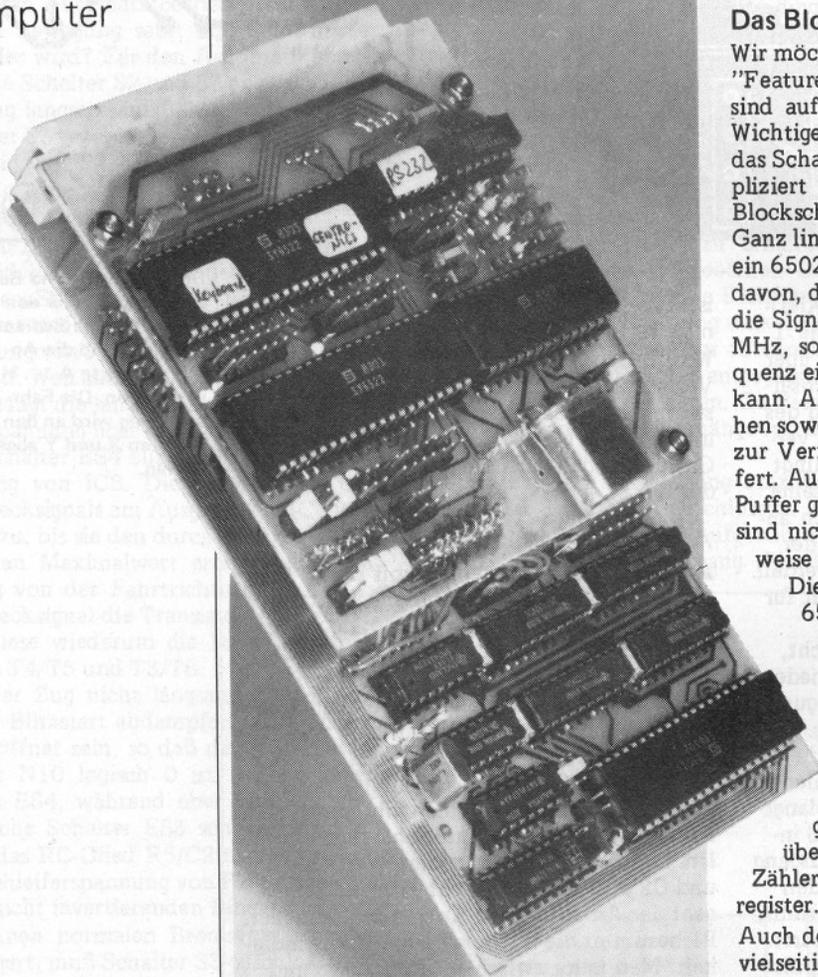


Ein autonomer Ein-Platinen-Computer im Eurokarten-Format. So läßt sich diese CPU-Karte am besten beschreiben. Sie ist so aufgebaut, daß sie sich besonders universell einsetzen läßt. Mit anderen Worten: Sie kann so ziemlich alle Aufgaben lösen. Die Wahl des Prozessors fiel nicht schwer, denn der 6502 ist ein alter Bekannter aus dem Junior-Computer. Außerdem ist deshalb eine Menge Hardware für diese 6502-CPU-Karte vorhanden.

6502 - CPU - Karte

Ein-Platinen-
Steuerungs-
Computer



Man kann die 6502-CPU-Karte wohl zu- recht als eine der vielseitigsten Platinen aus dem Elektor-Mikroprozessor-Programm bezeichnen. Nicht ohne Grund! Bevor wir die CPU-Karte aus der Nähe betrachten, möchten wir einige der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten aufzählen. Das gibt vermutlich den besten Eindruck von der Vielseitigkeit dieser Karte.

Man kann sie als Ein-Platinen-Steuerungs-Computer einsetzen, beispielsweise für Maschinen- und Prozeßsteuerungen. Oder setzen Sie ihn als Morse-Dekoder, Telefonnummernspeicher und -wähler, Simulator/Emulator (kleines Entwicklungssystem), PROM/EPROM-Programmierer und so weiter ein. Nur mangelnde Phantasie setzt hier die Grenzen.

Außerdem kann man die CPU-Karte auch in Verbindung mit anderen Mikroprozessor-Karten verwenden. Die Kombination von CPU- und VDU-Karte ergibt zum Beispiel ein universelles Terminal (siehe "CPU + VDU = Terminal" in diesem Heft!). CPU-Karte, VDU-Karte, eine DRAM-Karte (DRAM = dynamisches RAM) und ein Floppy-Disk-Interface bilden zusammen ein universelles Terminal. Dazu verweisen wir auf den Artikel "VDU-Karte" im September-Heft.

