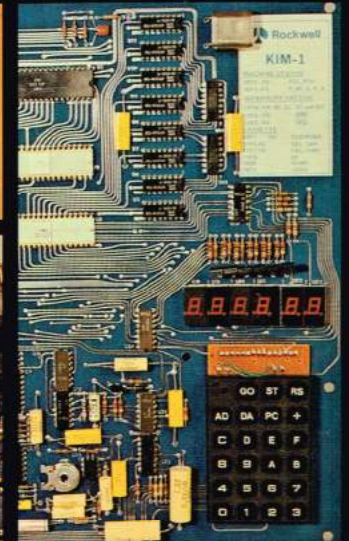
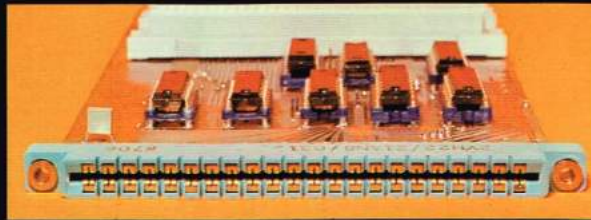
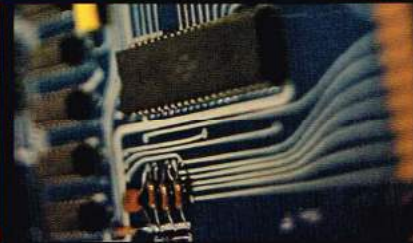
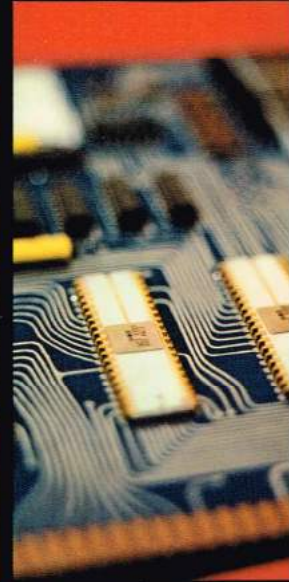


Mikrocomputer 2

*Aktuelle Aufsätze
über den
Mikrocomputer*



AT Verlag Aarau · Stuttgart

Betriebsprogramme für die Datenspeicherung auf Audio-Kassettenrecordern

Wie jedes andere Peripheriegerät, ist auch ein Magnetbandkassetten-speicher nur dann sinnvoll einsetzbar, wenn im zugehörigen Computersystem, welcher Grösse dieses auch immer sei, geeignete Betriebsprogramme zur Verfügung stehen. Im Aufsatz werden die Anforderungen und Wünsche, welche an diese Programme zur Datenspeicherung auf einem Kassettenrecorder gestellt werden, dargelegt. Ein bewährtes Konzept wird besprochen und detaillierte Flussdiagramme für die Entwicklung der Programme werden angegeben. Als Programmbeispiele dienen die vollständigen Lade- und Speicherroutinen für den Mikroprozessor MC 6800 von Motorola. Diese können auf beliebigen Systemen, welche über eine serielle Schnittstelle mit dem ACIA MC 6850 verfügen, direkt implementiert werden.

1. Einleitung

Im vorhergehenden Aufsatz [1] wurden die Möglichkeiten der Datenspeicherung auf Audio-Kassettenrecordern besprochen und ein am Institut für Elektronik der ETH in Zürich zur Speicherung von Mikrocomputerprogrammen realisiertes Konzept vorgestellt. In der Zwischenzeit ist daraus als wesentliche Weiterentwicklung der Data-Recorder ZE601 entstanden, welcher direkt an jeder seriellen Datenschnittstelle mit Datenraten bis zu 1200 bps betrieben werden kann (Verkauf durch Wenger Datentechnik, Basel). Bild 1 zeigt das Mikroprozessorsystem des Autors mit Hexadezimaltastatur und Anzeige für die Bedienung und den Data-Recorder ZE601 als Programmspeicher.



Bild 1 Am Institut für Elektronik der ETH in Zürich entwickeltes Mikroprozessorsystem mit dem Data-Recorder ZE 601 als Programmspeicher

1.1 Anforderungen

Programme, welche sich in einem beliebigen Bereich des Arbeitsspeichers des Mikrocomputers befinden, sollen auf einer Magnetbandkassette gespeichert werden können. Dazu müssen die Datenworte einzeln und der Reihe nach über eine serielle Datenschnittstelle, welche zweckmässigerweise mit einem UART realisiert wird (Beschreibung der Funktionsweise siehe [1]), an das Magnetbandgerät ausgegeben werden. Dem Betriebsprogramm müssen als Parameter die Anfangs- und Endadresse des zu speichernden Programmes bekannt sein.

