

Per Hermann

# 6809-Einplatinen-Computer

Im folgenden soll ein Einplatinen-Computer beschrieben werden, der auf dem Mikroprozessor 6809 von Motorola basiert und zu den interessantesten 8-Bit-Prozessoren auf dem Markt zählt. Er ist bereits voll lauffähig, so daß mit einer einfachen Ein-/Ausgabereinheit erste Programme ausprobiert werden können. Beim Aufbau wurde Wert auf niedrige Kosten gelegt, ohne dadurch die Verwendungsmöglichkeiten der Karte einzuschränken.

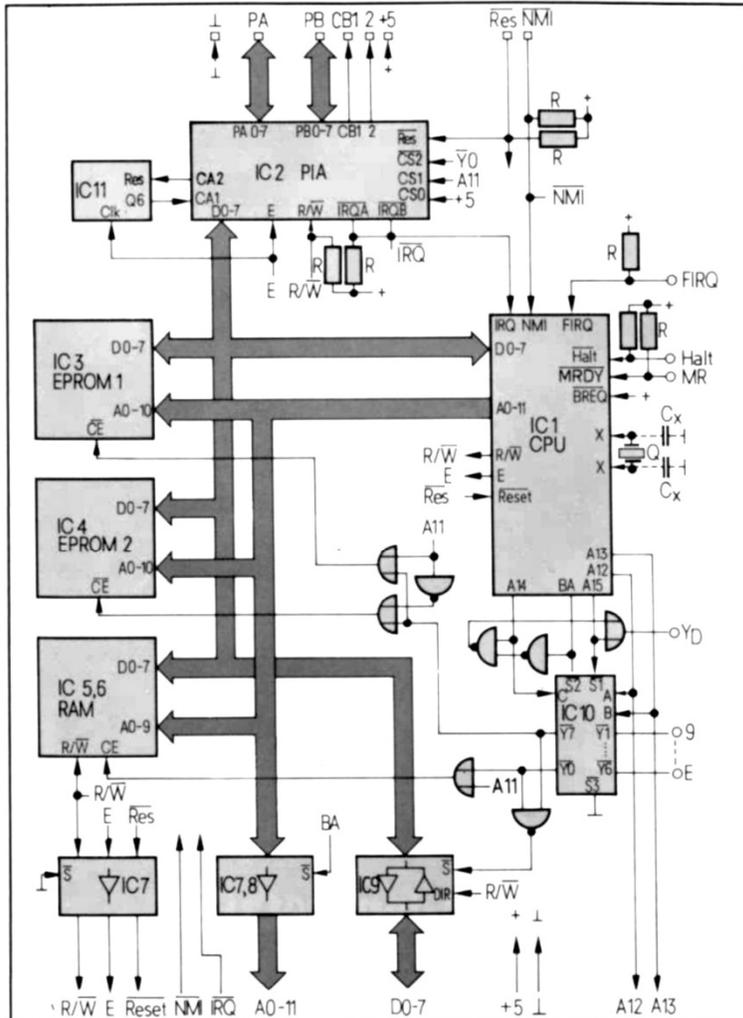


Bild 1. Das Schaltbild des 6809-Computers

## Die Schaltung

Das Herz der Karte bildet der Mikroprozessor (IC1), der über Daten-, Adreß- und Kontrolleitungen mit allen weiteren Bausteinen verbunden ist (Bild 1). Als Festwertspeicher können zwei EPROMs 2716 mit je 2 KByte Monitorprogramm eingesetzt werden, zwei 2114 stellen 1 KByte Schreib-/Lese-Speicher bereit. Um dem Prozessor den Verkehr mit einer Ein-/Ausgabe-Einheit zu ermöglichen, befindet sich weiterhin eine PIA 6821 auf der Karte, die zwei 8-Bit-Ports PA und PB zur Verfügung stellt, wobei Port PB über zwei Kontrollleitungen CB1 und CB2 den Datenaustausch steuern kann. Die Kontrollleitungen des Ports PA sind an einen Binärteiler (IC11) angeschlossen, der so einen softwaregesteuerten Single-Step-Betrieb ermöglicht. Die Adreßleitungen A0...A11 sowie der Datenbus und die Steuersignale R/W, E und Reset werden über 20mA-Bus-Treiber gepuffert auf den Systembus gegeben, so daß Erweiterungen problemlos angeschlossen werden können. Ebenfalls herausgeführt werden A12 und A13, Eingangssignale sind IRQ und NMI.

