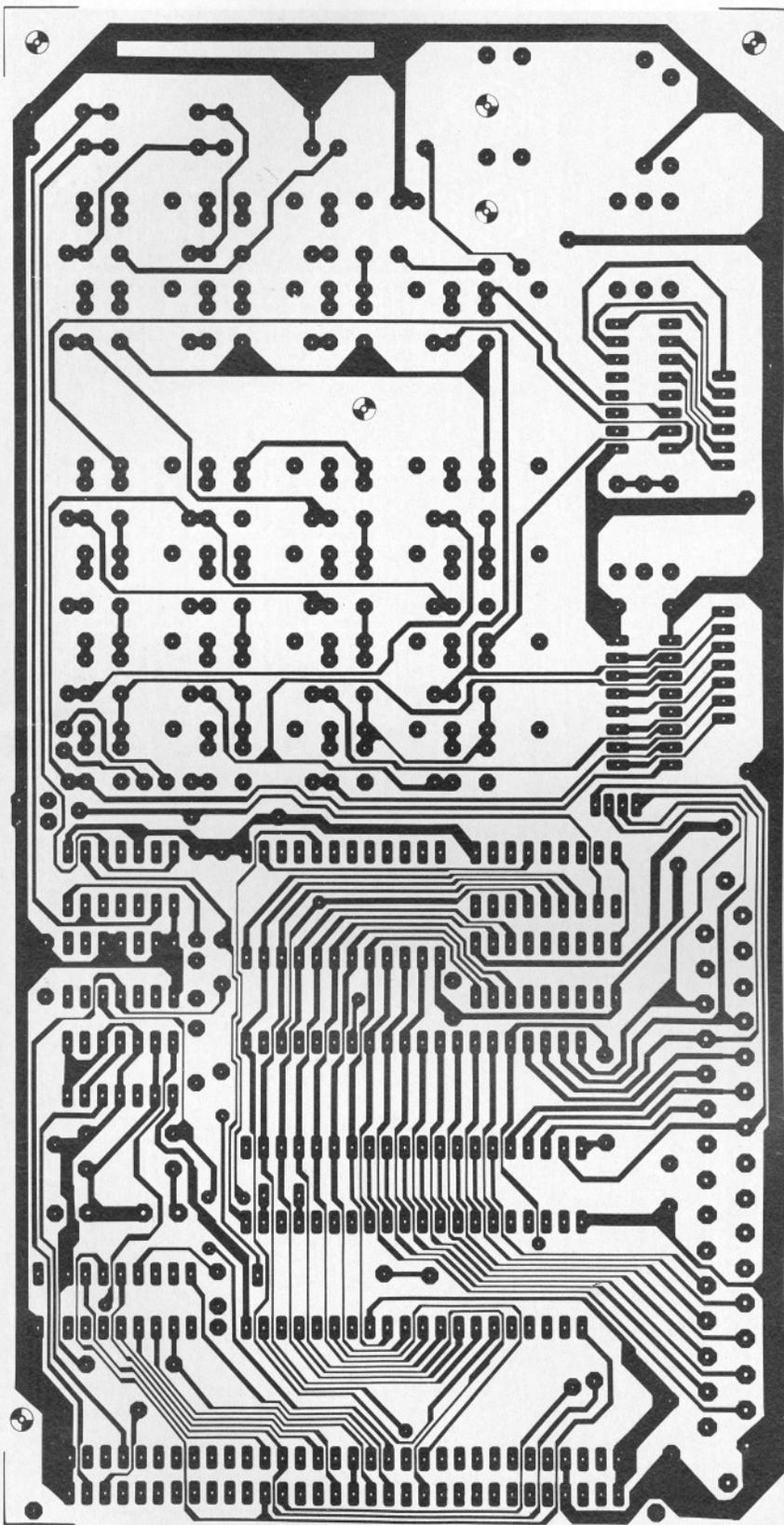
miergerät verfügen, das IC selbst programmieren können. Wer diese Möglichkeit nicht hat, kann sein 2708 an Elektor schicken, wo das Monitorprogramm zu einem Preis von 10,— DM geladen wird. In diesem Fall sollte man für eine gute Verpackung sorgen und darauf "ESS 503" vermerken. Genaue

Bedingungen sind der ESS-Anzeige zu entnehmen.

