

sowie 4 gemeinsame Tasten. Ferner besitzt der Spielcomputer einen Eingang für zwei Steuerknüppel ("joysticks"), und ein eingebauter Lautsprecher macht Geräuscheffekte hörbar. Die Programme können von einem direkt anschließbaren Kassettenrekorder aufgezeichnet werden; bei Bedarf lassen sie sich wieder in den Computer laden. Spielen kann mit dem TV-Spielcomputer sozusagen die ganze Familie, während das Programmieren den damit erfahreneren Familienmitgliedern vorbehalten ist.

Für universelle Anwendungen sind sowohl das SC/MP-System als auch der Junior-Computer geeignet. Diese beiden Mikrocomputer können nicht nur "ernsthafte" Aufgaben wie zum Beispiel das Steuern einer Heizungsanlage übernehmen, sondern sie sind für allerlei Spiele ebenso gut geeignet. Daneben verfügen beide Systeme über Einrichtungen, die bei der Entwicklung von Programmen Hilfestellung leisten.

Auch höhere Programmiersprachen gehören bei ihnen zum Bereich des Möglichen; für das SC/MP-System ist beispielsweise ein Tiny-BASIC-Interpreter lieferbar. Beim SC/MP-System werden alle Daten, Befehle usw. über ein Terminal eingegeben. Dieses besteht aus einer schreibmaschinenähnlichen Tastatur und einem TV-Gerät oder einem Drucker. Um mit dem SC/MP-System sinnvoll arbeiten zu können, ist das Terminal unentbehrlich. Geeignet ist unter anderem das im November und Dezember 1978 in Elektor beschriebene "Elekterterminal".

Ein wichtiger Vorteil des Terminals ist die von ihm geschaffene Möglichkeit, mit dem Computer auf einfache Weise in einer höheren Programmiersprache kommunizieren zu können. Die elementaren Bausteine einer solchen Sprache

sind nämlich nicht nur Ziffern, sondern auch Buchstaben und Sonderzeichen; eine alfanumerische Tastatur als Eingabe-Einheit ist deshalb unentbehrlich. Der Junior-Computer ist in seiner Grundform (ohne SC/MP-Systemkomponenten) relativ einfach ausgestattet, was sich natürlich auf die Anschaffungskosten sehr positiv auswirkt. Hier dienen 23 auf der Platine befindliche Taster als Eingabe-Einheit; das Display besteht aus 6 Sieben-Segment-Anzeigen.

Mikroprozessoren

Wenn es um die Leistungsfähigkeit der einzelnen Mikroprozessor-Typen geht, erhitzen sich bisweilen die Gemüter. Der Prozessor ist schließlich das Herz des Computers; seine Eigenschaften bestimmen weitgehend die Technik des Programmierens (solange keine höhere Programmiersprache in den Computer "eingebaut" wird) sowie die Arbeitsgeschwindigkeit des Systems. Zunächst ist man geneigt anzunehmen, daß der Prozessor den Vorzug verdient, dessen Befehlsliste den größten Umfang hat, und der mit der höchsten Geschwindigkeit arbeitet. Dies ist jedoch nicht ganz richtig. Ein Prozessor mit einem Befehlssatz von mehreren hundert Befehlen läßt sich weniger leicht handhaben als ein anderer Typ mit übersichtlicherem Befehlssatz. Die Praxis hat gezeigt, daß der Programmierer möglichst alle Befehle und ihre Wirkungen im Gedächtnis haben muß, und dies ist natürlich umso schwieriger, je länger die Liste der Befehle ist.

Eine höhere Geschwindigkeit des Mikroprozessors bringt nur dann uneingeschränkt Vorteile, wenn nicht gleichzeitig auch schnellere (und damit teurere!) Speicherbausteine erforderlich sind. Die Bedeutung der Arbeitsge-

schwindigkeit wird manchmal überschätzt; sie spielt in der Praxis erst bei Anwendung höherer Programmiersprachen oder bei sehr komplexen mathematischen Operationen eine Rolle.