Ein 3-Bit-Binär-Dekoder (IC10) entschlüsselt die vier höchsten Adreßbits (A12...A15) so, daß an seinen Ausgängen CE-Signale für acht getrennte 4-KByte-Blöcke von 8000-FFFF zur Verfügung stehen (Tabelle 1). Den höchsten Block teilen sich die beiden EPROMs, den niedrigsten RAM und PIA. Alle anderen CE-Signale sind über Lotstifte (9...E) abgreifbar, wodurch man einfach Zusatzkarten adressieren kann. Ein spezieller 16-KByte-Block von 4000-7FFF für eine 16-KByte-Speichererweiterung wird über einige zusätzliche Gatter erzeugt und ist am Lotstift YD abgreifbar.

Durch die Verknüpfung von BA mit dem Dekoder und den Bus-Treibern werden alle CE-Signale im HALT- (bzw. SYNC-) Zustand des Prozessors High, weiterhin geht A0...13 auf dem Systembus in den Tri-State-Zustand, die Datenbus-Treiber schalten auf Lesen (somit ist der Systembus freigegeben) und R/W wird High; nur E und Reset stehen weiterhin unverändert an.

Drei weitere Lotstifte ermöglichen den Anschluß folgender Steuersignale für den 6809: FIRQ, HALT und MRDY. Diese Leitungen, sowie IRQ, NMI, Reset und R/W sind mit 3,3-kΩ-Widerständen nach Vcc versehen, sie müssen also nicht extern belegt werden. Der Widerstand an R/W sorgt dafür, daß der Datenbus-Treiber im HALT-Zustand sicher auf Lesen schaltet (R/W wird dann nämlich ebenfalls Tri-State). Die Anschlüsse DMA/

$\overline{BREQ}$  bzw. Q des Prozessors werden nicht herausgeführt, sie können jedoch bei Bedarf an einen Lötstift angeschlossen werden, indem man nichtbenötigte Lötstifte benutzt (entsprechende Leiterbahn auftrennen).

**Aufbau des Computers**

Die gesamte Schaltung wird auf einer Karte im Europa-Format untergebracht, wobei der Systembus auf einen 31poligen Steckverbinder gelegt ist. So läßt sich mit einem passenden Kartenträger relativ preisgünstig ein professionelles System aufbauen (Bild 2). Das Layout der Platine ist in Bild 3 gezeigt. Zur Herstellung des Prototyps wurde nur die Platinenunterseite geätzt, die Querverbindungen der Oberseite durch Brücken auf der Unterseite realisiert. Dies vereinfachte den Aufbau der Platine erheblich. Insgesamt ist folgendes Vorgehen beim Aufbau der Karte empfehlenswert (Bild 4, Tabelle 2):

- Leiterbahnen auf evtl. Fehler prüfen, Unterbrechungen ausbessern (nachmessen!).
- IC-Fassungen einlöten, dabei auf die Lage der Markierung achten.
- Steckerleiste und alle anderen Bauteile einlöten (Steckerleiste sollte mit Platinenrand abschließen).
- Vcc- und Masse-Verbindungen durchmessen.
- ICs einstecken.