### Der Aufbau des Juniors

Beim Aufbau des Junior-Computers können eigentlich keine größeren Schwierigkeiten auftreten, wenn man sorgfältig arbeitet, auf gute Lötverbin-

4b



5

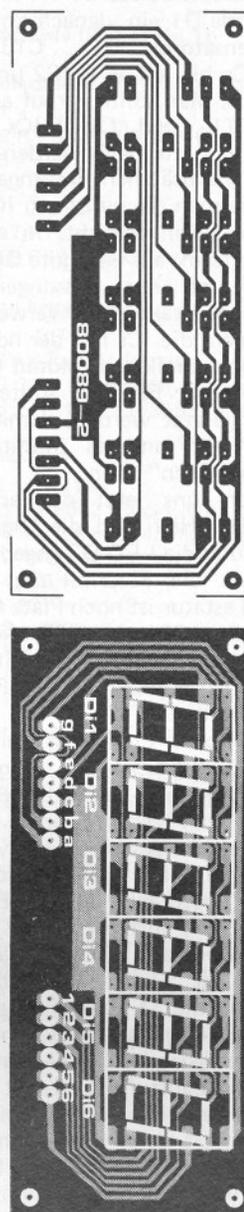


Bild 5. Die Display-Platine (Nr. 2). Die Beschriftung deutet an, was im "normal mode" bzw. im "editor mode" auf der Anzeige zu sehen ist.

#### Stückliste (Platine Nr. 2)

Dp1 . . . Dp6 = 7-Segment-LED-Display MAN 4640A gem. Katode (Monsanto)

dungen achtet und die folgenden Ausführungen beherzigt.

Der vollständige Computer ist in drei Funktionseinheiten unterteilt, jede wird auf einer eigenen Platine aufgebaut: der Computer mit Tastatur, das Display und die Stromversorgung.

• Man beginnt am besten mit der

Display-Platine (Bild 6) die über dreizehn Drahtbrücken mit der Computer-Platine verbunden wird. Dazu schneidet man von blankem Schaldraht kleine Stücke von etwa 2 cm Länge ab und steckt diese an der Unterseite der Platine in die Löcher a . . . g und 1 . . . 6. Nach dem Verlöten sollten die Draht-

enden nicht mehr von der Oberseite der Platine her zu sehen sein. Danach kann man die 7-Segment-Anzeigen direkt auf die Platine löten.

• Jetzt ist die doppelseitige Computer-Platine an der Reihe (Bild 4 und 5). An Hand des Platinen-Aufdrucks wird deutlich, auf welcher Seite die Bau-

elemente montiert werden. Zunächst lötet man die Widerstände R1...R20 und die Diode D1 ein, danach kommen die Kondensatoren C1...C13 und dann die ICs bis auf IC1, IC2 und IC3 an die Reihe. Man sollte darauf achten, daß die TTL- und CMOS-ICs beim Einlöten nicht zu heiß werden. Man kann auch grundsätzlich Fassungen einlöten, in die man die einzelnen ICs nur noch einzustecken braucht. In diesem Fall ist es ratsam, auf eine gute Qualität zu achten und nur Fassungen mit vergoldeten Kontakten zu verwenden! Wir empfehlen, die ICs mit der notwendigen Vorsicht direkt einzulöten (außer IC2!). Für das EPROM sollte eine Fassung eingesetzt werden, damit man bei Bedarf ein anderes Monitorprogramm "einstecken" kann.

Wir widmen uns jetzt der anderen Platinehälfte. Hier sind die Digitaster S1...S23 und die LED D2 angeordnet. Man beachte die Polarität der LED! Neben der Tastatur ist noch Platz für die beiden Schalter S24 und S25, die über kurze isolierte Drahtstücke mit den entsprechenden Punkten auf der Platine verbunden werden.

Auf der Computer-Platine ist weiterhin mit einer Drahtbrücke der Eingang D von IC6 auf Masse zu legen. Die Brücke ist zwischen den Punkten D und I einzulöten. Bei einem Ausbau des Systems wird die mit EX gekennzeichnete Verbindung angebracht und die Brücke zwischen D und I entfernt.