Grundsätzlich ist jedoch ein schnellerer Prozessor einem langsamen vorzuziehen. Ein anderer wichtiger (wenn nicht sogar der wichtigste) Gesichtspunkt für die Auswahl eines Prozessortyps ist die Menge der verfügbaren Software. Im allgemeinen arbeiten Programme eines fremden Systems nach kleinen Änderungen auch auf dem eigenen, sofern beide Systeme mit dem gleichen Prozessor bestückt sind. In dieser Hinsicht schneidet der 6502 am besten ab; hierzu trug wesentlich die Popularität des Mikrocomputers "KIM" bei. Doch auch andere mit dem 6502 arbeitende Mikrocomputer sind weit verbreitet. So kommt es, daß die Anzahl der allgemein zugänglichen 6502-Programme mit Abstand an der Spitze liegt.

Doch zurück zu den Elektor-Mikrocomputersystemen: Alle drei Systeme arbeiten mit anderen Prozessoren. Im TV-Spielcomputer befindet sich der 2650 von Signetics, im SC/MP-System der INS 8060 von National und im Junior-Computer der 6502 von Rockwell. Der SC/MP (INS 8060) ist der einfachste und langsamste von ihnen, während der 6502 die meisten Möglichkeiten bietet und mit der höchsten Geschwindigkeit arbeitet. Zwischen diesen beiden Prozessoren steht der 2650.

Die relativ niedrige Arbeitsgeschwindigkeit des SC/MP hat dazu geführt, daß für das Elektor-SC/MP-System vom Handel auch Prozessorkarten angeboten werden, die den Prozessortyp Z-80 enthalten. Die Entwicklung der Z-80-Karte geschah jedoch nicht auf Initiative

2

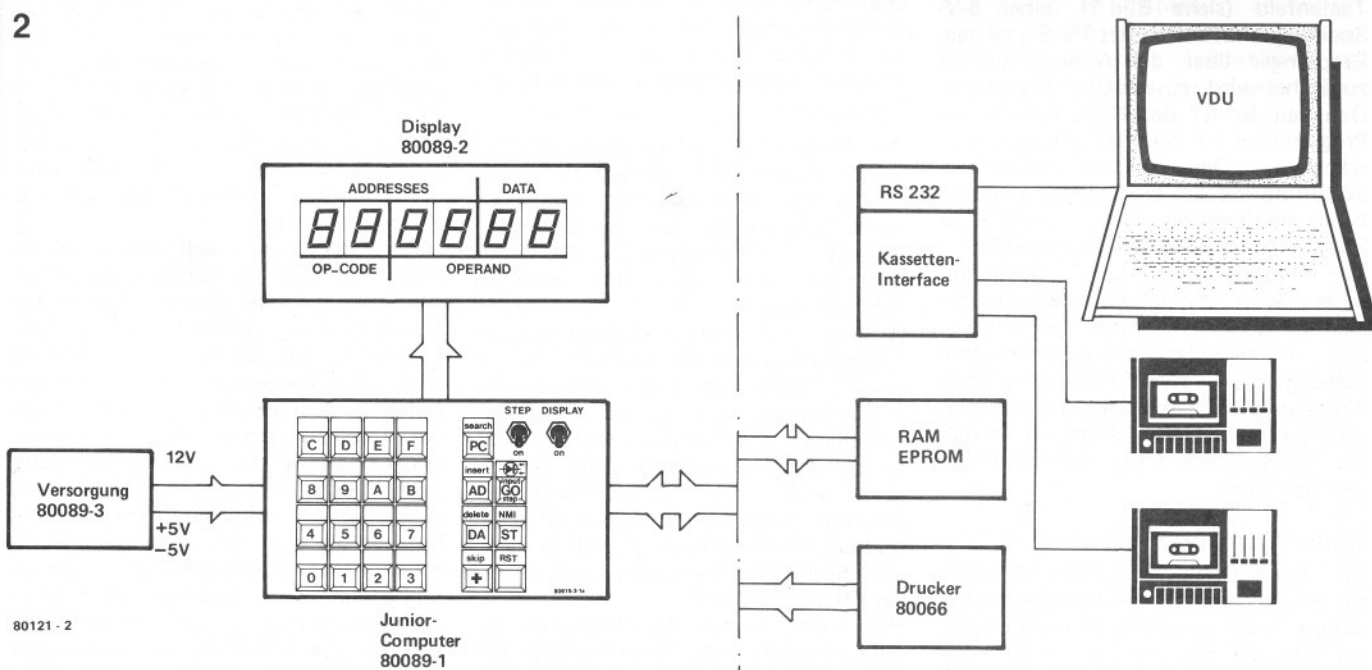
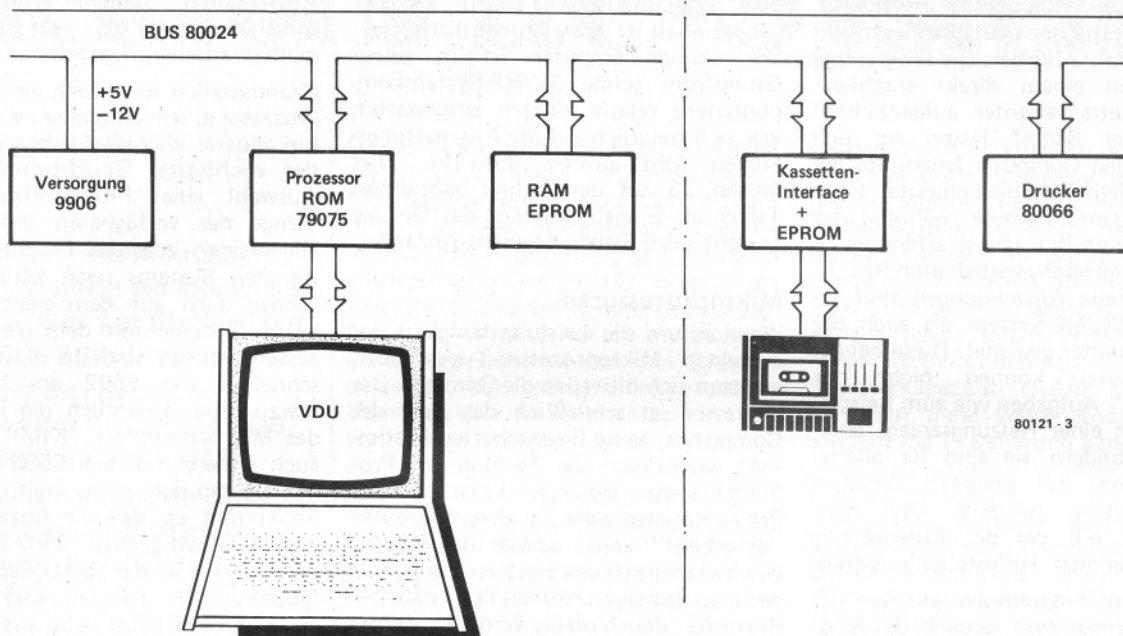