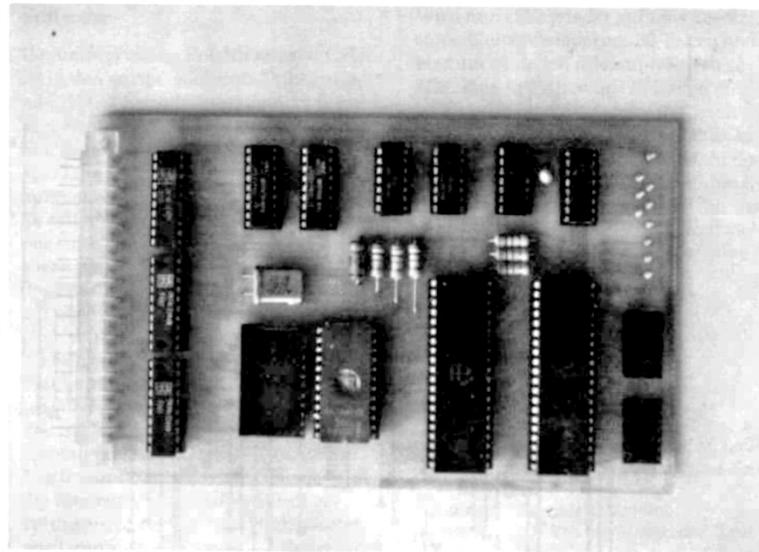


Bild 2. Beim Musterexemplar wurden die Querverbindungen der Platinoberseite durch Drahtbrücken auf der Unterseite ersetzt

Die beiden 14poligen Sockel über der PIA mit den Bezeichnungen PA und PB sind zum Anschluß zweier Flachbandkabel mit sog. DIL-Steckverbindern gedacht. Wem dies zu teuer ist, kann die

Drähte auch direkt einlöten. Die Anschlußbelegung dieser Sockel sowie die Belegung des 31poligen Platinensteckers sind dem Bild 5 und der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: Die Adressen der Bausteine

IC	Adresse	Adreß-Spiegelungen
EPROM 2	F800-F7FF	
EPROM 1	F000-F7FF	
RAM	8000-83FF	8400-87FF
PIA	8800-8803	bis 8FFC-87FF
YD	4000-7FFF	
9	9000-9FFF	
A	A000-AFFF	siehe Text
B	B000-BFFF	
C	C000-CFFF	
D	D000-DFFF	
E	E000-EFFF	

Tabelle 2: Die Liste der verwendeten Bauteile

Pos.	Typ/Wert
IC 1	6809
IC 2	6821
IC 3, 4	2716
IC 5, 6	2114
IC 7, 8	74LS244
IC 9	74LS245
IC 10	74LS138
IC 11	CD4024
IC 12	74LS00
IC 13	74LS32
Q	Quarz 4 MHz
C1	Elko 10 µF, 16 V (axial)
C2	Elko 10 µF, 16 V (Tantal)
R	7 Widerstände 3,3 kΩ
Cx (s. Text)	Kondensator 22pF (keram.)
	31pol. Messerleiste DIN 41617
	Lötstifte 1 mm
	IC-Fassungen

Tabelle 3: Die Belegung des Systembus-Steckers

Pin	Belegung
1	Masse
2	(-5 V)
3-14	A11-A0
15	A13
16	A12
17	$\overline{IRQ}$
18	$\overline{NMI}$
19	Reset
20-27	D0-7
28	E
29	$\overline{R/W}$
30	(+12)
31	+5 V