Auf einer Magnetbandkassette gespeicherte Programme müssen in einen beliebigen Bereich des Arbeitsspeichers des Mikrocomputers geladen werden können. Die vom Magnetbandgerät abgespielten Daten müssen wortweise vom Interface (UART) übernommen und der Reihe nach in den gewünschten Speicherplätzen abgelegt werden. Dem Betriebsprogramm muss als Parameter die gewünschte Startadresse des Programmes bekannt sein.

Werden die Programme nach diesen minimalen Anforderungen entwickelt, so wird wohl ein betriebsfähiges Speichersystem erhalten, die Anwendung ist jedoch mühsam und unkomfortabel.

1.2 Wünsche

Um die gespeicherten Programme wieder identifizieren zu können, sollen zusätzliche Informationen aufgezeichnet werden. Diese sollen, im weiteren als Kopf bezeichnet, den eigentlichen Daten, im weiteren als File bezeichnet, vorausgehen. Zur Identifikation kann jedem Programm eine Nummer zugeordnet werden; das Datum der Aufnahme, die Länge des Programmes, der Datentyp und die vorgesehene Anfangs- und Endadresse im Arbeitsspeicher könnten als weitere Informationen angehängt werden. Damit jedoch bei der Bedienung nicht immer ein ganzer Rattenschwanz von Angaben eingegeben werden muss – das Betriebsprogramm muss die Informationen für den Kopf der Aufzeichnung ja von der Bedienungsperson (oder einem übergeordneten Programm) erhalten –, ist es ratsam, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Es hat sich gezeigt, dass es vollauf genügt, nur eine Identifikationsnummer (IOF = Identifier of File) in Form einer zweistelligen Hexadezimalzahl (= ein 8-Bit-Datenwort) und die vorgesehene Ladeadresse (BOF = Begin of File) als vierstellige Hexadezimalzahl anzugeben.

Damit kann dem Betriebsprogramm beim Einlesen die Identifikationsnummer des gewünschten Files angegeben und die Programmierung so ausgebaut werden, dass ein falsches File gar nicht gelesen wird, sondern das Programm das Band weiterlaufen lässt und wartet, bis (hoffentlich!) das gewünschte File erscheint. So wird – in Grenzen – ein automatischer Suchmodus realisiert.

Im Gegensatz dazu muss die Ladeadresse dem Betriebsprogramm nicht mehr eingegeben werden, es kann diese dem Kopf der Aufzeichnung entnehmen, wenn die gespeicherten Daten in der vorgesehenen Weise verwendet werden. Um eine grösstmögliche Fehlersicherheit zu erreichen (welche beim Data-Recorder mit einer Fehlerrate unter 10^{-7} bereits aussergewöhnlich hoch ist), kann mit einem Kontrollbit (Parity) pro Wort die richtige Wiedergabe der Daten überprüft werden. Um sicher zu sein, dass auch eine Aufnahme fehlerfrei erfolgt ist, soll mit einer anschliessenden Wiedergabe ein Vergleich der aufgezeichneten Daten mit dem Original im Speicher durchgeführt werden können.

2. Betriebsprogramme

Um die Programmierung überhaupt sinnvoll durchführen zu können, müssen die zu lösenden Aufgaben auf verschiedene Teilprogramme (oder Moduln) aufgeteilt werden. Da das ganze Problem relativ einfach ist, ist es sinnlos, die Unterteilung zu weit zu treiben, da sonst die einzelnen Teile zu klein würden (in [2] wird als praktische Modulgröße für die strukturierte Programmierung ein Umfang von 50 bis 100 Befehlen genannt) und bald einmal mehr Programmschritte für die Kopplung der einzelnen Teile benötigt würden als zur Lösung der eigentlichen Aufgabe. Eine Aufteilung auf drei Teilprogramme geht zudem fast zwangsweise aus der Aufgabenstellung hervor; die Strukturierung zeigt das Bild 2.