An der Seite, an der die Tastatur angebracht ist, befinden sich die Lötunkte für die 31-polige Federleiste; die 64-polige Federleiste platziert man an der gegenüberliegenden Seite. Man kann in dieser Ausbaustufe zunächst auch beide weglassen. Die Verbindung mit dem Netzteil ist dann über 1-mm-Lötstifte herzustellen. Anschließend ist die Display-Platine mit der Computer-Platine zu verbinden. Der Abstand zwischen den beiden Prints muß etwa 5 mm betragen.

Wir löten jetzt den 1-MHz-Quarz ein und stecken das EPROM in die dafür vorgesehene Fassung. Damit ist die Computerplatine betriebsbereit.

- Zum Abschluß bleibt noch die Stromversorgung (Bild 3). Bei diesem einfachen Aufbau dürften sich keine Schwierigkeiten ergeben. Wenn alle Einzelteile entsprechend dem Aufdruck angebracht sind, kann man den Netztrafo anschließen. Zur Verbindung zwischen Stromversorgung und Computer dient ein vieradriges Kabel, das mit der 64-poligen Federleiste verbunden wird:

- +12 V an Pin 17c
- + 5 V an Pin 1a
- 5 V an Pin 18a
- Masse an Pin 4a

**Diese Anschlüsse sollte man sehr sorgfältig kontrollieren; eine falsche Verbindung kann hier viel Schaden anrichten!** Der Junior-Computer ist jetzt fertig aufgebaut, und damit können wir zum nächsten Punkt übergehen: dem Probelauf.

