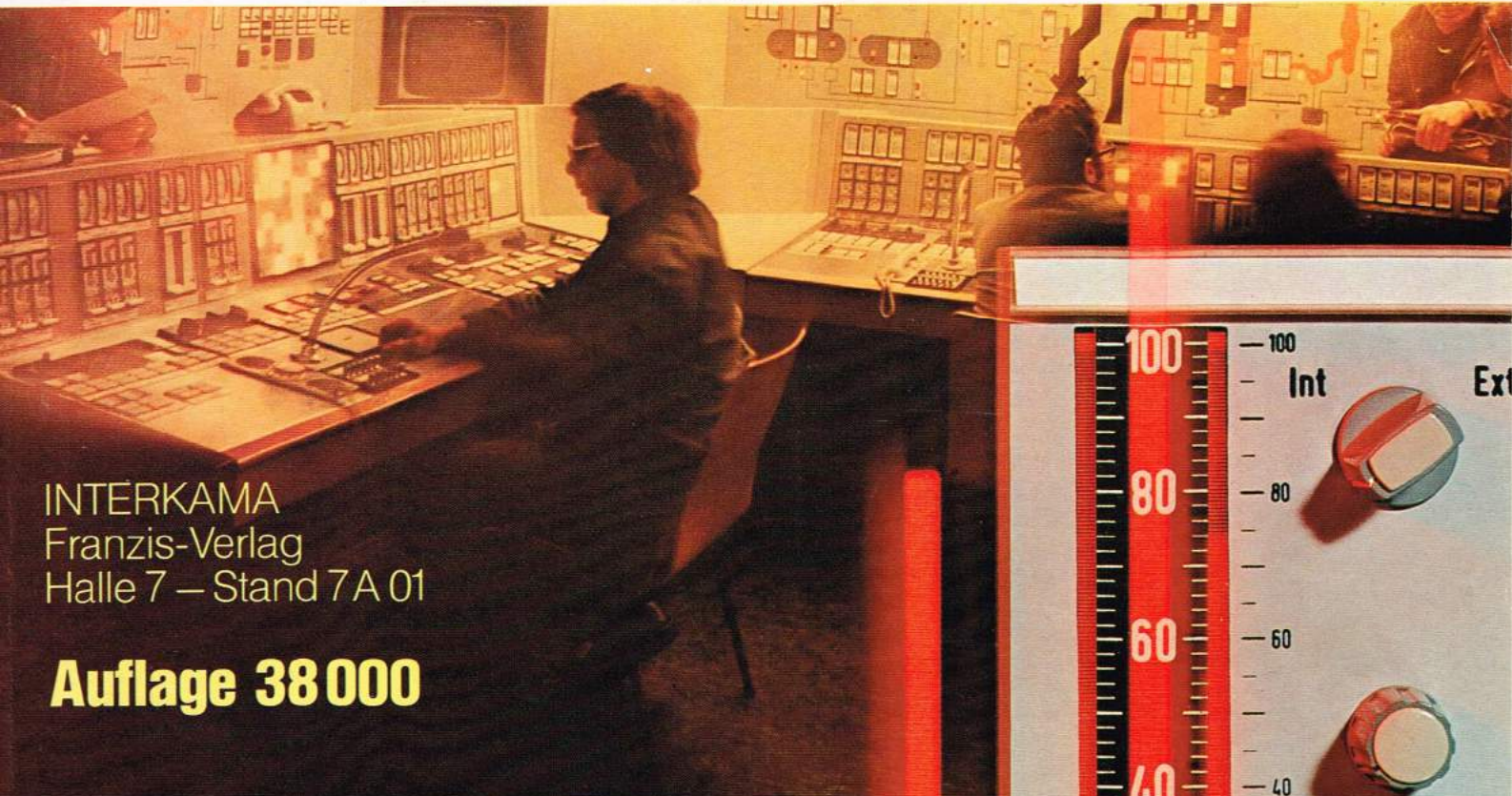


Vorschau auf die INTERKAMA – REPORT: IEC-Bus Leitsystem mit dezentraler Intelligenz

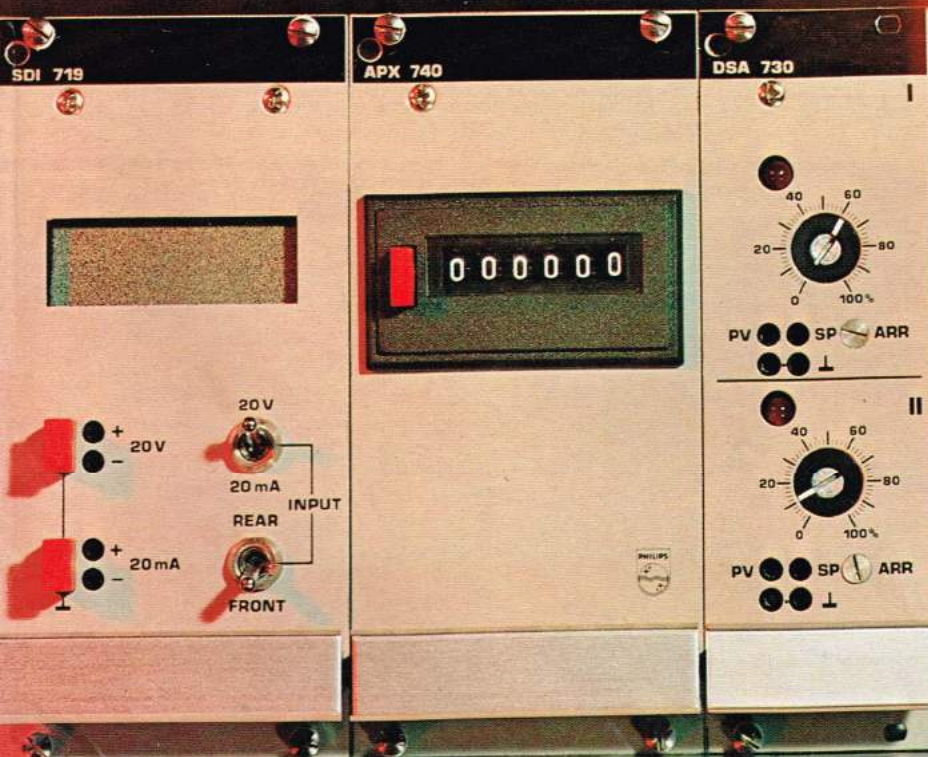


Magnetblasenspeicher für Mikrocomputer – Datensichtgerät
REPORT: Bipolare Mikroprozessoren – μ P-Programmierbeispiele