Bild 2. Links von der vertikalen Trennungslinie ist das Basissystem des Junior-Computers dargestellt. Die Erweiterungen rechts im Bild können nach Belieben hinzugefügt werden.



80121 - 3

Bild 3. Zum SC/MP-System in dieser Form gehört ein Terminal. Da die Prozessorkarte zur Aufnahme eines Tiny-BASIC-Interpreter-ROMs vorbereitet ist, kann das System bereits mit Basic arbeiten. Mögliche Erweiterungen zeigt die rechte Bildhälfte.

von Elektor; eine Beschreibung wurde in Elektor bisher nicht veröffentlicht. Zum Abschluß wird nachfolgend der Hardware-Aufbau aller drei Elektor-Systeme kurz umrissen; ferner werden die verschiedenen Ausbaumöglichkeiten genannt. Da das an dieser Stelle nur in Kurzform möglich ist, sind weiterführende Informationen den Artikeln zu entnehmen, die das betreffende System beschreiben.

TV-Spielcomputer

Die Hardware des Spielcomputers besteht aus einer Hauptplatine und dem Tastenfeld (siehe Bild 1), einer 5-V-Speisung und, sofern das TV-Signal dem Empfänger über die Antennenbuchse zugeführt wird, einem UHF-Modulator. Daneben ist für das Konservieren von Programmen ein Kassettenschnittstelle notwendig. Die Kassettenschnittstelle-Schaltung, die das Überspielen vom und zum Band ermöglicht, gehört zur Standardausrüstung der Hauptplatine. Das Programmieren des TV-Spielcomputers wird durch sein Monitor-Programm stark erleichtert. Es enthält eine umfangreiche Fehlersuchroutine (debugging) mit zwei Breakpoints. Zwei direkt anschließbare Steuerknüppel (joysticks) runden die Hardware ab, so daß die Spielmöglichkeiten praktisch unbegrenzt sind.