6a

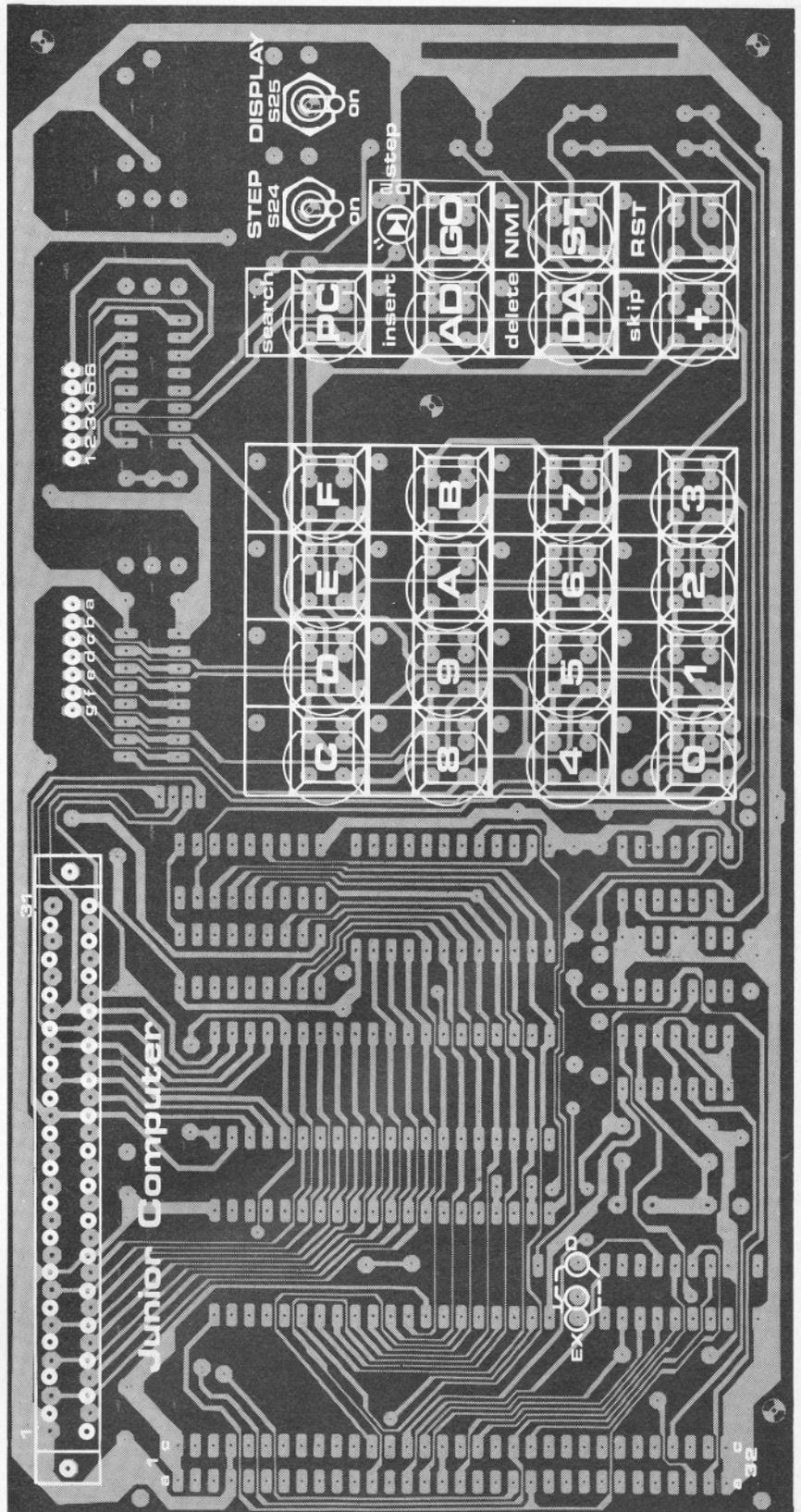


Bild 6. Der Bestückungsplan für die beiden Seiten (4a und 4b).

### Er arbeitet!

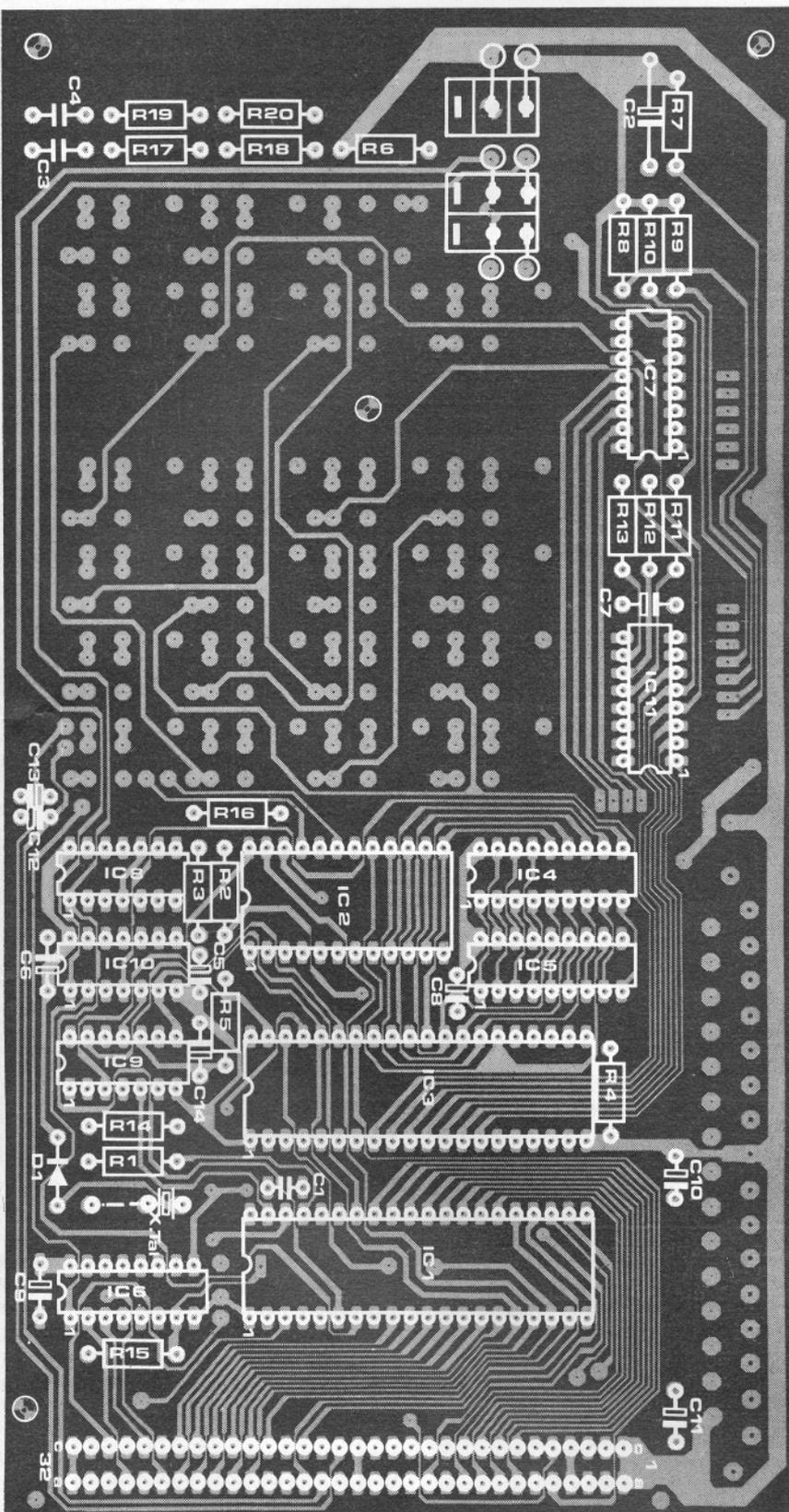
Jetzt ist endlich der Moment gekommen, an dem wir die Speisespannung einschalten können. Aber es passiert nichts, die Anzeige bleibt dunkel(?). Kein Grund zur Besorgnis, das ist völlig normal. Wenn man jetzt auf die RST-Taste drückt, müßte auf der