INTERKAMA
Franzis-Verlag
Halle 7 – Stand 7 A 01

Auflage 38 000



Dipl.-Ing. Marco Barnig

Bilderzeugung bei grafischen Oszilloskop-Datensichtgeräten

Obwohl bei industriellen Datensichtgeräten die ersten Geräte mit Gasentladungs-Anzeigeeinheiten (*plasma panel*) auf dem Markt erscheinen, wird die Elektronenstrahlröhre als Anzeigeeinheit nicht so schnell verdrängt werden [1]. Bei der Realisierung billiger Datensichtgeräte in Verbindung mit Mikroprozessoren hat sich die Verwendung handelsüblicher Fernsehempfänger als Anzeigeeinheit mittlerweile als Standardlösung eingebürgert. Die Verwendung eines Elektronenstrahloszilloskops als schnelles Display wurde zwar schon mehrmals beschrieben [2, 3, 4, 5], ist aber nach wie vor wenig verbreitet. Dieser Beitrag zeigt, daß nicht nur bei alphanumerischen, sondern auch bei universellen grafischen Datensichtgeräten das Oszilloskop gegenüber dem Fernsehempfänger einige Vorteile bietet (z. B. einfache Hardware und Software); er soll keine Bauanleitung sein, sondern Anreize für eigene Entwicklungen liefern.

1 Grundlagen und Übersicht

Alphanumerische Datensichtgeräte dienen zur Ausgabe von Zahlen, Texten und Sonderzeichen, grafische Datensichtgeräte zur Ausgabe von Diagrammen, Kurven, Kennlinien und Bildern. Datensichtgeräte, die lediglich die Darstellung einer Kurve erlauben, werden als Spezialfall ausgenommen. In diesem Beitrag werden nur solche Systeme betrachtet, die jedem Punkt auf der Abszissenachse (x-Achse) mehrere Punkte auf der Ordinatenachse (y-Achse) zuordnen können. Bild 1 zeigt die vier wichtigsten Funktionseinheiten von Datensichtgeräten. Benutzt man als Anzeigeeinheit ein Elektronenstrahl-Oszilloskop ohne Speicherröhre, so benötigt man einen Bildwiederholpeicher. Verwendet man als Bildspeicher einen Teil des Mikroprozessor-Arbeitsspeichers (transparenter DMA-Betrieb), dann kann man die meisten Dateneingabeelemente als separate Funktionseinheiten betrachten. Das Einlesen der Daten in den reservierten Speicherteil kann nämlich unabhängig vom Sichtgerät erfolgen. Im Falle der Ausgabe von Informationen aus dem Rechner sind keine Ausgaberroutinen und somit auch keine Rückmeldungen erforderlich. Im Falle der Eingabe von Daten, z. B. über eine Tastatur oder über einen Steuerknüppel, erfolgt die notwendige Rückkopplung zwischen Sichtgerät und Speicher über den Benutzer.

Eine Ausnahme stellen die bildschirmgebundenen Koordinateneingabegeräte dar, da sie als einzige eine hardwaremäßige Rückmeldung vom Datensichtgerät benötigen. Der bekannteste Vertreter dieser Geräte ist der Lichtgriffel; er wird im folgenden als einziges Dateneingabegerät betrachtet, das mit dem Sichtgerät gekoppelt ist. Die kontinuierliche Zeichenerzeugung war das Merkmal der in [5] beschriebenen Erzeugungsprinzipien bei der Verwendung eines Oszilloskops als Anzeigeeinheit für ein alphanumerisches Datensichtgerät. Bei grafischen Datensichtgeräten ist es schwierig, ein gemeinsames Merkmal für eine effiziente Bilderzeugung anzugeben. Grundsätzlich unterscheidet man drei Verfahren [6]:

- **Wahlfreie Ablenkung:** Die Linienzeugung erfolgt unter Verwendung von x- und y-Vektorkomponenten, von Linienendpunktkoordinaten oder durch direkte Ansteuerung von Einzelpunkten.
- **Teilbildorientiertes Rasterverfahren:** Das Bild wird in einzelne, aneinandergrenzende Felder aufgeteilt, und jedes Feld wird in ein Punkteraster zerlegt. Der Strahl durchläuft alle Punkte eines Feldes, bevor er zum nächsten Feld bewegt wird, die Bilderzeugung erfolgt durch die Helligkeitssteuerung des Strahls.
- **Zeilenrasterverfahren:** Das Bild oder die Kurve wird durch die wechselnde Intensität des zeilenförmig abgelenkten Elektronenstrahls aufgebaut.

1.1 Bilderzeugung mit wahlfreier Ablenkung

Die einfachste wahlfreie Ablenkung erfolgt durch die direkte sequentielle Ansteuerung von Einzelpunkten über D/A-Umsetzer (z. B. MAP-Darstellung bei Logikanalysatoren). Eine Kurve oder ein Zeichen läßt sich aus mehreren solchen Punkten darstellen. Tiefpässe zwischen den D/A-Umsetzern und den Oszilloskopeingängen verschleifen benachbarte Rasterpunkte, so daß kontinuierliche Kurven entstehen (Bild 2). Verwendet man Integratoren statt der Tiefpässe, dann kann man durch Vorgabe von Länge und Richtung einzelne Linien erzeugen und daraus Kurven oder Zeichen zusammensetzen. Als Integrator können sowohl analoge (Rampen) als auch digitale (Treppenkurven) Schaltungen eingesetzt werden. Der Vorteil der wahlfreien Ablenkung liegt darin, daß die Auflösung und die Speicherkapazität nicht linear zusammenhängen, wie das beim Zeilenra-

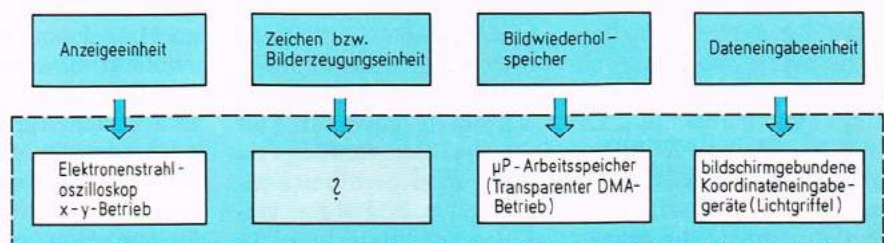


Bild 1. Aufteilung eines Datensichtgerätes in vier Funktionseinheiten

sterverfahren der Fall ist. So kann man mit kleinem Bildspeicher trotzdem eine große Bildauflösung erreichen und kontinuierliche Kurven erzeugen.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß man nur Zeichen, Kurven und Zeichnungen, aber keine flächenhaften Bilder darstellen kann.