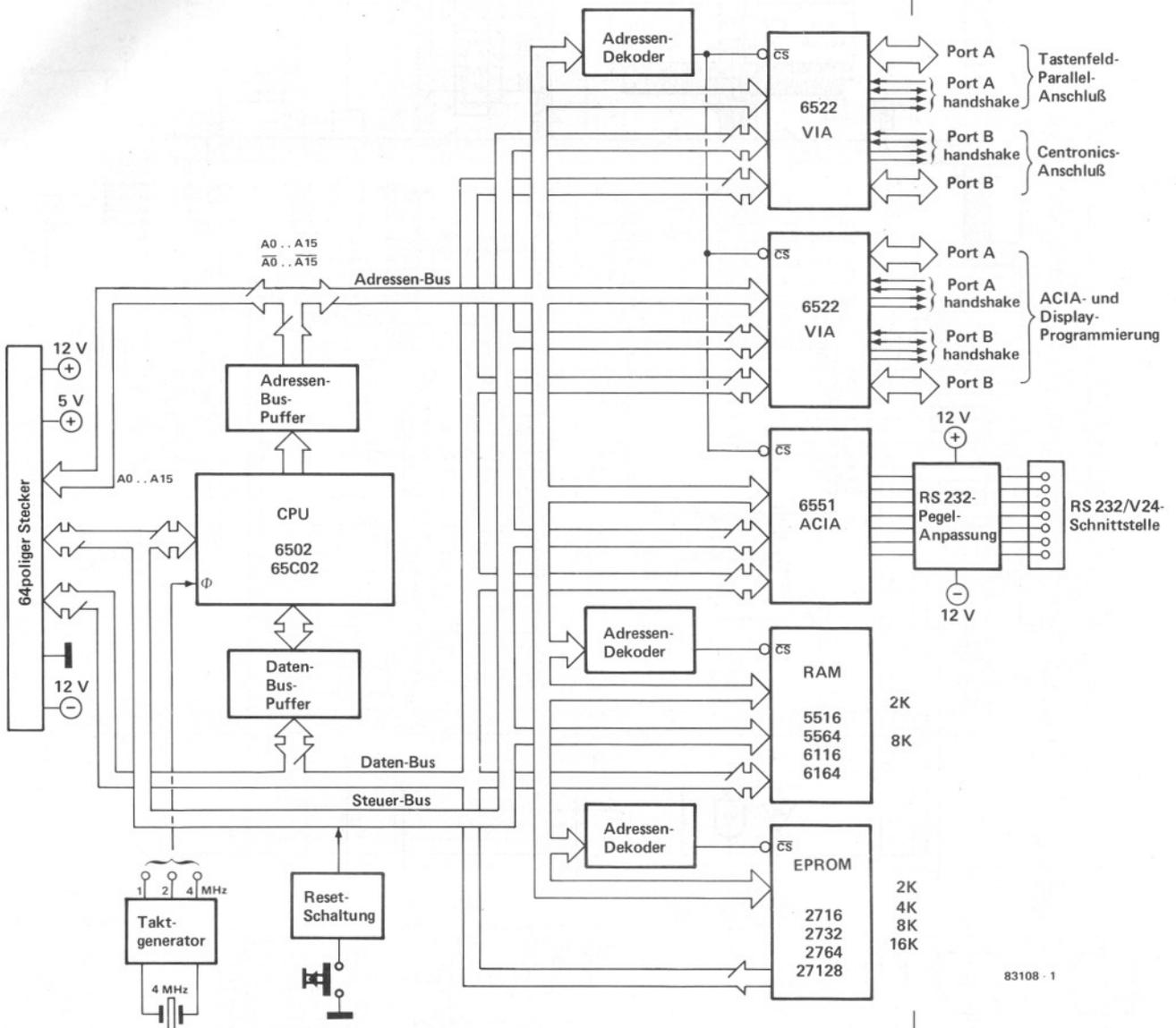
Das Blockschema

Wir möchten hier nicht noch einmal auf alle "Features" der CPU-Karte eingehen. Sie sind auf der folgenden Seite aufgelistet. Wichtiger ist der Aufbau der CPU-Karte. Da das Schaltbild auf den ersten Blick zu kompliziert aussieht, wollen wir zunächst das Blockschema in Bild 1 "aufdröseln". Ganz links befindet sich der Mikroprozessor, ein 6502 oder die CMOS-Low-Power-Version davon, der 65C02. Ein Taktgenerator liefert die Signale mit den Frequenzen 1,2 und 4 MHz, so daß man die gewünschte Taktfrequenz einfach mit einer Drahtbrücke wählen kann. Alle Adressen-Leitungen der CPU stehen sowohl invertiert als auch nicht-invertiert zur Verfügung und sind vollständig gepuffert. Auch die Daten-Leitungen werden über Puffer geführt. Die Leitungen des Steuer-Bus sind nicht gepuffert, aber das ist normalerweise auch nicht notwendig.

Die Karte enthält zwei VIAs vom Typ 6522 (VIA = Versatile Interface Adapter). Genaue Informationen über Aufbau und Funktion dieser Bausteine finden Sie im VIA-Buch.

Jeder dieser VIA-Bausteine verfügt über zwei Tore A und B (bidirektionale Ports), vier sogenannte Handshake-Leitungen (damit wird der Datentransport über die Ports gesteuert), zwei 16-bit-Zähler/Timer und ein 8-bit-I/O-Schieberegister.

Auch der ACIA vom Typ 6551 ist ein sehr vielseitiges IC (ACIA = Asynchronous Communication Interface Adapter). In diesem Fall wird der ACIA in Verbindung mit dem RS232/V24-Interface eingesetzt. Das IC gibt die Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) an, sorgt für eine Parallel/Seriell-Umsetzung, signalisiert Fehler und so weiter. Der ACIA



83108 - 1

besorgt also die serielle Daten-Übertragung. Zwischen ACIA und der RS232-Anschlußleiste befinden sich einige Gatter, die die notwendige Pegel-Anpassung vornehmen. Zur Erinnerung: Die RS232-Schnittstelle arbeitet mit positiven und negativen Betriebsspannungen.

Auf der CPU-Karte ist außerdem noch Platz für ein RAM-IC und ein EPROM-IC. Bei dem RAM hat man die Wahl zwischen einem 2-K- und einem 8-K-CMOS-Speicher. Für das EPROM kann ein 2-K-, 4-K-, 8-K- oder 16-K-Typ eingesetzt werden.