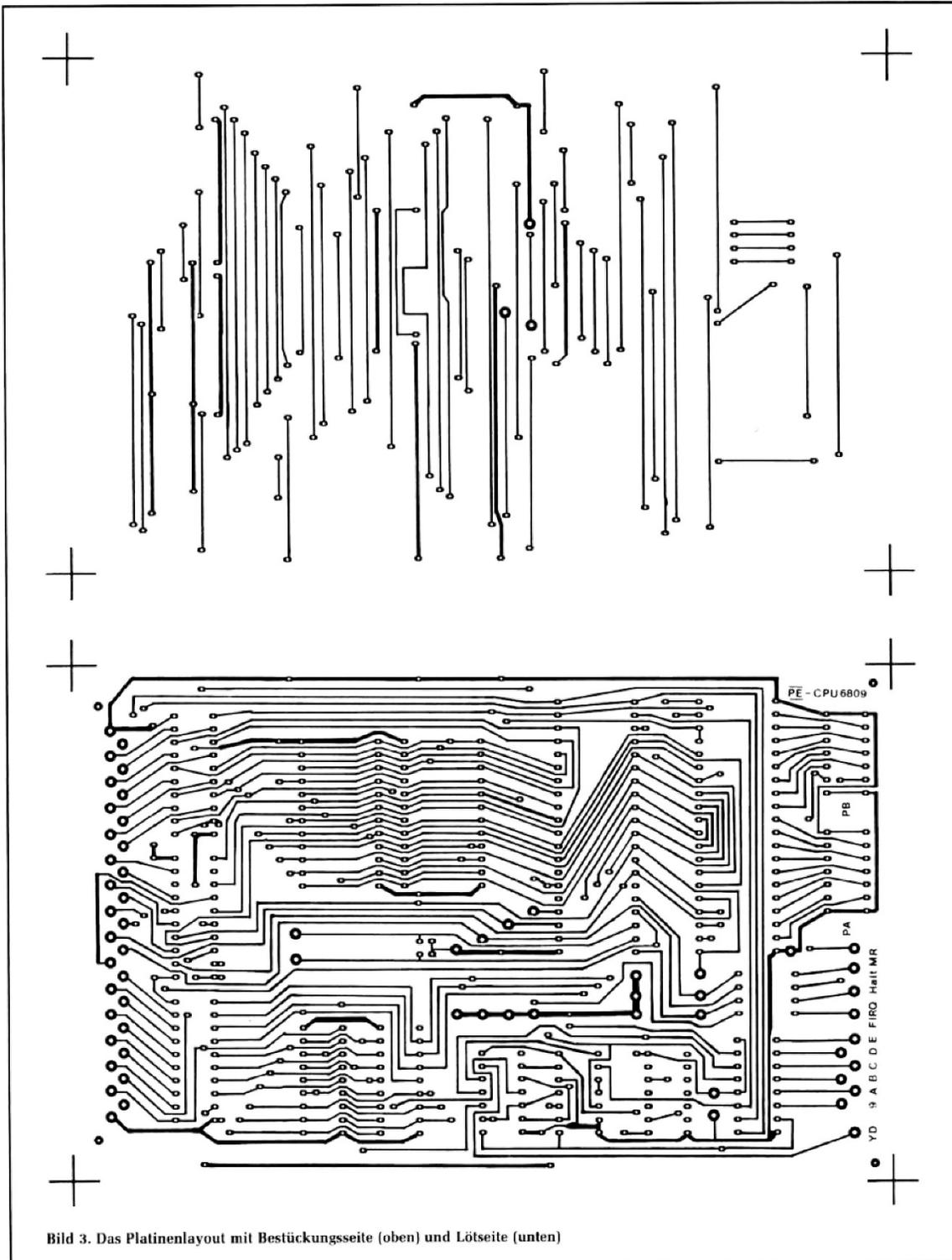


Bild 3. Das Platinenlayout mit Bestückungsseite (oben) und Lötseite (unten)

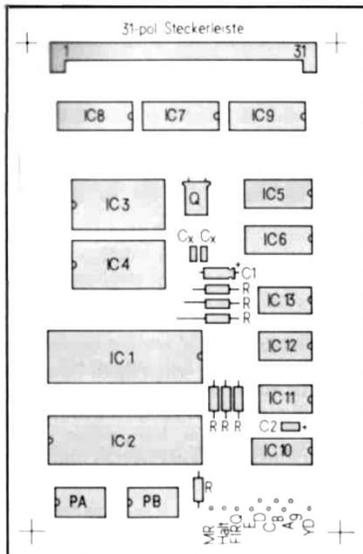


Bild 4. Der Bestückungsplan des 6809-Einplatinen-Computers

**Inbetriebnahme**

Um die fertige Platine zu testen, ist ein kurzes Programm nötig, mit dem die grundsätzliche Funktion der Karte überprüft werden kann. Eine Möglichkeit zeigt Bild 6: Das Programm inkrementiert fortlaufend den 16-Bit-Wert in den RAM-Adressen 8000 und 8001 und gibt diesen dann auf den Ports PA und PB aus (MSB auf PB). Eine genaue Überprüfung aller Baugruppen ist natürlich nur mit einem Monitor möglich.

Nachdem das Programm ins EPROM programmiert wurde, müssen noch 5 V an Vcc angeschlossen und ein Reset-Impuls (an PB) gegeben werden. Nun sollten folgende Signale zu messen sein:

- 1 MHz an E (manche Quarze schwingen auf einer Oberwelle, Einlöten der Kondensatoren Cx kann helfen).
- Eine jeweils durch 2 geteilte Rechteckschwingung an PA0 bis PB7.