1.2 Bilderzeugung mit teilbildorientiertem Rasterverfahren

Zerlegt man ein Bild in einzelne Felder und jedes Feld in einzelne Punkte, so benötigt man zwei Speicher zur Bilderzeugung. Der erste Speicher enthält eine begrenzte Anzahl von Symbolen oder Teilbildmustern, der zweite (Bildspeicher) enthält den Code für die Auswahl dieser Muster. Mit dieser Anordnung kann man die Speicherkapazität bei gleichbleibender Auflösung reduzieren, wenn die Anzahl der Teilbildmuster kleiner als die Anzahl der Felder ist. Dadurch werden zwar die Darstellungsmöglichkeiten eingeschränkt, für einfache Zwecke (z. B. für die Darstellung von Flußdiagrammen oder von Funktionsabläufen) kann eine solche Darstellung jedoch ausreichen. Vorteilhaft ist die Kompatibilität mit dem zeichenbezogenen Rasterverfahren zur Zeichenerzeugung [5]. Teilt man zum Beispiel ein Feld in eine 8x8-Matrix auf, so kann man den ersten Speicher durch einen integrierten 7x5-Zeichengenerator ergänzen, um auf einfache Weise den vollen Zeichensatz nach DIN 66003 (ASCII) zu erhalten.

1.3 Bilderzeugung mit dem Zeilenrasterverfahren

Das Bild wird durch die Helligkeitssteuerung der einzelnen Rasterpunkte erzeugt, die zeilensequentiell durchlaufen werden. Jedem Rasterpunkt ist ein Speicherplatz im Bildwiederholpeicher zugeordnet (Bild 3). Dieses Verfahren erlaubt alle Darstellungsmöglichkeiten. Für die Darstellung von Zeichen und Symbolen wird das zugehörige Bitmuster aus einem Zeichengenerator über die CPU in die entsprechenden Bildspeicherplätze kopiert. Die resultierende diskontinuierliche Zeichenerzeugung mag als Widerspruch zu vorhergehenden Äußerungen erscheinen, aber dem ist nicht so. Der Grund für die kontinuierliche Zeichenerzeugung war die Vermeidung von Mehrfachzugriffen auf denselben Speicherplatz innerhalb einer Bildwiederholung, und das ist auch bei diesem Verfahren der Fall. Da durch die neuen Halbleiterspeicher, deren Preise immer noch im Fallen sind, die Speicherkapazität nicht mehr der wesentliche Kostenfaktor eines Datensichtgerätes ist, werden die wahlfreie Ablenkung und das teilbildorientierte Rasterverfahren an Bedeutung verlieren. So lohnt es sich, bei einem grafischen Oszilloskopdisplay das Zeilenrasterverfahren zu verwenden, auch wenn man die größeren Darstellungsmöglichkeiten nicht voll ausnutzt. Einfache Hardware und Software und die große Flexibilität sind die Gründe dafür.

2 Aufbau eines einfachen grafischen Datensichtgerätes

In den nächsten Abschnitten wird ein nach dem Zeilenrasterverfahren realisiertes System vorgestellt. Ausgangspunkt der Entwicklung war ein schnelles 8-KByte-RAM (Zykluszeit < 500 ns), das eine quadratische Bildaufteilung in 256 x 256 Rasterpunkte (Hell/Dunkel-Betrieb: 1 bit pro Bildpunkt) oder in 128 x 128 Rasterpunkte (Graubild: 4 bit pro Bildpunkt) erlaubt. Die quadratische Bildaufteilung vereinfacht die Betriebssoftware, und als Anzeigeeinheit können auch ältere Oszilloskope mit runden Bildröhren verwendet werden. Die zugehörige Blockschaltung wird in Bild 4 dargestellt.

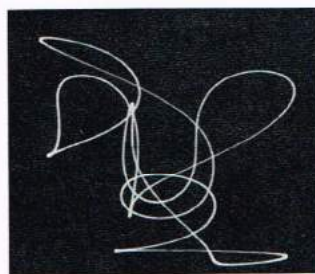


Bild 2. Kurvenerzeugung mit wahlfreier Ablenkung



Bild 3. Bilderzeugung mit dem Zeilenrasterverfahren

2.1 Die Blockschaltung

Der zeitliche Ablauf wird durch einen 16-bit-Zähler gesteuert. Zwei Sägezahngeneratoren lenken den Elektronenstrahl zeilenförmig ab. Der Sägezahnrücklauf für die Horizontalablenkung (Zeile) erfolgt durch die Entladung des Kondensators C 1 über den Schalter S 1. Dieser Schalter wird mit einem Nadelimpuls durch ein Monoflop angesteuert, das durch die fallende Flanke von Q 7 oder Q 8 getriggert wird, je nachdem, ob 256 oder 128 Zeilen dargestellt werden sollen. Der Zählerausgang Q 15 triggert ein zweites Monoflop, das über S 2 den Kondensator C 2 entlädt und so den vertikalen Strahlrücklauf bewirkt. Im Hell/Dunkel-Betrieb enthält jeder Speicherplatz die Information von acht Zeilenpunkten, die notwendige Serialisierung dieser Daten wird durch den Multiplexer M 1 durchgeführt. Dieser Multiplexer wird durch die Signale Q 0...Q 2 angesteuert. Beim Graubildbetrieb stehen pro Bildpunkt 4 bit zur Verfügung, um die Strahlhelligkeit anzugeben. Die notwendige Umschaltung zwischen den unteren und den oberen vier Bits eines Datenwortes besorgt der Multiplexer M 2. Vier dual gewichtete Widerstände an den Ausgängen dieses Multiplexers führen die notwendige D/A-Umsetzung für die Strahlaustastung durch. Je nach Betriebsart ist einer der beiden Multiplexer über den Strobe-Eingang abgeschaltet (alle Ausgänge Null). Die Parallelschaltung der vier Widerstände R, 2 R, 4 R und 8 R ergibt ungefähr R/2, somit ist in beiden Betriebsarten die maximale Helligkeit gleich.