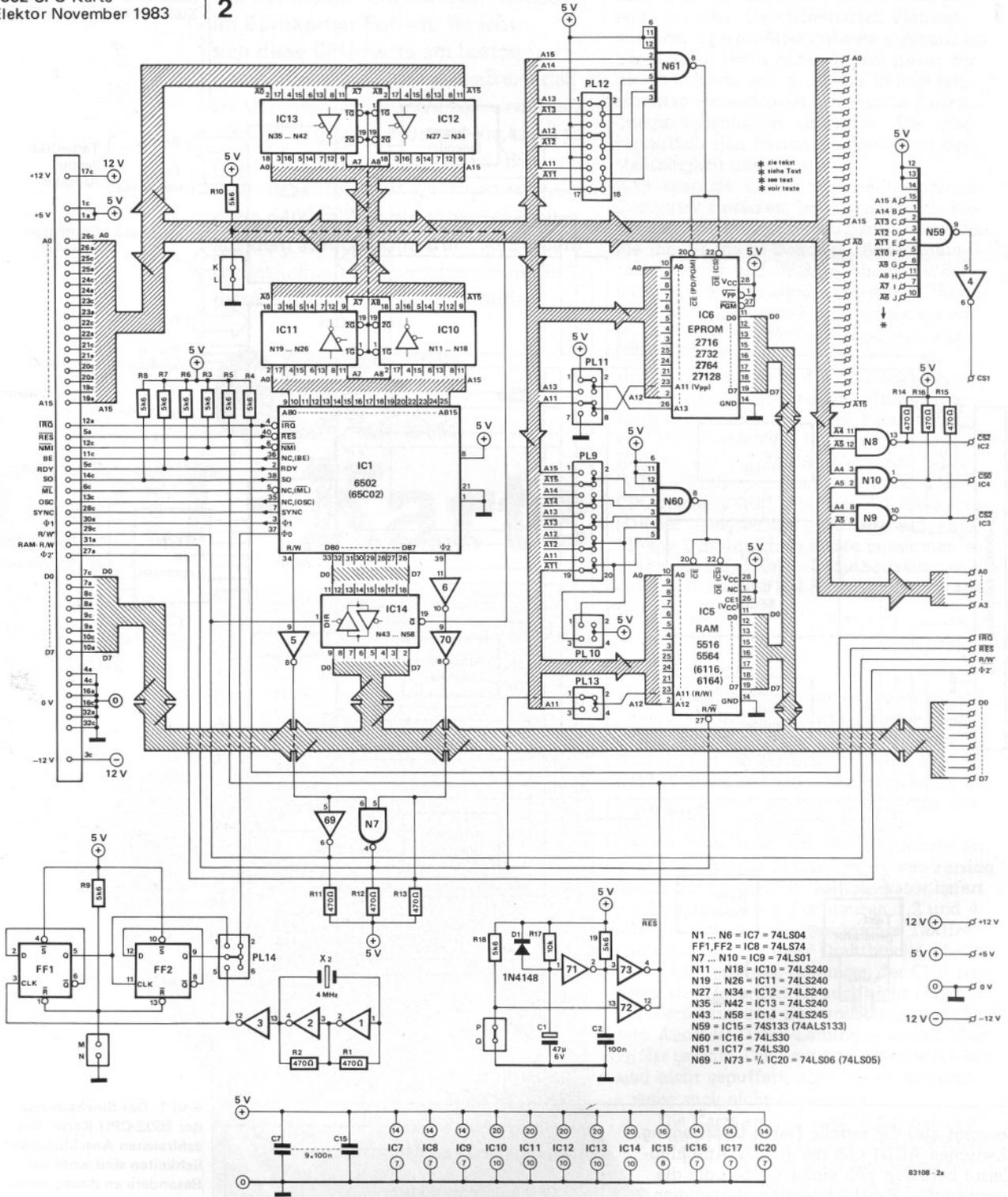
Die VIAs und der ACIA haben einen gemeinsamen und die Speicher-ICs je einen eigenen Adressen-Dekoder. Und alle ICs sind mit dem Adressen- und dem Daten-Bus und (außer dem EPROM) auch mit dem Steuer-Bus verbunden.

Eine Reset-Schaltung sorgt für die automatische Einstellung auf den Anfangszu-

Technische Daten der 6502-CPU-Karte

CPU 6502 oder 65C02
 VIA 2 x 6522
 ACIA 1 x 6551
 RAM 2 K oder 8 K
 EPROM 2 K, 4 K, 8 K oder 16 K
 vollständige Adressen-Dekodierung
 vollständig gepufferter Adressen-Bus
 vollständig gepufferter Daten-Bus
 64poliger Elektor-Bus
 DMA-Möglichkeit
 Taktfrequenz 1, 2 und 4 MHz
 4 8-bit-Ports
 4 16-bit-Timer
 2 serielle Daten-Ports
 8 Handshake-Leitungen
 Tastenfeld-Parallel-Anschluß
 Centronics-Anschluß
 RS232/V24-Anschluß
 alle I/O-Leitungen auf Anschlußleisten

Bild 1. Das Blockschema der 6502-CPU-Karte. Die zahlreichen Anschlußmöglichkeiten sind wohl das Besondere an dieser Karte.