Anzeige irgendeine Kombination von Hexadezimal-Zeichen erscheinen. Ist das der Fall, dann arbeitet der Computer; er kann in ein passendes Gehäuse eingebaut werden.

### Doch ein Fehler?

Leider existiert auch eine zweite

6b

**Stückliste (Platine Nr. 1)****Widerstände:**

R1 = 100 k  
 R2,R3,R4,R14,R15,R16 = 3k3  
 R5 = 4k7  
 R6 = 330 Ω  
 R7 ... R13 = 68 Ω  
 R17,R19 = 2k2  
 R18,R20 = 68 k

**Kondensatoren:**

C1 = 4p7 ker.  
 C2 = 47 μ/6 V Tantal  
 C3,C4 = 100 n MKH  
 C5 ... C14 = 1 μ/35 V Tantal

**Halbleiter:**

D1 = 1N4148  
 IC1 = R6502 (Rockwell)  
 IC2 = 2708 mit 24poliger Fassung  
 IC3 = R6532 (Rockwell)  
 IC4,IC5 = 2114  
 IC6,IC7 = 74145  
 IC8 = 556  
 IC9 = 74LS132  
 IC10 = 74LS01, 7401  
 IC11 = ULN2003 (Sprague)  
 X-tal = 1-MHz-Quarz

S1 ... S21,S23 = Digitast (Shadow)

S22 = Digitast mit LED (Shadow)

S24 = doppelpoliger

Kipp-(Um-)Schalter

S25 = einpoliger

Kipp-(Um-)Schalter

\* Federleiste 31polig C42334-A56-A63 (Siemens) DIN 41617

\* Messerleiste 64polig C42334-A191-A502 (Siemens)\*  
 DIN 41612

\* (in dieser Ausbaustufe noch nicht erforderlich!)

**Stückliste (Platine Nr. 3)****Kondensatoren:**

C1,C2,C10 = 470 μ/25 V  
 C3,C11 = 47 μ/25 V  
 C4,C5,C8,C9,C12,C13 = 100 n MKH  
 C6 = 2200 μ/25 V  
 C7 = 100 μ/25 V

**Halbleiter:**

D1 ... D6 = 1N4004  
 IC1 = 78L12ACP (5%)  
 IC2 = LM 309K + Finger-Kühlkörper mit Bohrung für TO-3-Gehäuse  
 IC3 = 79L05 ACP (5%)

Tr = Netztrafo sek.

2 x 9 ... 10 V/1,2 ... 2 A

S1 = doppelpoliger Netzschalter

F1 = Sicherung 500 mA mit Halter (extern!)