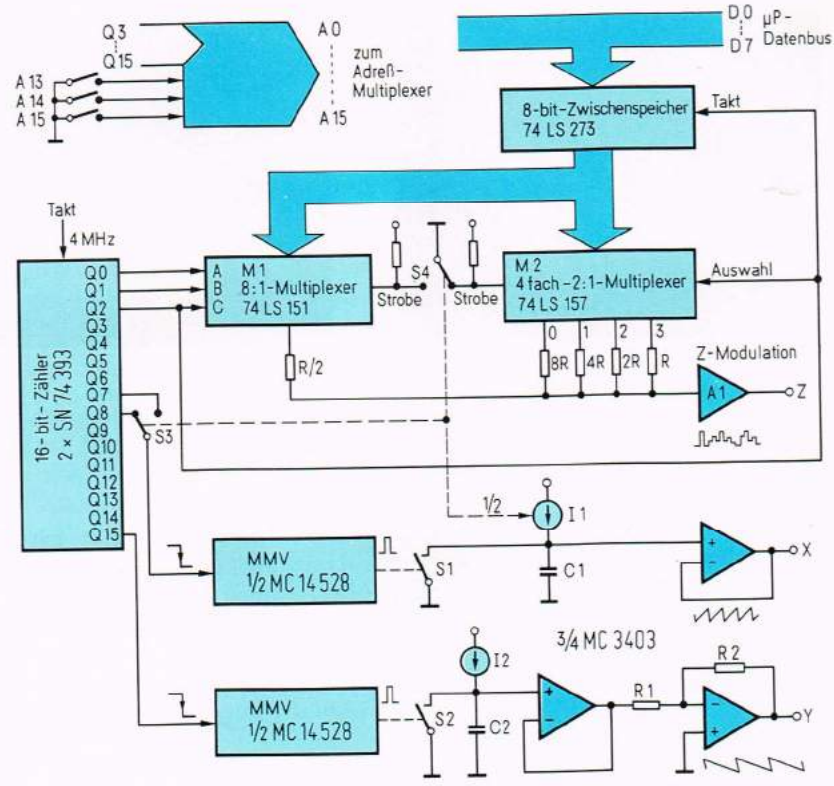
2.2 Schaltungstechnische Ausführung

Da die Blockschaltung sehr detailliert ist, erübrigt sich ein genaues Schaltschema. Der Aufbau der beiden Stromquellen wurde in [5] beschrieben. Beim Wechsel der Betriebsart von „Hell/Dunkel“ auf Graubilder wird der Quellenstrom I 1 halbiert, damit in beiden Fällen die gleiche Bildbreite dargestellt wird. Bildbreite und Höhe können durch zwei Potentiometer eingestellt werden. Es wurden vorwiegend TTL-Schaltungen eingesetzt, da die größeren Verzögerungszeiten der CMOS-Schaltungen Schwierigkeiten verursachen. Wegen der endlichen Sägezahnflankensteilheit werden die ersten Zeilenpunkte über die ganze Zeile verschmiert, wenn der Strahl während dieser Zeit nicht dunkel getastet wird. Eine Erweiterung der Hardware ist nicht notwendig, wenn man softwaremäßig dafür sorgt, daß der erste Speicherplatz jeder Zeile nur Nullen enthält. Die Spannung zur Helligkeitssteuerung wird mit dem Verstärker A 1 linear verstärkt. Da keine Normierung für die Spannungen zur Z-Modulation von Elektronenstrahl-Oszilloskopen existiert und je nach Typ positive oder negative Spannungen zwischen wenigen Volt und einigen zehn Volt erforderlich sind, wird auf eine genaue Schaltungsbeschreibung eines Z-Verstärkers verzichtet. Beträgt der Spannungshub nur einige Volt, so kann man einen schnellen Operationsverstärker (TCA 680) verwenden, bei größerem Spannungshub ist

Tabelle 1. Programmschleife zur Verschiebung eines Datenblocks

Befehl	Anzahl Zyklen	Beschreibung
...		
A:LDAA X 00	5	$M_x \rightarrow A$
DEX	4	$X - 1 \rightarrow X$
PSHA	4	$A \rightarrow M_{SP}, SP - 1 \rightarrow SP$
CPX I X ₁ , X ₂	3	$(X_H - X_1, X_L - X_2)$
BNE A	4	Branch Test Z = 0
Gesamt	20	$\approx 20 \mu s$ bei 1 MHz Taktfrequenz

Bild 4. ► Blockschaltung eines einfachen grafischen Oszilloskop-Datensichtgerätes



ein diskreter Transistorverstärker vorteilhafter. Als Speicher können preisgünstige dynamische RAMs eingesetzt werden, da die notwendige Auffrischung durch den kontinuierlichen Zugriff des Datensichtgerätes ohne zusätzlichen Aufwand erfolgt.

3 Einsatzmöglichkeiten

Bei direktem transparentem Zugriff des Sichtgerätes zu einem Teilbereich des Arbeitsspeichers eines Mikroprozessors kann die CPU parallel zur Anzeige der Daten diese verändern oder erneuern. Bei dieser Betriebsart hat man ein sehr schnelles grafisches Display, bei der jeder Rasterpunkt direkt adressierbar ist. Da das Speicherzugriffszeit-Intervall für flimmerfreien Betrieb 2 μs beträgt und die einzelnen Rasterpunkte kontinuierlich dargestellt werden, ist bei einfachem Schaltungsaufwand ein asynchroner Betrieb zwischen Prozessor und Sichtgerät nicht möglich. Bei einem langsamen Mikroprozessor-System kann man den Taktgeber des Sichtgerätes über einen digitalen Phasenregelkreis (PLL) synchronisieren, bei einem schnellen System kann man das untergesetzte Taktsignal des Sichtgerätes als Mikroprozessor-Takt benutzen. Bild 4 zeigt die Blockschaltung der Anordnung mit dem Mikroprozessor M6800. Während der positiven $\Phi 2$ -Phase ist der RAM über den Multiplexer mit dem System-Adreßbus verbunden, während der negativen $\Phi 2$ -Phase mit dem Zählerbus des Sichtgerätes. Der bidirektionale Datenbusschalter ist nur notwendig, wenn zusätzlich zum Datensichtgerät noch weitere periphere Geräte mit dem System gekoppelt sind, die direkte Zugriffe zu anderen Speicherteilen durchführen. Wird der Mikroprozessor mit der Maximalfrequenz von 1 MHz betrieben, wird nur während jedem zweiten Zyklus ein neues Datenwort in den Zwischenspeicher eingelesen. Man kann sich die Schnittstelle zwischen Mikroprozessor und Sichtgerät gedanklich auch beim Multiplexer auf der Mikroprozessor-Seite und beim Busschalter vorstellen und das ganze Datensichtgerät inklusive RAM als speziellen „Anzeigespeicher“ betrachten (DRAM = Display Random Access Memory). Für den Austausch aller Speicherplätze (8 KByte) benötigt der Mikro-

prozessor 164 ns, wenn man die einfachste Variante betrachtet, nämlich das Verschieben eines Datenblocks aus einem 8-K-Speicherbereich in den dem Sichtgerät zugeordneten Speicherteil. Tabelle 1 zeigt eine Programmschleife, die den Datentransfer über den Akkumulator A des Mikroprozessors durchführt und die minimale Transferzeit bestimmt. Zusätzlich sind noch wenige Befehle für die Initialisierung des Indexregisters und des Stackpointers sowie eine nachträgliche Rückstellung dieser beiden Register auf ihre anfänglichen Werte notwendig, aber da diese Programmteile bei jedem Transfer nur einmal ausgeführt werden, sind sie für die Berechnung der Austauschzeit vernachlässigbar.