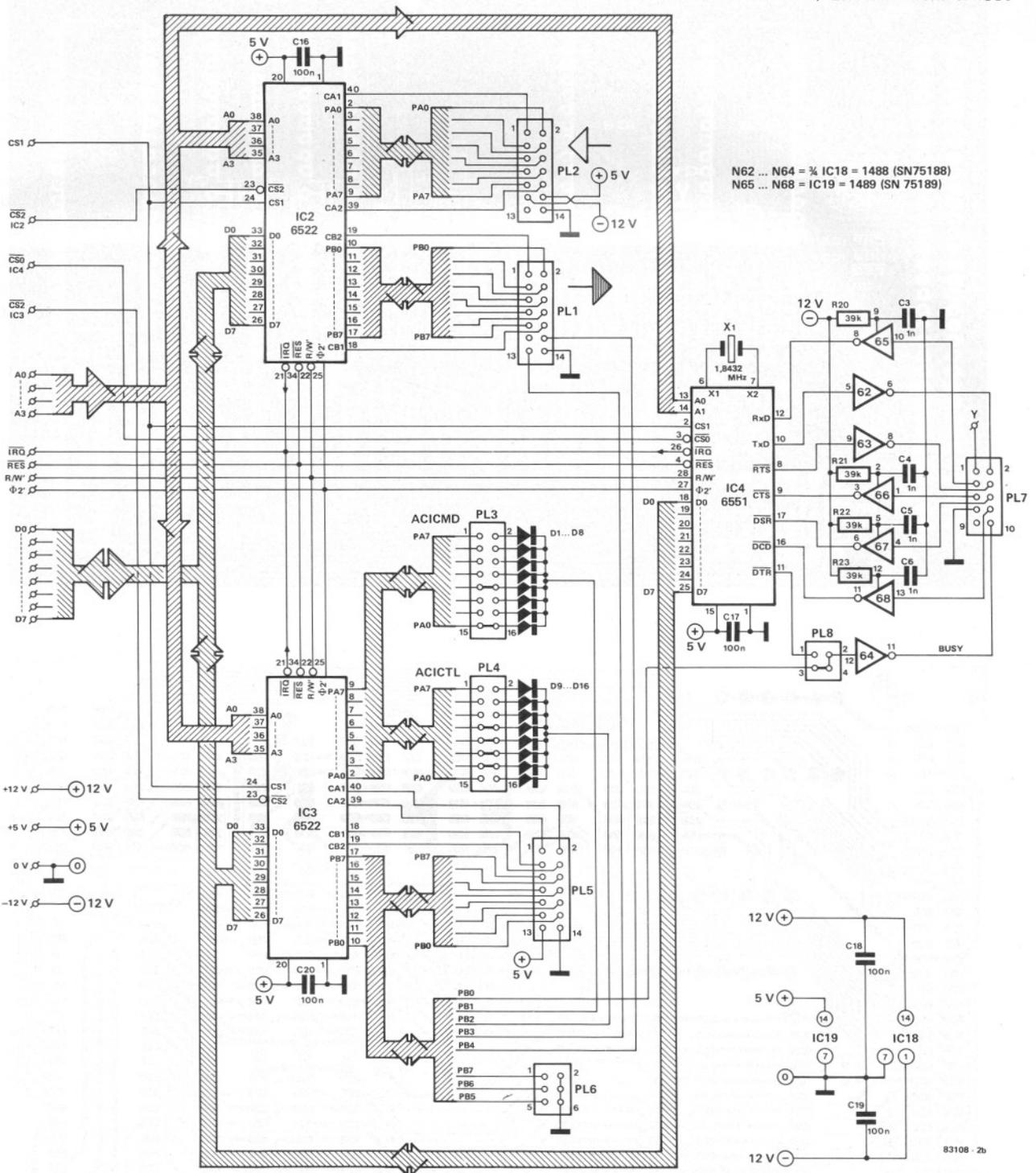


stand des Prozessors beim Einschalten der Betriebsspannung. Mit einem Taster kann man diesen Zustand auch per Hand herstellen (Manual Reset). Die Karte enthält eine 64polige Messerleiste zum Anschluß an den Elektor-Bus. An diese Anschlußleiste sind Steuer-Bus, gepufferter Adressen-Bus, gepufferter Daten-Bus und die Betriebsspannungen +12 V, +5 V und -12 V angeschlossen. Schließlich noch etwas zu den VIA-Anschlüssen. Port A des ersten VIA wird mit einem Tastenfeld-Parallel-Anschluß und Port B mit einem Centronics-Anschluß verbunden. Port A und Port B des zweiten VIA werden zum Programmieren des ACIA (mit Kurzschluß-

steckern), des Bildformats (nur in Verbindung mit der VDU-Karte) und für einige andere Aufgaben verwendet. Diese "anderen Aufgaben" sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Schaltung

Mit Hilfe des Blockschemas kann man sich auch im Schalbild (Bild 2) zurechtfinden. Der Mikroprozessor ist mit IC1 bezeichnet. Zwischen Prozessor und Adressen- und Daten-Bus liegen die Tri-State-Puffer N11 ... N58. Der Taktgenerator ist mit den beiden Gattern N1 und N2 aufgebaut. Das Taktsignal gelangt über die beiden Teiler FF1 und FF2 an den Prozessor. Mit Stecker



PL14 kann man die gewünschte Taktfrequenz einstellen. Werden die Punkte M und N miteinander verbunden, dann sind die Flipflops außer Betrieb, und man kann einen völlig anderen Takt anlegen.

Die Reset-Schaltung besteht aus N71, N72 und N73. Das Netzwerk R17/C1 sorgt dafür, daß der Reset-Eingang des Prozessors etwa 0,5 Sekunden nach Einschalten der 5-V-Betriebsspannung freigegeben wird. An die Punkte P und Q kann man wahlweise einen Taster mit Ruhekontakt (!) für die Möglichkeit des "Manual Reset" anschließen. Bei automatischem Reset werden die Punkte P und Q kurzgeschlossen!

Den Adressen-Dekoder für die VIAs IC2 und IC3 und den ACIA IC4 bildet N59. N60 ist der Adressen-Dekoder für das RAM IC5, und N61 bildet den Adressen-Dekoder für das EPROM IC6.

An den ACIA ist ein Quarz angeschlossen, der in Verbindung mit dem internen Oszillator und Teiler die verschiedenen Übertragungsgeschwindigkeiten erzeugt. Mit den Gattern N62... N68 erfolgt die Pegelanpassung für die RS232-Schnittstelle. Hier erfolgt die "Übersetzung" der symmetrischen Signale von der Schnittstelle nach den asymmetrischen (5 V) für den Prozessor und umgekehrt.

Bild 2. Ersetzt man die Blöcke in Bild 1 durch ICs, dann entsteht fast die vollständige Schaltung. Nur die zahlreichen Verbindungsleitungen sind hier etwas verwirrend.