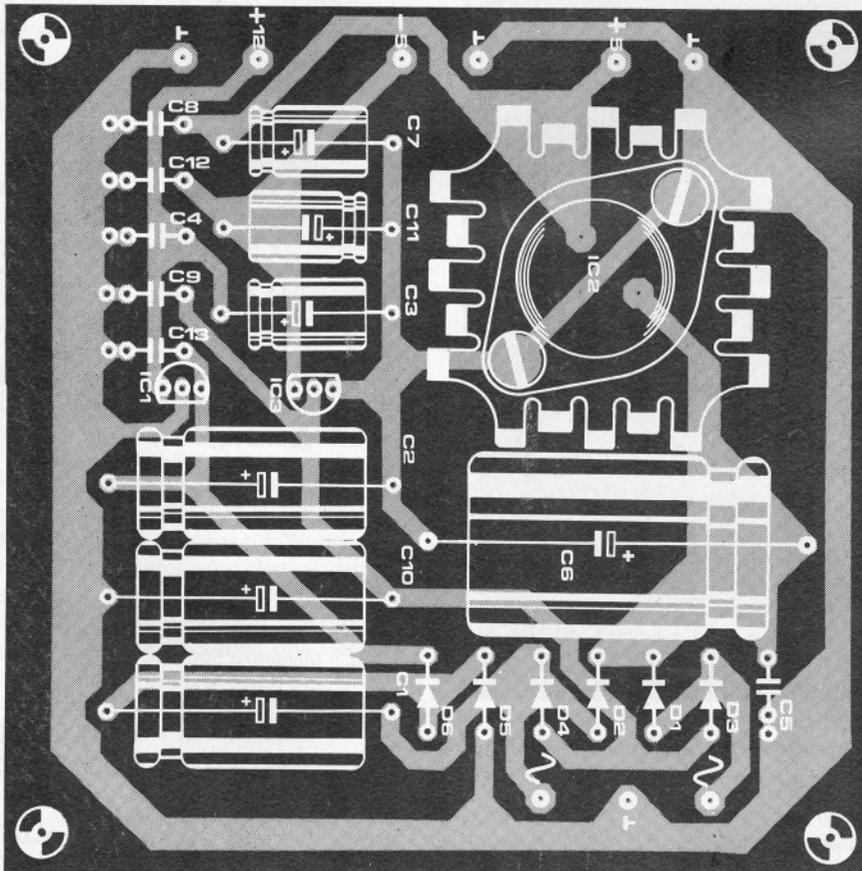
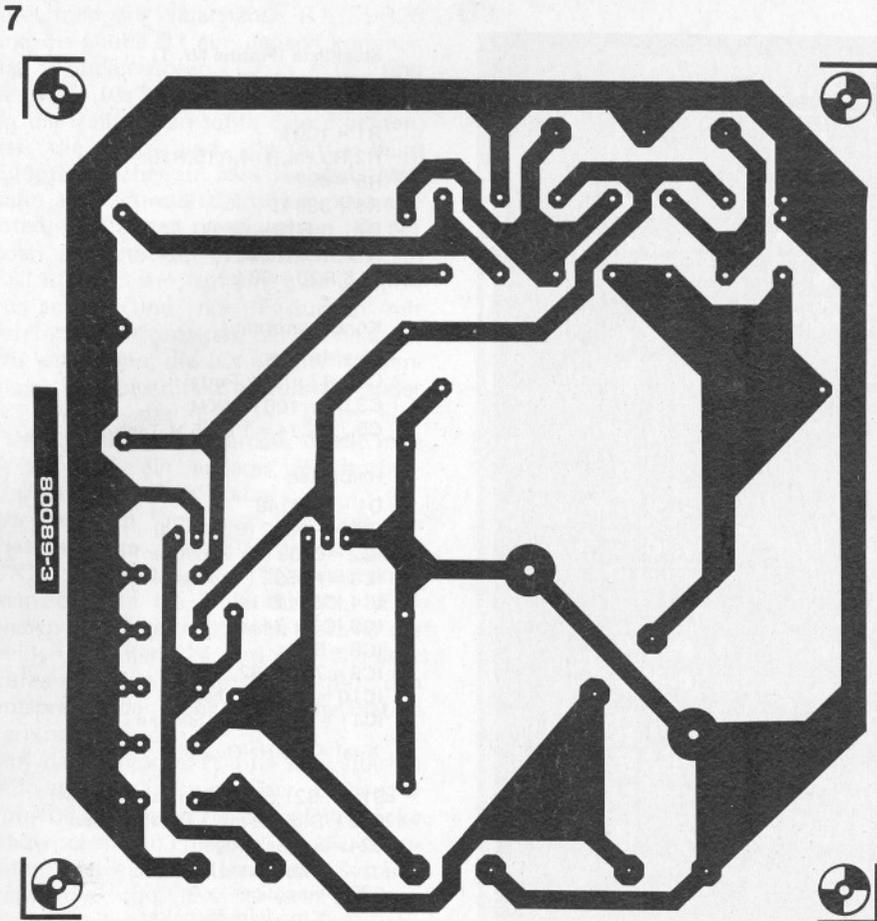
Möglichkeit: nach dem Druck auf die RST-Taste bleibt die Anzeige auch weiterhin dunkel. Das ist das Signal, daß man sich auf Fehlersuche begeben muß. Wir geben hier eine kleine Übersicht über die am häufigsten vorkommenden Fehler und ihre Beseitigung. Der einfachste Fehler, der aber selbst-