3.1 Betrieb als passives grafisches Datensichtgerät

Bei der Ausgabe von gemessenen oder berechneten Daten ist eine Kurve oft anschaulicher als ein paar hundert Einzelwerte. Gewisse Standardfunktionen, die häufig bei dieser Art von Darstellungen benötigt werden, wie die Erzeugung eines Achsenkreuzes an beliebiger Stelle, Skalierung, Beschriftung usw. können aus Unterprogrammen der Betriebs-

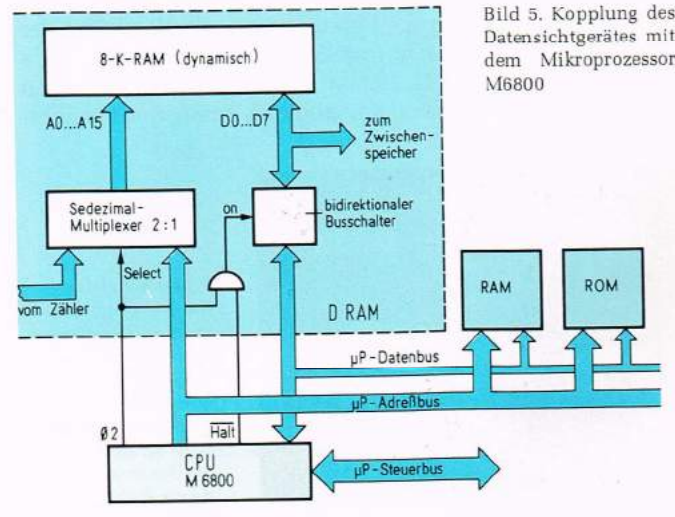


Bild 5. Kopplung des Datensichtgerätes mit dem Mikroprozessor M6800

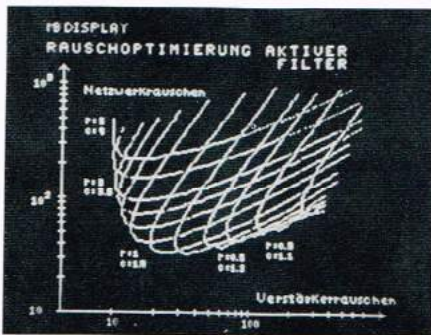


Bild 6. Ausgabe von Rechenergebnissen im 256 x 256-Rasterpunktbetrieb



Bild 7. Ausgabe statistischer Daten im 128 x 128-Punkte-Graubildbetrieb



Bild 8. Darstellung von Schmalbandfernsehbildern mit dem Oszilloskopdisplay. Die projizierte Vorlage (Dia) wurde mit einer primitiven Anordnung (Fototransistor auf einem analogen x-y Schreiber montiert) zeilenförmig abgetastet und digitalisiert

software aufgerufen werden. Das Abspeichern der Daten in die entsprechenden Speicherplätze des Sichtgerätes erfordert je nach Art der Darstellung mehr oder weniger Programmieraufwand. Bild 6 zeigt im 256x256-Rasterpunktbetrieb als Beispiel die Ausgabe von berechneten Rauschkurven für die Realisierung rauschoptimaler Filter. Bild 7 zeigt die Ausgabe ausgewerteter statistischer Daten im Graubildbetrieb mit 128 x 128 Bildpunkten.

Als Nachteil von Datensichtgeräten wird oft die Tatsache erwähnt, daß für wichtige Dokumentationen kein Ausdruck (hard copy) vorliegt. Beim Oszilloskopdisplay erhält man durch Verwendung einer normalen Oszilloskop-Sofortbildkamera mit einfachen Mitteln genaue Kopien der Anzeige, wie die Aufnahmen dieses Artikels beweisen. Bei Verwendung von Sofortbild-Negativfilm (Polaroid Typ 105) kann man sogar nachträglich Vergrößerungen herstellen.

Der Einsatz des grafischen Oszilloskopdisplays im passiven Betrieb ist nicht nur auf die Anzeige von ausgewerteten Meßdaten oder Rechenergebnissen inklusive Computerspiele (Lebensspiel) beschränkt. Eine interessante Möglichkeit, die zur Zeit vom Verfasser noch nicht realisiert wurde, ist der Einsatz dieses Datensichtgerätes als Anzeige für Schmalbandfernsehbilder (SSTV) [7]. Diese geplante Anwendung war ein weiterer Grund für die quadratische Bildaufteilung, da Amateurfernsehbilder 120 x 120 Bildpunkte enthalten. Bild 8 zeigt ein Schirmbild eines mit 16 Graustufen digitalisierten Dias und beweist, daß diese Helligkeitsauflösung recht brauchbare Ergebnisse liefert. Da die Punktfolgefrequenz der Amateurfernsehbilder im Vergleich zur Mikroprozessor-Taktfrequenz relativ niedrig ist, kann man den Mikroprozessor zum Einlesen der demodulierten Helligkeitssignale benutzen. Während man die Selektion der Synchronsignale und die Impulstrennung zwischen Zeile und Bild am vorteilhaftesten mit den klassischen Verfahren durchführt und diese zum Beispiel über Interrupts bekannt-

gibt, kann man den Mikroprozessor zur Bildverarbeitung einsetzen, um bei stark gestörtem Empfang die Bildqualität wesentlich zu verbessern. Bei der Entwicklung geeigneter Algorithmen zur Unterdrückung von Bildstörungen kann man sich an den bekannten Verfahren der digitalen Bildverarbeitung orientieren.