83108 - 2b

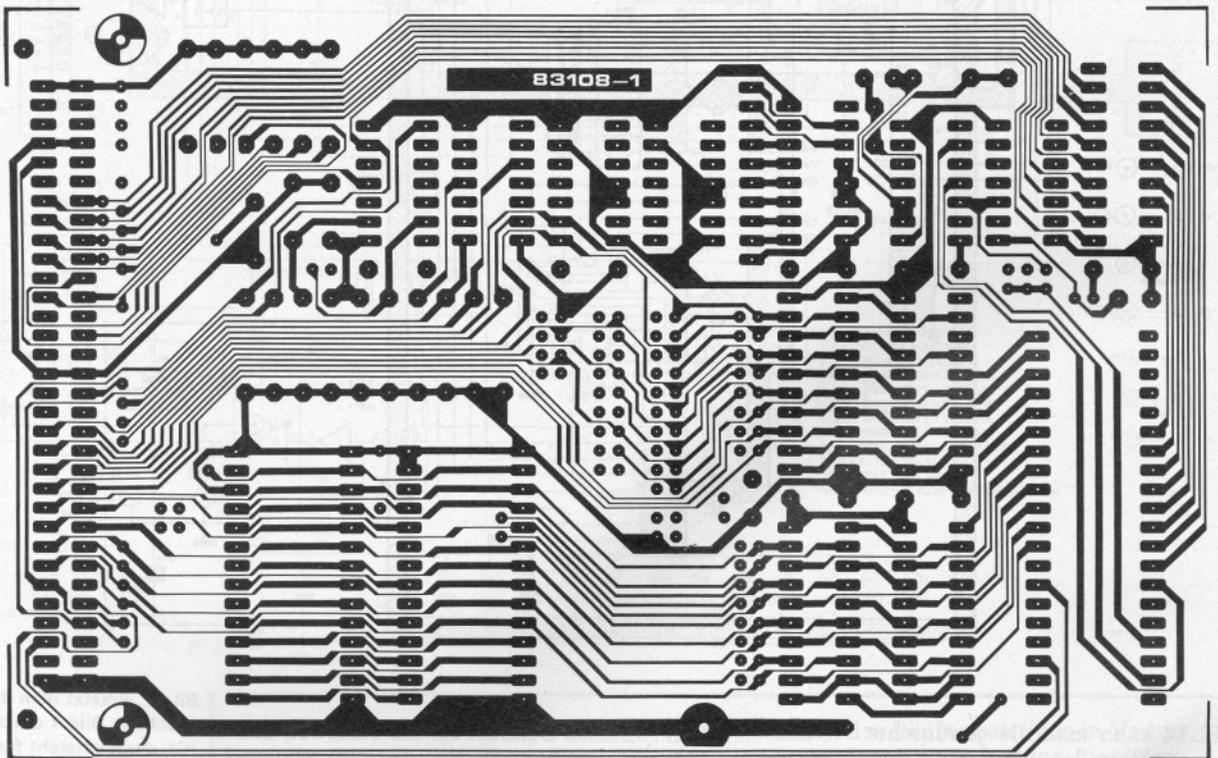
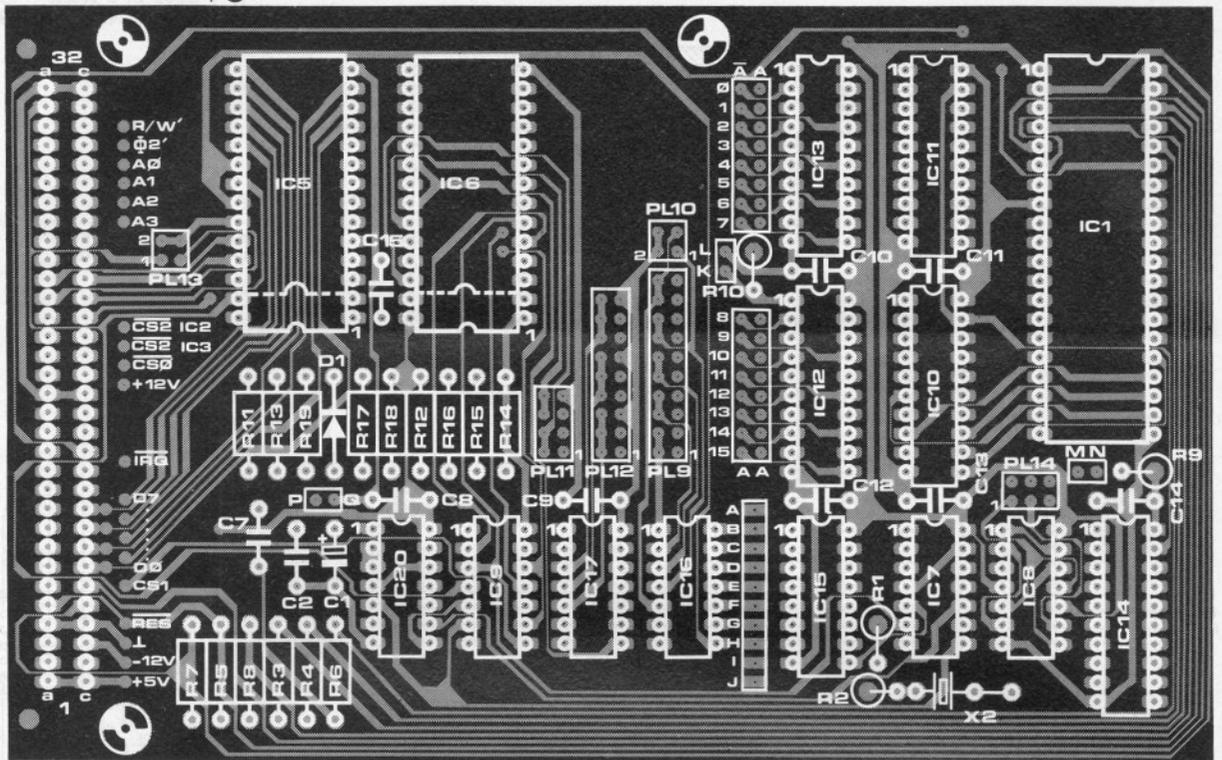


Bild 3. Die doppelseitige, große Platine mit CPU, RAM, EPROM, Takt-generator und Reset-Schaltung.