Junior-Computer

Der Junior-Computer gehört ebenfalls zu den sogenannten Einplatinen-Computern. Auch er benötigt eine Speisung, die hier die Spannungen +5 V, -5 V und -12 V liefern muß (siehe Bild 2). Das Tastenfeld für die Eingabe befindet sich auf der Platine und ist nicht wie beim TV-Spielcomputer separat aufge-

baut. Informationen des Computers erscheinen auf 6 Sieben-Segment-Anzeigen. Das Display sitzt auf einer kleinen Hilfsplatine, die für eine bequeme Ablesung schräg auf die Hauptplatine montiert wird. Hauptplatine, Displayplatine und Speisung bilden das kleinste mögliche System. Die Erweiterung mit einem Kassettenschnittstelle für zwei Rekorder ist leicht möglich. Auf der Hauptplatine des Junior-Computers ist eine Kontaktleiste angebracht, die die Verbindung zum SC/MP-Bus herstellt. Dies ist beispielsweise für die Erweiterung der RAM- oder ROM-Kapazität wichtig. Auf der Junior-Computer-Platine befindet sich ein 1-KByte-RAM und ein 1-KByte-EPROM; letzteres enthält das Monitor-Programm.

Der Monitor des Junior-Computers ist recht komfortabel ausgestattet. Ein sogenannter Hex-Assembler ermöglicht die Verwendung von symbolischen Adressen bei Sprungbefehlen. Der Computer berechnet dann die absoluten Adressen selbst.

Will man in Assembler oder mit höheren Programmiersprachen arbeiten, so ist ein Terminal notwendig. Dieses läßt sich ebenfalls über die Kassettenschnittstelle-Platine anschließen; allerdings wird für die dann notwendige höhere Intelligenz auch mehr EPROM-Kapazität benötigt. Diese nimmt die 8-K-EPROM- und 8-K-RAM-Karte des SC/MP-Systems auf, die Elektor im Herbst dieses Jahres veröffentlichen wird.

Hier noch einmal das Wichtigste zusammengefaßt: Das Minimalsystem des Junior-Computers wird im Hexadezimalcode (Ziffern 0...F) programmiert. Für das Speichern von Programmen auf Band ist zusätzlich die Kassettenschnitt-

stelle-Platine notwendig. Das Arbeiten mit Hilfsmitteln wie Editor, Assembler, Disassembler oder in höheren Programmiersprachen (zum Beispiel BASIC) erfordert zusätzliche EPROM- bzw. RAM-Kapazität.

SC/MP-System

Da das SC/MP-System modular aufgebaut ist, sind mehrere unterschiedliche Systemkonfigurationen möglich (siehe Bild 3). Das Minimalsystem besteht aus zwei Karten: Der Prozessorkarte und der 8-K-EPROM- und 8-K-RAM-Karte. Auf der Prozessorkarte befindet sich auch ein Adreß- und Datenbuspuffer sowie ein RS-232-Interface für den Anschluß eines Terminals. Die 8-K-EPROM- und 8-K-RAM-Karte nimmt das in EPROMs gespeicherte Monitorprogramm und das RAM (den Arbeitsspeicher) auf. Das RAM kann ganz nach Wunsch von 1 K bis auf 8 K ausgebaut werden.

Das SC/MP-System läßt sich in dieser Form nur über ein Terminal bedienen. Auf dem aus zwei Karten bestehenden Minimalsystem können bereits Programme laufen, die in BASIC abgefaßt sind. Die Prozessorkarte ist nämlich mit einer IC-Fassung ausgerüstet, in die das BASIC-Interpreter-ROM nur eingesteckt zu werden braucht. Auf Band lassen sich Programme aufzeichnen, wenn eine Kassettenschnittstelle-Platine hinzugefügt wird. Mit Hilfe der Metallfoliendrucker-Interface-Karte können schließlich auch Listings von Daten oder Programmen ausgedruckt werden. Die für das SC/MP-System benötigten Speisespannungen hängen von der Wahl der EPROMs ab. Die auf der 8-K-EPROM- und 8-K-RAM-Karte befindlichen EPROMs vom Typ 2716