3.2 Betrieb als interaktives grafisches Datensichtgerät

Bei dieser Betriebsart kann man über die Dateneingabeinheit direkt auf die Darstellung einwirken. Das ist z. B. notwendig bei der Eingabe von grafischen Daten zur Verarbeitung durch den Mikroprozessor als Rückmeldung (Dialog), aber auch für die Synthese einfacher Bilder (Blockdiagramme, Funktionsschemas usw.) zur anschaulichen Darstellung komplexer Funktionsabläufe (rechnergestützter Unterricht). Bild 9 zeigt als Beispiel eine Blockschaltung vom Mikroprozessor 6800, das in Verbindung mit einem am Institut für Elektronik entwickelten Software-Computermodell [14] die Funktionsweise eines Mikroprozessors für Unterrichtszwecke anschaulich nachbildet. Zur Dateneingabe wird die zu dem alphanumerischen Sichtgerät gehörende ASCII-Tastatur benutzt. Tabelle 2 zeigt die Grundbefehle für den Dialogverkehr, die von der in einem PROM abgespeicherten Betriebssoftware erkannt und ausgeführt werden. Zusätzliche Programme, z. B. die Definition eigener Symbole oder Bildteile, können bei Bedarf geladen werden. Komplexere Funktionen, die bei teuren grafischen Datensichtgeräten üblich sind, wie die Erzeugung von Kreisen, die Drehung des Bildes, die Vergrößerung von Bildausschnitten (Zoom), die Skalierung usw. erfordern komplizierte Programme, die zur Zeit noch nicht entwickelt wurden. Im allgemeinen wird der Aufwand zur Entwicklung und zum Austesten von Software von den meisten Mikroprozessor-Anwendern unterschätzt. So ist es nicht immer sinnvoll, eine mögliche Hardwarelösung als Alternative von vornherein auszuschließen. Beim Oszilloskopdisplay kann man zum Beispiel durch die Einstellung der x- und y-Ablenkempfindlichkeiten das Bild beliebig dehnen und somit eine behelfsmäßige Skalierung und Ausschnittsvergrößerung durchführen. Diese Möglichkeit ist besonders vorteilhaft beim Einsatz eines Lichtgriffels.



Bild 9. Darstellung des Funktionsablaufs eines Mikroprozessors auf dem Oszilloskopdisplay mit einem Software-Modell. Die Quadrate links unten dienen zur Steuerung mit einem Lichtgriffel

3.3 Eingabe der Koordinaten mit einem Lichtgriffel

Das Auftreffen des zeilenweise abgelenkten Elektronenstrahls auf der Leuchtschicht des Bildschirms ruft im Auftreffpunkt einen momentanen Helligkeitsanstieg hervor, der von einem lichtempfindlichen Element erfaßt werden kann. Die Feststellung des Zeitpunktes des Helligkeitsanstiegs be-

zätzlich des Bildanfangs ermöglicht die Bestimmung der Punktkoordinaten [6, 8, 9, 15]. Bild 10 zeigt das Blockdiagramm der Zusatzschaltung, die für den Betrieb mit dem Lichtgriffel notwendig ist. Mit dem verstärkten Ausgangssignal eines Fototransistors (TI LS400) wird der augenblickliche Zählerstand des Sichtgerätes in zwei 8-bit-Zwischenspeicher eingelesen, gleichzeitig wird ein Interrupt des Rechners verlangt. Der Mikroprozessor unterbricht seinen normalen Programmablauf und springt in ein spezielles Unterprogramm, um den Zählerstand aus dem Zwischenspeicher einzulesen und die gewünschte Funktion, nämlich das Setzen oder Löschen des betreffenden Punktes auszuführen. Für den Einsatz des Lichtgriffels müssen auch die dunklen Bildbereiche auf eine minimale Grundhelligkeit angehoben werden. Verschiedene Fehlerursachen (Parallaxe, helligkeitsabhängige Verzögerungszeit, Durchmesser des Fototransistors) erschweren eine rasterpunktgenaue Koordinateneingabe, obwohl die Ausschnittvergrößerung mittels Erhöhung der x- und y-Ablenkempfindlichkeiten des Oszilloskops und eine eventuelle Softwarekorrektur diese prinzipiell ermöglicht. Deshalb ist es bei dieser einfachen Anordnung sinnvoll, wenn man auf eine rasterpunktgenaue Koordinateneingabe verzichtet und nur Symbole oder Felder mit dem Lichtgriffel erfaßt und softwaregesteuert auswertet. So kann man bei der Darstellung von Funktionsabläufen beim rechnergestützten Unterricht die nötigen Befehle mit dem Lichtgriffel eingeben und auf eine zusätzliche Tastatur verzichten (siehe Bild 9).

4 Vor- und Nachteile

Die flimmerfreie Darstellung, die Vermeidung von Schwierigkeiten im Zusammenhang mit einer fehlenden galvanischen Netztrennung oder mit der Störstrahlung eines HF-Modulators, die Möglichkeit der Bilddehnung, die flexiblen Anpassungsmöglichkeiten an bestehende Mikroprozessor-Systeme, einfache Hardware und Software, leichte Anfertigung von „hard copys“ mit Sofortbild-Oszilloskopkameras, das sind die Vorteile eines Oszilloskops gegenüber dem Fernsehempfänger als Anzeigeeinheit von grafischen Datensichtgeräten. Die Nachteile sollen nicht verschwiegen werden: Die geringe Auflösung des Oszilloskopbildschirms begrenzt die Rastergröße, einige Oszilloskoptypen können wegen ihrer geringen Strahlschärfe oder wegen ihrer klei-

nen z-Bandbreite sogar das 128 x 128-Punkttraster nicht mehr darstellen. Die Einfarbigkeit des Oszilloskopdisplays ist sicher ein weiterer Nachteil, verglichen mit grafischen Farbfernsehgeräten. Trotzdem wird jeder, der einmal einen europäischen Schwarzweißfernseher (50 Hz im Gegensatz zur amerikanischen 60 Hz Halbbildwiederholffrequenz) als billiges Datensichtgerät benutzt hat, zugeben, daß weder der vertikale Zeilenzug beim normalen Zeilensprungverfahren mit gleicher Bildinformation in beiden Halbbildern noch das sichtbare Zeilenraster in der Betriebsart „Zwei kongruente Halbbilder“ das Auge erfreut [10]. Allein aus diesem Grund kann die Verwendung eines Oszilloskops als Anzeigeeinheit einer Datensichtstation sich durchaus lohnen.