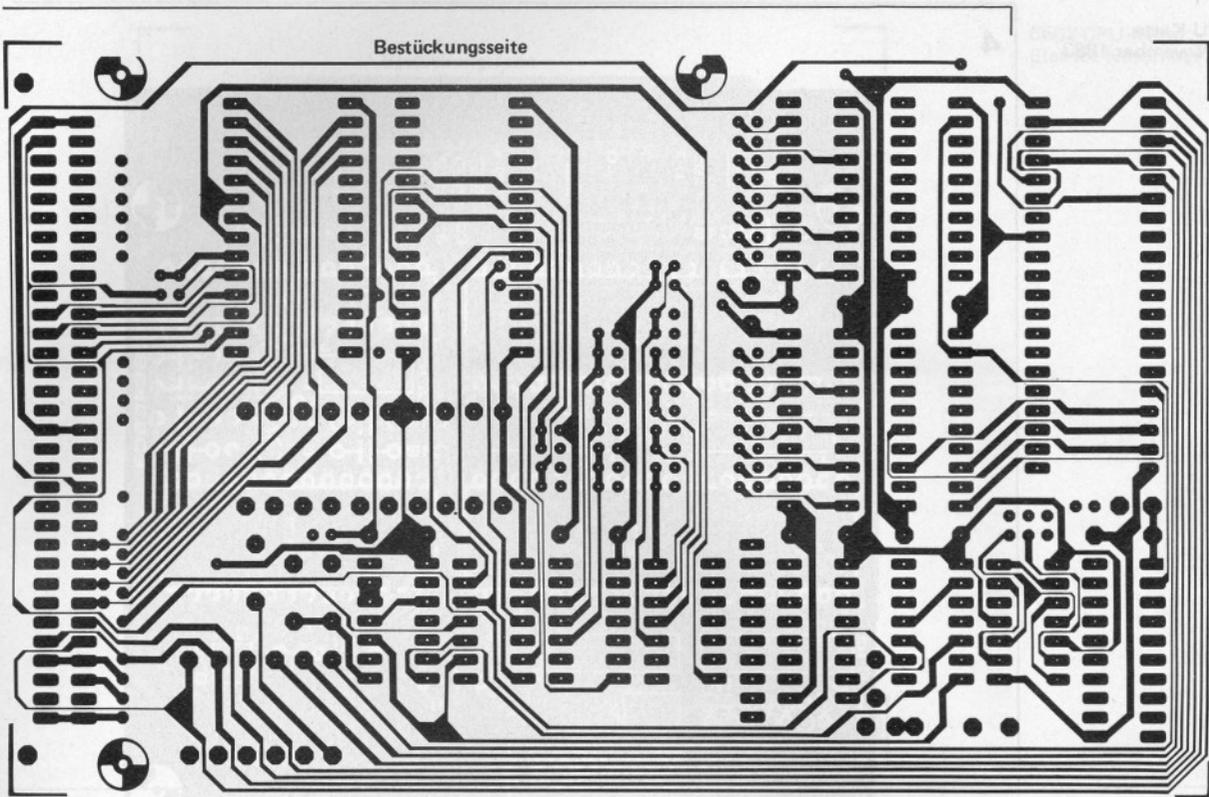
Die Schaltung enthält einige Anschlußleisten, die normalerweise nicht auf einer Prozessor-Karte zu finden sind, die aber hier notwendig sind, damit die Anwendungs- und Programmiermöglichkeiten recht universell sein können.

Die Karte zieht in der Normal-Version (ohne CMOS-CPU) 100 mA an +/-12 V und 1 .. 1,5 A an +5 V. Man kann auch die CMOS-CPU einsetzen und auch für die anderen

Bausteine CMOS-Typen wählen. Der Stromverbrauch reduziert sich dann auf insgesamt etwa 100 mA, so daß sogar Batterie- oder Akku-Betrieb möglich wird.

Der Aufbau

In den Bildern 3 und 4 sind Layouts und Bestückungspläne für die beiden Platinen der CPU-Karte zu erkennen. Zwei Platinen für einen Ein-Platinen-Computer? Wie reimt sich



Stückliste		Kondensatoren:	IC4 = 6551 (65C51)	IC14 = 74LS245	außerdem:
Widerstände:	C1 = 47 μ /6 V Tantal	C2, C7 ... C20 = 100 n	IC5 = 5516, 5564 (6116, 6164)	IC15 = 74S133 (74ALS133)	X1 = 1,8432-MHz-Quarz
R1, R2, R11 ... R16 = 470 Ω	C3 ... C6 = 1 n	Halbleiter:	IC6 = 2716, 2732, 2764, 27128	IC16, IC17 = 74LS30	X2 = 4-MHz-Quarz
R3 ... R10, R18, R19 = 5k6	D1 ... D16 = 1N4148	IC1 = 6502 (65C02)	IC7 = 74LS04	IC18 = 1488 (SN 75188)	64polige Messerleiste nach DIN 41612
R17 = 10 k	IC2, IC3 = 6522 (65C22)	IC9 = 74LS01	IC8 = 74LS74	IC19 = 1489 (SN 75189)	evtl. Steckverbinder (Kurzschlußstecker)
R20 ... R23 = 39 k		IC10 ... IC13 = 74LS240	IC9 = 74LS01	IC20 = 74LS06 (74LS05)	Platine 83108-1
					Platine 83108-2

Tabelle 1.