4

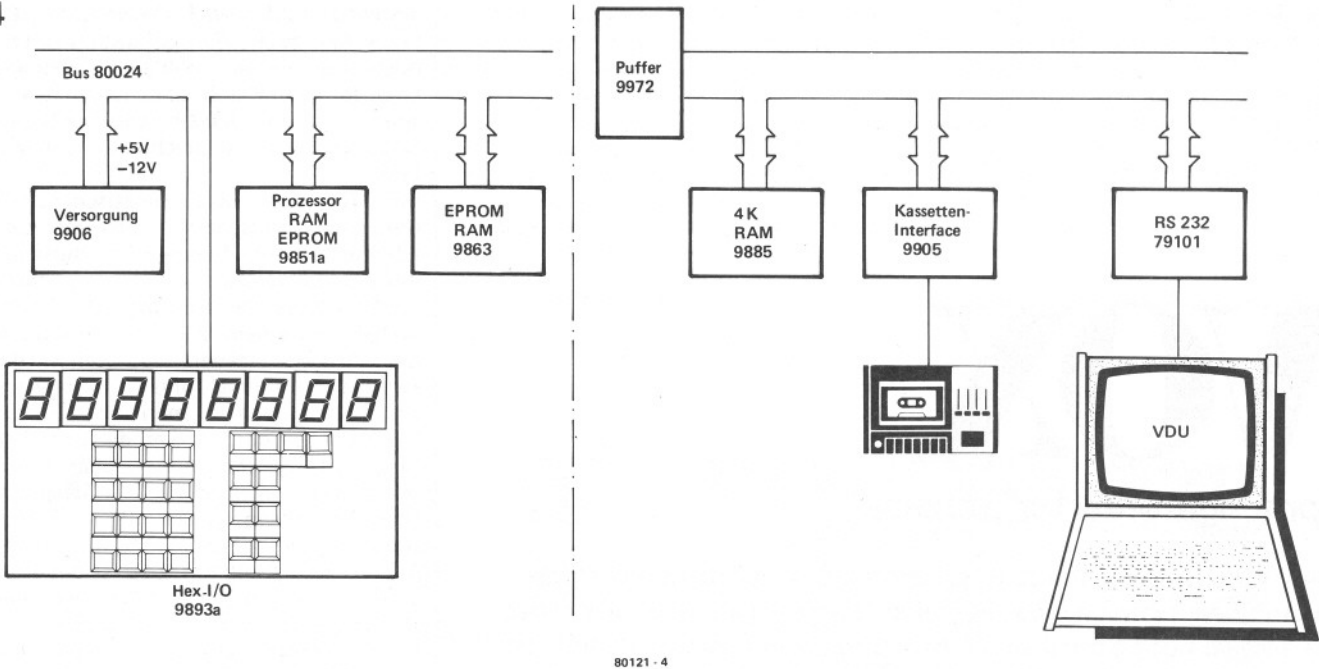


Bild 4. Das SC/MP-System kann für den Anfang auch mit einer hexadezimalen Ein- und Ausgabe aufgebaut werden. Erweiterungen sind hier ebenfalls rechts im Bild dargestellt.

arbeiten mit einer einzigen Spannung von +5 V. An Stelle des Typs 2716 kann auch der 2708 verwendet werden; dann halbiert sich allerdings nicht nur die EPROM-Kapazität der Karte, es sind zusätzlich zur Speisespannung +5 V die Spannungen +12 V und -5 V notwendig. Die EPROMs des Typs 5205 auf der Kassetteninterface-Karte machen zwei Speisespannungen erforderlich: +5 V und -12 V. Für das System ist eine Speisung vorhanden, die sich abgesehen vom Netztrafo auf der Busplatine befindet. Diese Speisung liefert die beiden auf dem SC/MP-Bus verfügbaren Speisespannungen +5 V und -12 V. Außer den bis jetzt genannten Modulen sind auch noch einige Karten aus der Aufbauphase des SC/MP-Systems erhältlich. Ein kleineres SC/MP-System kommuniziert mit der Außenwelt über ein