(Literatur und Autorenvorstellung S. 106)

Tabelle 2. Grundbefehle beim interaktiven Betrieb des Datensichtgerätes

Befehle	ASCII-Zeichen	Bedeutung
Statusbefehle ¹⁾	Y	Hell/Dunkel-Betrieb mit 256 x 256 Punkten
	V	Graubildbetrieb mit 128 x 128 Punkten
	Q	Cursormode: Beim Verschieben des Cursors (Blinker) bleibt der durchlaufende Bildbereich unverändert
	S	Zeichnungsmodus: Beim Verschieben des Cursors werden alle durchlaufenen Punkte entsprechend dem Inhalt des Helligkeitsregisters gesetzt
	0...F	Die Sedezimalzeichen geben die Helligkeit ²⁾ der zu ändernden Punkte an (0 = dunkel; F = maximal hell; beim Hell/Dunkel-Betrieb keine Zwischenwerte)
	Ausführungsbefehle	→ ↑ ← ↓
	P, X, Y ³⁾	Der Cursor wird zum Koordinatenpunkt X, Y verschoben
	R, XA, YA, XE, YE	Es wird ein Rechteck (bzw. eine Linie) mit den Anfangskordinaten XA, YA und den Endkordinaten XE, YE erzeugt
	Z, α	Es wird ein alphanumerisches Zeichen (α) erzeugt (7 x 5 Raster), die linke obere Zeichenecke wird durch die Cursorposition definiert. Der Cursor wird automatisch um eine Zeichenposition weiter verschoben
	W	Die mit dem Lichtgriffel angezeigten Koordinaten werden einmalig eingelesen, und der Cursor wird an die angegebene Position verschoben
	X	Der Bildschirm wird vollständig gelöscht

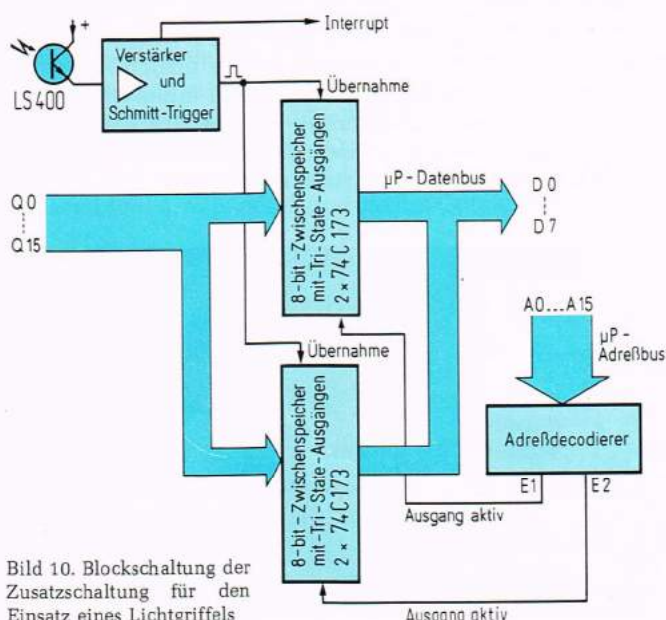


Bild 10. Blockschaltung der Zusatzschaltung für den Einsatz eines Lichtgriffels

¹⁾ Der Status bleibt bestehen, bis er durch einen neuen Statusbefehl geändert wird

²⁾ Diese Betriebssoftware wird auch für ein grafisches Farbfernsehdisplay benutzt, die Sedezimalzeichen 0...F bezeichnen dann 16 verschiedene Farben

³⁾ Die Koordinatenpunkte werden als Dezimalzahlen eingegeben

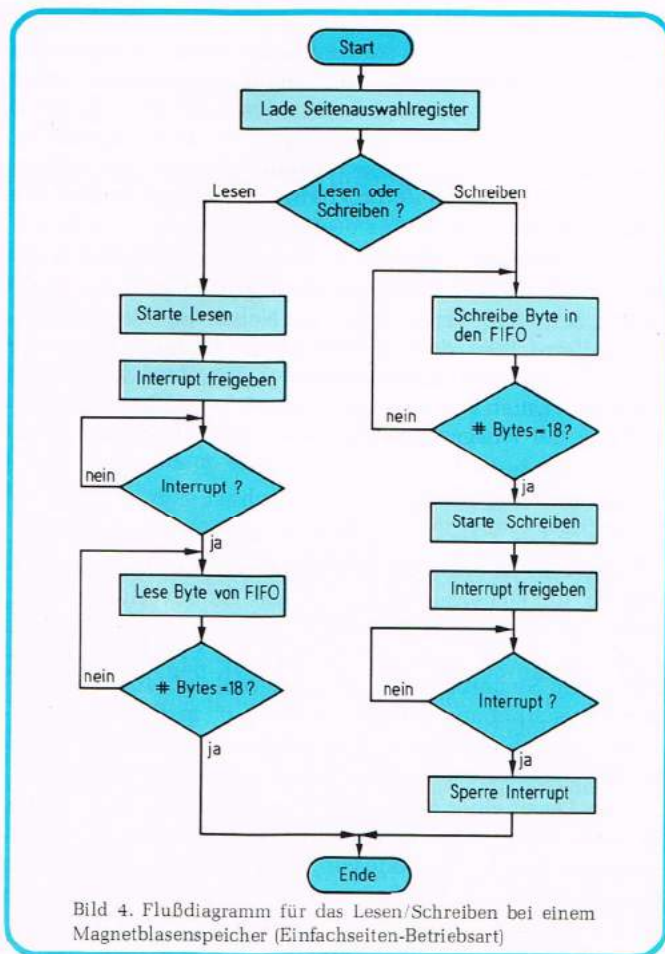


Bild 4. Flußdiagramm für das Lesen/Schreiben bei einem Magnetblasenspeicher (Einfachseiten-Betriebsart)

Die Zeit eines Lesezyklus errechnet sich dann zu

$$R_{CY} = t_{acc} + t_{det} + t_{RZ} = 12,82 \text{ ms (für TBM 0103).}$$

In der Mehrfachseiten-Betriebsart [7], also um mehr als eine Seite pro Schreib/Leseoperation als Block zu übertragen, ist der Programmieraufwand ähnlich. Um die Zugriffszeit jedoch zu verringern, wird nicht eine physikalische Seitenadresse nach der anderen (0, 1, 2, 3 usw.) gelesen oder geschrieben, sondern mit einem Abstand von 16 Seiten eine logische Seitenadresse definiert. Den physikalischen Seitenadressen 0, 16, 32, 48 usw. entsprechen also die logischen Seitenadressen 0, 1, 2, 3 usw. Diese Mehrfachseiten-Betriebsart ist, wenn einmal gewählt, für Schreib- und Leseoperationen beizubehalten. Die max. Blocklänge ist beim TBM 0103 auf 640 Seiten festgelegt, und die Zeit für Lesen oder Schreiben eines Blockes von 640 Seiten oder 11 520 Byte beträgt 448 ms.