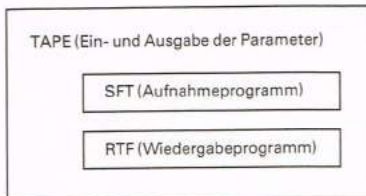


Bild 2 Aufteilung in ein Hauptprogramm und zwei Teilprogramme

Das Hauptprogramm TAPE umfasst die beiden Teile SFT (save file on tape) zur Speicherung der Daten auf der Kassette und RTF (read tape file) zum Lesen der Daten von der Kassette.

Das Hauptprogramm hat die Aufgabe, im Dialog mit dem Benutzer die Parameter für die Teilprogramme bereitzustellen, diese in der gewünschten Art aufzurufen und den Benutzer am Schluss über den durchgeführten Datentransfer zu orientieren. Die beiden Teilprogramme wickeln den Datentransfer ab.

2.1 Hauptprogramm TAPE

Das Hauptprogramm als Bindeglied zwischen dem Benutzer und den Teilprogrammen muss nach den Ein- und Ausgabemöglichkeiten des jeweiligen Systems ausgerichtet werden. Im vorliegenden Fall bestehen diese aus einer Hexadezimaltastatur mit vier zusätzlichen Funktionstasten («Return» R, S, T, «Continue» CNT) und einer sechsstelligen Hexadezimalanzeige. Bild 3 zeigt das Bedienungsfeld mit vier weiteren Tasten für Hardwarefunktionen (Reset, Halt/Run, Stop).

Bei der Konzeption des Hauptprogrammes wurde grosses Gewicht darauf gelegt, neben der Berücksichtigung aller in 1.1 und 1.2 aufgestellten Forderungen und Wünsche die Bedienung möglichst einfach zu halten. Bild 4 zeigt das Flussdiagramm für die Bedienung.

Nach dem Aufruf mit der Taste «TAP» durch das Betriebssystem, (Monitorprogramm) meldet sich das Hauptprogramm TAPE mit der Anzeige EIBEOF, welche die Aufforderung Enter Identifier, Begin, End of File symbolisiert.

Sollen Daten auf dem Band aufgezeichnet werden, so sind entsprechend dem gestrichelten Weg nacheinander die Nummer der Aufzeichnung IOF (Identifier of File), die Startadresse der Daten im Speicher BOF (Begin of File) und die Endadresse EOF (End of File) einzugeben. Die eingegebenen Ziffern werden jeweils angezeigt und den ent-

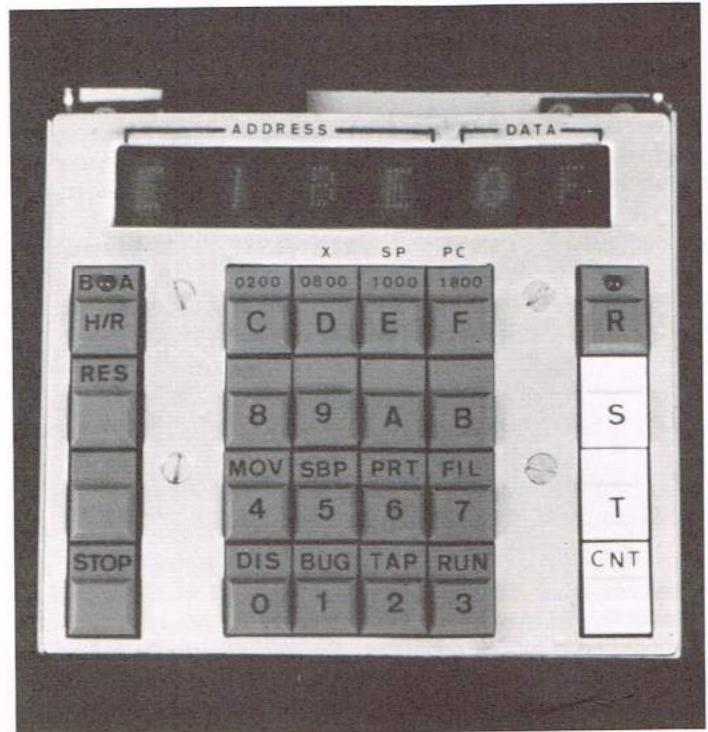


Bild 3 Bedienungsfeld mit Tastatur und Anzeige des Mikroprozessorsystems von Bild 1

sprechenden Variablen IOF, BOF, EOF zugeordnet (das heisst auf den für sie reservierten Speicherplätzen abgelegt). Nach dem Drücken der Funktionstaste Continue (CNT) wird das Aufnahmeprogramm SFT aufgerufen (als Subroutine).