verständlich nicht vorkommen sollte, ist die Verwendung eines *nicht* programmierten EPROMs. Dann wird auch beim Drücken der RST-Taste nichts auf dem Display angezeigt, und die weitere Fehlersuche ist damit ziemlich überflüssig. Also: erst einmal vergewissern, daß das EPROM mit dem Monitor-

Programm geladen ist!

Danach mißt man mit einem Multi-meter die Versorgungsspannungen an der 64-poligen Federleiste bzw. den Lötstiften:

- zwischen Pin 1a und 4a: 5 V ± 5%;
- zwischen Pin 17c und 4a: 12 V ± 5%;
- zwischen Pin 18a und 4a: -5 V ± 5%;



Fällt eine der gemessenen Spannungen nicht in den angegebenen Toleranzbereich, muß man die Verbindung zwischen Stromversorgung und Computer lösen und die Versorgungsschaltung getrennt überprüfen.

Sind die Versorgungsspannungen korrekt, und der Computer reagiert trotzdem nicht beim Druck auf die RST-Taste, geht's mit folgenden Messungen weiter: Die Spannung zwischen Pin 13 und Pin 7 von IC8 muß etwa 5 V betragen. Bei gedrückter RST-Taste sollte die Spannung unter 0,5 V sinken. Ist das nicht der Fall, liegt der Fehler in einem der folgenden Bauteile:

- Timer IC8,
- Pull-Up-Widerstand R2,
- RST-Taste S1.

Für die folgende Messung wird die Stromversorgung abgeschaltet und der Widerstand zwischen Pin 12 von IC6 und Masse an der Federleiste (Pin 4a) gemessen. Sind diese beiden Punkte nicht miteinander verbunden, ist die Drahtbrücke auf der Computerplatine falsch eingelötet.

Als letztes bleibt uns die Kontrolle des Taktgenerators. Dazu ist ein Oszilloskop nötig, das man sich notfalls vielleicht irgendwo ausleihen kann. Die CPU liefert zwei Rechteckspannungen, die beide auf den "Expansion Connector" geführt sind:  $\Phi 1$  liegt auf Pin 30a und  $\Phi 2$  auf Pin 27a. Mit dem Oszilloskop kontrolliert man nun, ob an diesen beiden Punkten ein Rechtecksignal von 1 MHz mit einem Scheitelwert von mindestens 3 V erscheint. Funktionsstörungen des Taktgenerators sind in den meisten Fällen auf den Kondensator C1, die Diode D1 oder auf IC9 zurückzuführen.

Damit haben wir kurz die häufigsten Kinderkrankheiten unseres Juniors aufgezeigt. Natürlich sind daneben noch andere Störungen und Fehler möglich, die aber so selten auftreten, daß wir hier nicht näher darauf eingehen.

### Und nun ...

... ist es soweit: unser Junior-Computer ist fertig und wartet auf seine ersten Aufgaben. Mit dem Junior-Computer-Buch lernt man Schritt für Schritt, wie sich unser Junior programmieren läßt. Jeder Abschnitt enthält Programmebeispiele, die den Lernstoff verdeutlichen. Eben das ist das Wichtigste, wenn man Programmieren lernt: Erst die praktische Anwendung dessen, was man sich theoretisch erarbeitet hat, führt zu der nötigen Übung. Wir wünschen allen angehenden Computerprogrammierern viel Spaß mit ihrem Junior-Computer. ◀