Weitere Messungen sind anhand des 6809-Datenblattes und des Schaltbildes durchzuführen, eine vernünftige Fehlersuche ist jedoch nur mit einem Oszilloskop möglich. Mit einem Vielfachmeßinstrument kann man 0,6-Hz-Impulse an PB7 messen; tut sich nichts, so überprüft man am besten alle Verbindungen von IC zu IC mit dem Ohmmeter.

**Software**

Der umfangreiche Befehlssatz der CPU ist in den entspr. Motorola-Publikationen [1]/[2] genau beschrieben, in [3] ist eine deutsche Zusammenfassung enthalten. Die Programmierung der PIA ist ebenfalls Motorola-Datenblättern zu entnehmen [4]. Es soll hier nur kurz auf die Möglichkeit des softwaregesteuerten Single-Step eingegangen werden: Dazu wird über CA2 der Reset von IC11 auf Low gelegt, worauf nach genau 32 E-Taktzyklen CA1 High wird. Bei entsprechender Programmierung der PIA löst diese Low-High-Flanke einen Interrupt über IRQA aus, wodurch sämtliche CPU-Register auf den Stack gerettet werden und der momentane Befehl nach dem Instruction Fetch unterbrochen wird. Danach wird die Interrupt-Service-Routine angesprungen, in der CA2 auf High gesetzt wird und z. B. alle Register-Inhalte (vom Stack oder mit dem TFR-Befehl) angezeigt werden.

Wird nun CA2 wieder auf Low gesetzt, so verbleiben wiederum 32 Taktzyklen bis zum nächsten Interrupt. Durch geschicktes Auffüllen mit Befehlen (z. B. NOP) kann man erreichen, daß nach dem RTI (der selbst allein 15 Taktzyklen benötigt) gerade der nächste Befehl des durch den letzten Interrupt unterbrochenen Programms begonnen wird, bis der nächste über IC11 eintrifft, worauf sich der eben beschriebene Ablauf wiederholt.

**Literatur**

- [1] MC6809E Datenblatt. Motorola
- [2] M6809 Microcomputer Course. Motorola
- [3] Flögel, E.: 6809-Befehlssatz. Elcomp September 1980
- [4] MC6821 Datenblatt. Motorola
- [5] Warren, C.D.: The 6809 Cookbook. TAB Book No. 1209
- [6] 6809-Befehlsübersicht. mc 1982, Heft 1, Seite 50.

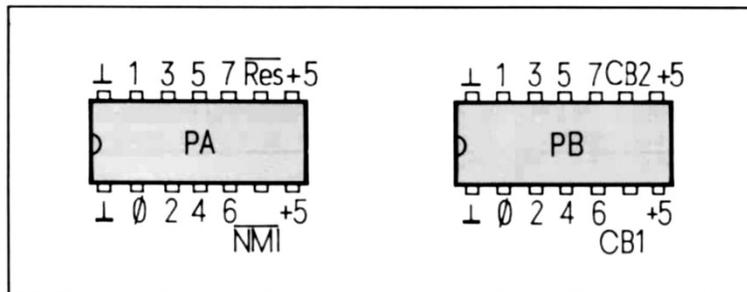


Bild 5. Die Anschlußbelegung der E/A-Port-Stecker

```

TEST : F800 8600 LIA #18B
      02 1F8B TFR A,DP #8B NACH DP
      04 0F02 CLR 2 PIA INITIALISIEREN
      06 0F03 CLR 3
      08 86FF LDA #FF 8 AUSGAENGE
      0A 9700 STA 0
      0C 9701 STA 1
      0E 8634 LDA #34
      10 9702 STA2
      12 9703 STA 3
      14 8600 LDA #00
      16 1F8B TFR A,DP #8B NACH DP
      18 0F00 CLR 0 ZAEHLER RESET
      1A 0F01 CLR 1
LOOP : 1C 0C00 INC 0 INC ZAEHLER
      1E 2602 BNE SET
      20 0C01 INC 1
SET : 22 9E00 LDX 0 ZAEHLER NACH PIA
      24 BF800 STX #800
      27 20F3 BRA LOOP

FFFE F800 RESET STARTADRESSE
    
```

Bild 6. Ein kurzes Testprogramm