hexadezimalen Tastenfeld und 8 Sieben-Segment-Anzeigen (siehe Bild 4). Die Struktur dieses Systems zeigt weitgehende Ähnlichkeit mit dem Aufbau des Junior-Computers in seiner einfachsten Form. Aus den älteren Karten läßt sich ein System wie folgt zusammenstellen: Die Prozessorkarte und die Erweiterungskarte bilden den eigentlichen Computer. Die Datenleitungen sind nicht gepuffert, so daß ein Ausbau des Systems nur in Grenzen möglich ist. Plant man umfangreichere Erweiterungen, so kann eine Datenbuspuffer-Platine hinzugefügt werden. Das in EPROMs abgelegte Monitor-Programm umfaßt 1,5 KByte, während dem Benutzer ein 1-KByte-RAM als Arbeitsspeicher zur Verfügung steht. Eine Erweiterung der RAM-Kapazität ist mit der 4-K-RAM-Karte möglich.

Die Ein- und Ausgabe von Informationen erfolgt mit 26 Drucktasten und 8 Sieben-Segment-Anzeigen auf der Hex-I/O-Platine. Für das Aufzeichnen von Programmen auf Magnetband ist noch eine kleine Hilfsplatine notwendig. An dieses System läßt sich auch ein Terminal anschließen. In diesem Fall wird eine weitere kleine Hilfsplatine (RS-232-Interface) benötigt, während die Hex-I/O-Platine entfällt. Bild 4 zeigt schematisch den Aufbau des Systems, das übrigens auch in dem Buch "µComputer für den Selbstbau, Band 1" beschrieben ist. Aus Bild 5 ist schließlich ersichtlich, welche Modulen zum Elektterminal gehören. Eine genaue Beschreibung des Terminals enthält der zweite Band "µComputer für den Selbstbau".

5

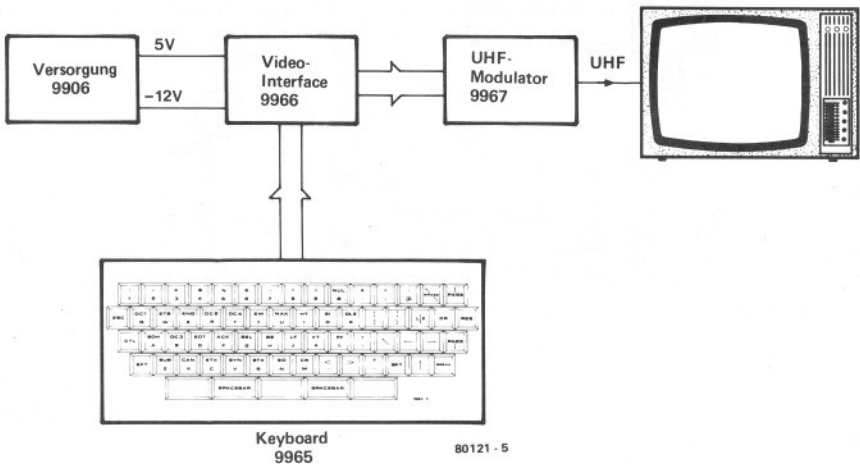


Bild 5. Das Elektterminal benutzt einen gewöhnlichen TV-Empfänger als Datensichtgerät. Auf seinen Schirm werden 16 Zeilen mit jeweils 64 Zeichen geschrieben.

Welches System für welchen Zweck?

Die Gegenüberstellung der drei bisher von Elektor publizierten Selbstbau-Mikrocomputersysteme machte deutlich, daß die einzelnen Systeme recht unterschiedliche Interessen befriedigen: Das SC/MP-System wendet sich an Spezialisten, die ihr System "nach Maß" ausbauen möchten, wann immer es ihnen gefällt. Der TV-Spielcomputer zielt mehr auf das spielerische Element im Menschen ab; er ist vielleicht für manchen das, was anderen die elektrische Eisenbahn bedeutet. An die Bedürfnisse des Newcomers wurde dagegen der Junior-Computer angepaßt: Das leicht und kostengünstige aufzubauende Grundsystem läßt sich Schritt für Schritt zum Komplettsystem erweitern.