Anschlußleiste	Verbindung	Funktion	Anschlußleiste	Verbindung	Funktion
PL1	entfällt	Tastefeld-Parallel-Anschluß	PL8	1-2 3-4	"langsameres Modem "schnelles" VT 52-Terminal
PL2	entfällt	Centronics-Anschluß	PL9	abhängig von der Anwendung, siehe z.B. "CPU + VDU = Terminal" in diesem Heft	Adressen-Dekodierung RAM
PL3	siehe Tabelle 1a	ACIA-Programmierung: Baudrate (50 ... 19200 Bd) 5, 6, 7, 8 Datenbits 1; 1,5; 2 Stoppbits Takt intern/extern	PL10 PL13		
PL4	siehe Tabelle 1a	ACIA-Programmierung: Interrupt enable/disable IRQ-Leitung enable/disable Transmitter-Steuerung Parität gerade/gleich/ungerade Parität "mark/space" Betriebsart "normal/echo"	PL11 PL12		
PL5	entfällt	Port- und Steuerleitungen	PL14	5-6 1-2 3-4	Taktfrequenz 4 MHz 2 MHz 1 MHz
PL6	siehe "CPU + VDU = Terminal" in diesem Heft	Bildformat in Verbindung mit VDU-Karte		M-N P-Q	externer Takt autom. Power-on-Reset; evtl. Manual-Reset mit Taster (Ruhekontakt!)
PL7	entfällt	RS232-Anschluß			

das zusammen? Leider führte die universelle Auslegung der Schaltung wegen der zahlreichen Steckverbindungen, mit denen die Karte hardwaremäßig vorprogrammiert werden kann, auch zu einem großen Platzbedarf. Mit einfachen Worten: Es paßt nicht alles auf eine Platine im Eurokarten-Format. Das Eurokarten-Format konnte allerdings trotzdem beibehalten werden, weil wir eine Sandwich-Konstruktion aus einer Eurokarte

mit einer kleinen Zusatzplatine entwickelt haben. Beide Platinen sind doppelseitig kupferkaschiert, deshalb kontrollieren Sie bitte vor dem Aufbau, ob die Durchkontaktierungen in Ordnung sind. Ist der Test zufriedenstellend verlaufen, dann können alle Widerstände, Kondensatoren, Quarze und Fassungen für die ICs eingelötet werden. Das gleiche geschieht anschließend mit den

Tabelle 1. Vorprogrammierungsmöglichkeiten der CPU-Karte. Hier werden die notwendigen Verbindungen angegeben.

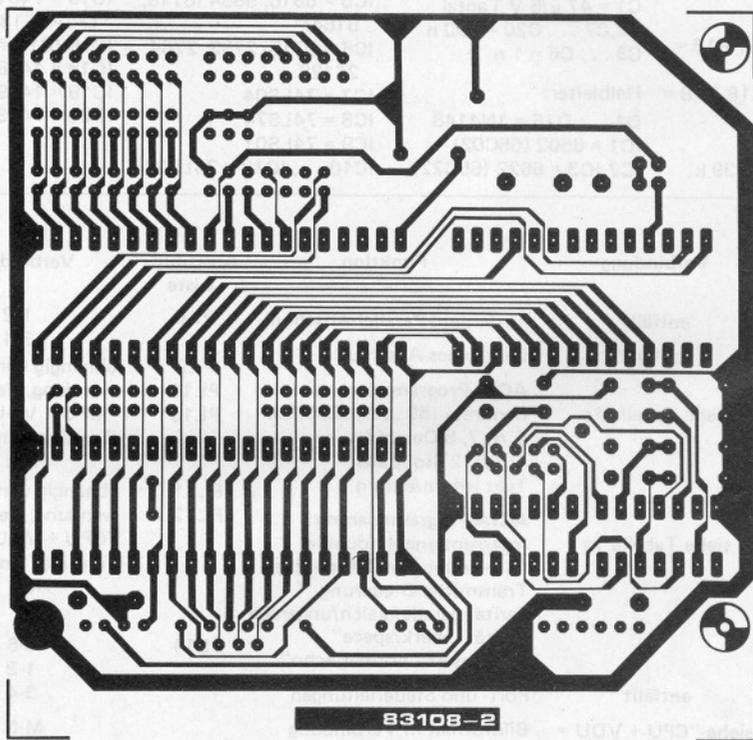
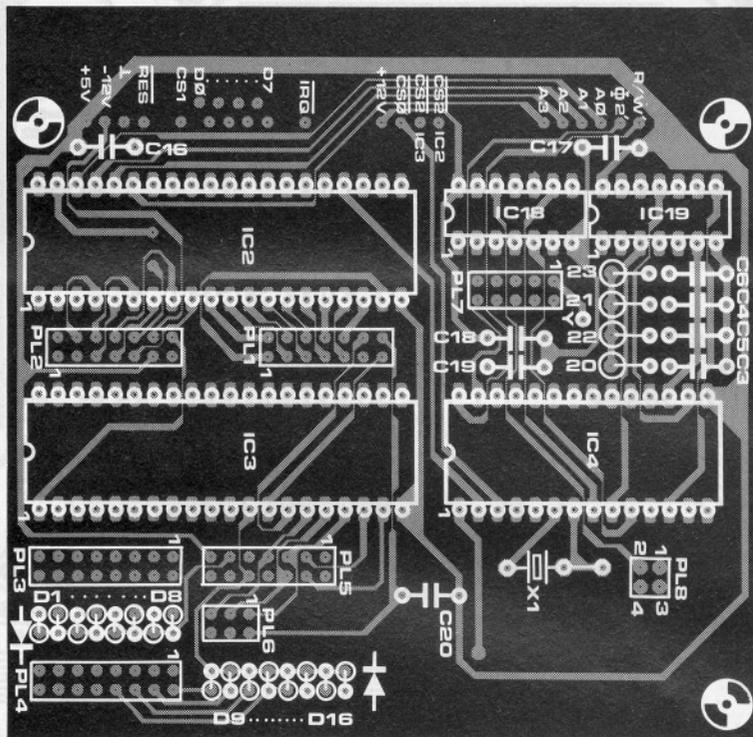


Bild 4. Diese Platine wird auf die große gesetzt und enthält die beiden VIAs und den ACIA mit zugehörigen Bauteilen.