4 Ausblick

Wie anhand des Flußdiagrammes gezeigt wurde, vereinfacht die Magnetblasenspeicher-Steuereinheit TMS 9916 die komplizierten Lese- und Schreibvorgänge des seriellen Magnetblasenspeichers so, daß sie für einen Programmierer kaum komplizierter sind als die Programmierung einer Übertragung von Datenblöcken innerhalb eines Mikroprozessor-Datenspeichers. Damit ist ein erster wesentlicher Schritt in der einfachen Anwendung dieser neuen Technik in kleinen Mikroprozessorsystemen getan. Der Aufwand in der Hardware-Entwicklung wird sich durch integrierte Schaltungen für den Funktionszeitgenerator, den Funktions- und Spulentreiber sowie einen speziellen Leseverstärker, deren Verfügbarkeit für Ende 1977 geplant ist, ebenfalls wesentlich vereinfachen und Speichersysteme mit 100 KByte und mehr pro Doppelpackkarte ermöglichen. Es ist

deshalb zu erwarten, daß Magnetblasenspeichersysteme durch den kompakten Aufbau, die hohe Zuverlässigkeit (keine mechanisch bewegten Teile), die kurzen Zugriffszeiten (<13 ms) und die nichtflüchtige Datenspeicherung Anwendungen in Bereichen wie Datenerfassung, Terminals, Prozeßsteuerungen, Datenrecordern usw. erschließen werden.

Literatur

- [1] Braun, E. T.: Entwurfskriterien bei Magnetblasenspeichern. ELEKTRONIK 1976, H. 9, S. 45...50.
- [2] Bobeck, A., Bonyhard, P. I., Geusic, J. E.: Magnetic Bubbles - an emerging new Memory technology. Proceedings of the IEEE, Aug. 75, S. 1176...1195.
- [3] Michaelis, P. C., Bonyhard, P. I.: Magnetic bubble mass memory module design and operation. IEEE Trans on magnetics Sept. 73.
- [4] Magnetic Bubble Memories and System Interface Circuits. Feb. 77, Druckschrift der Fa. Texas Instruments Deutschland GmbH.
- [5] Naden, R. A., West, F. G.: Fault Tolerant Memory Organisation: Impact on Chip Yield and System Cost. IEEE Trans. Magnetics, MAG-10 pp 852...855, Sept. 74.
- [6] Lee, D. M.: Bubble Memory for microprocessor mass storage. IEEE COMPCON SPRING 1977 PROC. Feb. 77.
- [7] TMS 9916 Magnetic Bubble Memory Controller. Datenblatt der Fa. Texas Instruments Deutschland GmbH.
- [8] Juliusen, J. E.: Magnetic Bubble Systems approach practical use. Computer Design Oct. 76.
- [9] Juliusen, J. E.: Bubble Memory as small mass storage. Beitrag auf der „Electro 77“, April in New York.
- [10] ELEKTRONIK 1976, H. 11, S. 4 und 214.
- [11] Parzefall, F.: „Magnetic Bubbles“, ein zukunftsreiches Speicherprinzip. ELEKTRONIK 1974, H. 2, S. 39...42.
- [12] Ferrio, T.; Keenan, R.; Naden, R.: „Magnetic bubble memory testing“. Digital design. June 1977, P. 69...78.

Schluß von Seite 89

Literatur

- [1] Turner, L.: Which data-terminal display: plasma panel or CRT? Electronics, 1977, February 17, S. 91...96.
- [2] Zarnack, W., Möhl, B., Nachtigall, W.: Oszilloskop als schnelles grafisches Display für einen Minicomputer. ELEKTRONIK 1976, H. 4, S. 71...75.
- [3] Nelson, P.: Build the Beer Budget Graphics interface. Byte, November 1976, Nr. 15, S. 26...29.
- [4] Ciarcia, S.: Make your next peripheral a Real Eye Opener. Byte, November 1976, Nr. 15, S. 78...89 und 120...121.
- [5] Barnig, M.: Oszilloskop als alphanumerisches Datensichtgerät. ELEKTRONIK 1977, H. 10, S. 92...96.
- [6] Ameling, W., Zimmermann, R. u. a.: Artikelserie über Datensichtgeräte in der NTZ 4/72, K63...K68; 5/72, K89...K99; 6/72, K114...K118; 7/72, K148...156; 8/72, K178...K182; 10/72, K202...K213; 11/72, K229...K234.
- [7] Pietsch, H. J.: SSTV-Schmalbandfernsehen. Funkschau 1973, H. 5, S. 155...157.
- [8] Gidl, G.: Digitale Positionierung auf dem Bildschirm. ELEKTRONIK 1975, H. 1, S. 61...67.
- [9] Loomis, S. S.: Let there be Light Pens. Byte January 1976, Nr. 5, S. 26...30.
- [10] Häusling, M., Wolf, P.: Vielseitiger Fernsehaktgeber macht Datensichtgeräte flexibler. ELEKTRONIK 1976, H. 3, S. 105...110.
- [11] Klein, R.: Datensichtgerät zum Selbstbau. ELEKTRONIK 1977, H. 1, S. 59...62, H. 2, S. 74...76.
- [12] Gray, M. T.: Microprocessors in CRT Terminal Applications: Hardware/Software Tradeoffs. Computer, October 1975, S. 53...59.
- [13] Bedford, A. D.: CRT Considerations in Data Terminal Design. Computer Design, February 1975, S. 84...87.
- [14] Mühlemann, K.: Software model of the M6800 Microprocessor. Euromicro Newsletter, April 1977, Bd. 3, Special Issue on Education.
- [15] Feger, O.: Speicherzustände auf Fernsehbildschirm dargestellt. ELEKTRONIK 1975, H. 9, S. 109...110.

Dipl.-Ing. Marco Barnig, verheiratet, stammt aus Luxemburg und studierte Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Seit Januar 1974 ist er dort als Assistent am Institut für Elektronik tätig, wo er sich unter anderem mit dem Einsatz von Mikroprozessoren befaßt. Neben der Elektronik interessiert er sich für Naturwissenschaften, weitere Hobbys sind Fotografie und Film. Diensttelefon: (01) 32 62 11 intern 27 61 ELEKTRONIK-Leser seit 1969