Steckern (inklusive der 64poligen Anschlußleiste).

Für die Steckverbindungen kann man handelsübliche Typen nehmen, für die passende Kurzschlußstecker geliefert werden. So braucht man die Brücken später nicht zu löten, sondern kann sie einfach stecken. Solche Steckverbinder werden zum Beispiel von der Firma Fischer-Metroplast mit den Bezeichnungen SL 2 (Stecker) und CABO1Z (Brücken) hergestellt.

Sind alle Bauteile verlötet, dann kann man

die ICs in die Fassungen auf der großen Platine stecken. Werden 2716- oder 2732-EPROMs eingesetzt, dann steckt man sie so in die Fassung, daß Pin 1 des IC3 in Pin 3 der Fassung kommt. Anschließend werden anhand von Tabelle 1 die gewünschten Brücken gesteckt oder gelötet.

Nun befestigt man die kleine Platine an der großen (3 Abstandsrollchen einsetzen) und fertigt die notwendigen Verbindungsleitungen aus kurzen Drahtstücken. Die Leitungen sind im einzelnen: D0... D7, A0... A3,

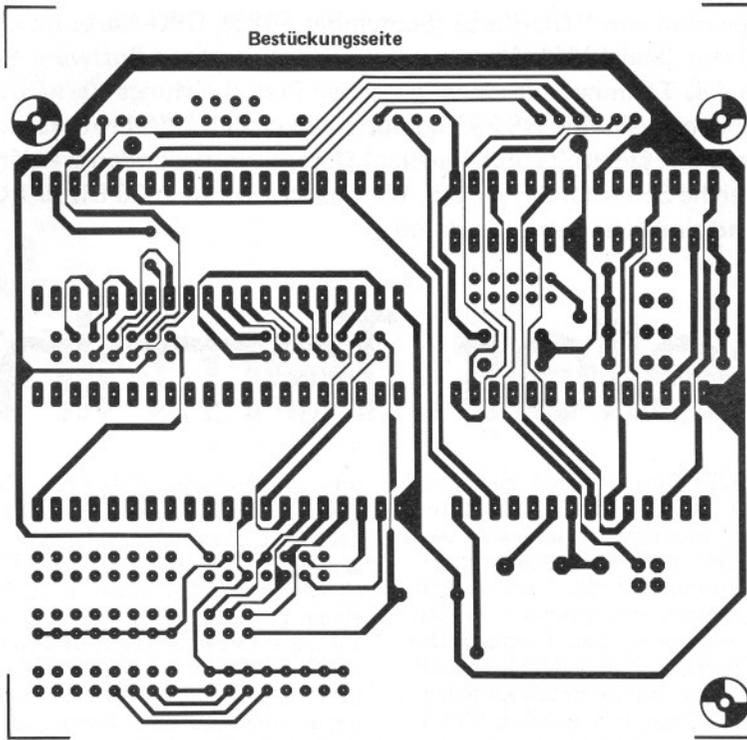


Tabelle 1a.

Anschlußleiste PL3				Anschlußleiste PL4					
Verbindung		Funktion		Verbindung		Funktion			
1-2		Zahl der Stoppbits:		1-2	3-4	5-6	Paritätsbit: keins (X = beliebig) ungerade gerade "mark" "space"		
0 (= offen)		1		X	X	0			
1 (= geschlossen)		2 (1,5 bei 5 bit Wortlänge)		0	0	1			
3-4		5-6		Wortlänge in bit:		Betriebsart: normal "echo"			
0		0		8					
0		1		7					
1		0		6					
1		1		5		Transmitter-Steuerung: Transmitter-Interrupt disabled, \overline{RTS} -Pegel high, Transmitter Aus Transmitter-Interrupt enabled, \overline{RTS} -Pegel low, Transmitter Ein Transmitter-Interrupt disabled, \overline{RTS} -Pegel low, Transmitter Ein Transmitter-Interrupt disabled, \overline{RTS} -Pegel low, Transmitter unterbrochen			
7-8		Baudrate-Generator:		9-10	11-12				
0		extern		0		0			
1		intern							
9-10		11-12		13-14		15-16		Baudrate in Bd: 50 75 109,92 134,58 150 300 600 1200 1800 2400 3600 4800 7200 9600 19200 16mal ext. Takt	
0		0		0		1			
0		0		1		0			
0		0		1		1			
0		1		0		0			
0		1		0		1			
0		1		1		0			
0		1		1		1			
1		0		0		0			
1		0		0		1			
1		0		1		0			
1		0		1		1			
1		1		0		0			
1		1		0		1			
1		1		1		0			
1		1		1		1			
0		0		0		0			
								13-14	
								0	
								1	
								15-16	
								0	
								1	

$\overline{CS0}$, $CS1$, $\overline{CS2}$, $\Phi 2'$, R/W' , \overline{RES} , \overline{IRQ} , +12 V, -12 V, +5 V und \perp . Schließlich werden auch auf der kleinen Platine die Brücken gelegt und die ICs in die Fassungen gesteckt. Passende Stecker-Leisten für Centronics- oder RS232-Schnittstellen kann man nun ebenfalls anschließen. Nicht die Verbindungen zum Adressen-Dekoder N59 vergessen! Damit ist die CPU-Karte einsatzbereit.

Speicher-Kapazität von EPROM und RAM und das im EPROM gespeicherte Programm

hängen natürlich davon ab, in welchem System die CPU-Karte arbeiten soll. Werfen Sie zum Schluß bitte noch einmal einen Blick auf Tabelle 1. Darin sehen Sie, welche Verbindungen für eine bestimmte Anwendung hergestellt werden müssen. Bei einer so vielseitigen Schaltung, wie der CPU-Karte, wird die Wichtigkeit dieser Tabelle sehr schnell deutlich!

Tabelle 1a. Genaue Beschreibung der ACIA-Programmierung mit Verbindungen auf den Anschlußleisten PL3 und PL4.