Nach Beendigung des Datentransfers meldet sich wieder das Hauptprogramm mit der Anzeige der Startadresse (BOF) und der File-Nummer (IOF). Nach Drücken von CNT wird auch noch die Endadresse angezeigt und schliesslich wieder mit CNT das Hauptprogramm verlassen und in das Monitorprogramm des Betriebssystems zurückgesprungen.

Sollen Daten vom Band gelesen werden, so kann die Parametereingabe auf verschiedene Arten entsprechend den ausgezogenen Wegen von Bild 4 erfolgen. Als erstes kann die Nummer der gewünschten Aufzeichnung (IOF) eingegeben werden oder diese Eingabe kann mit der Funktionstaste CNT übersprungen werden, wobei IOF automatisch gleich 00 gesetzt wird. Dieser Wert wird nachher vom Wiedergabeprogramm (RTF) so interpretiert, dass unabhängig von ihrer Nummer die nächste auf dem Band gefundene Aufzeichnung gelesen wird. Als nächstes kann die Startadresse (BOF) zum Laden der Daten im Speicher eingegeben werden. Auch diese Eingabe kann mit CNT übersprungen werden, wobei BOF automatisch der Wert 0000 zugeordnet wird. Dieser bewirkt im Wiedergabeprogramm, dass als Startadresse zum Laden der Daten der im Kopf der Aufzeichnung enthaltene Wert verwendet wird. Damit werden die Daten wieder automatisch an dem Ort gespeichert, wo sie bei der Aufnahme hergeholt wurden. Da die Eingabe einer Endadresse überflüssig ist (eine Aufzeichnung wird entweder nicht oder ganz gelesen), muss zum Laden der Daten nur noch die Funktionstaste CNT bzw. zum Vergleichen T gedrückt werden. Dadurch wird einem Schalterparameter (Compare Switch CSW) der Wert 00 oder 7F zugeordnet und RTF aufgerufen.

Nachdem die richtige Aufzeichnung gelesen wurde und dabei kein Fehler aufgetreten ist, werden wieder vor dem Verlassen des Haupt-

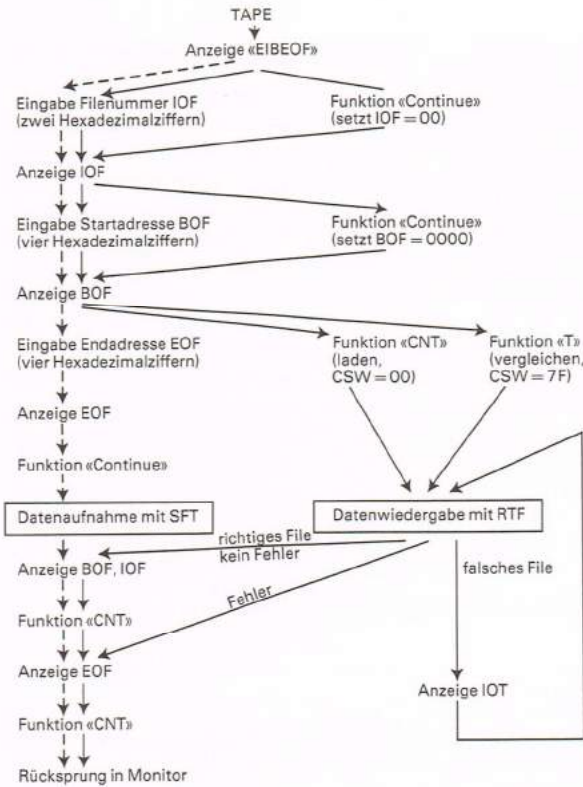


Bild 4 Flussdiagramm des Hauptprogrammes TAPE zur Darstellung der Bedienungsmöglichkeiten
 - - - Aufnahme
 - - - Wiedergabe

programms BOF, IOF und EOF angezeigt. Wurde eine falsche Aufzeichnung gefunden (Nichtübereinstimmen der gelesenen File-Nummer mit dem eingegebenen Parameter IOF), so wird vom Leseprogramm RTF eine Marke gesetzt (das carry bit C) und ohne die Daten zu lesen ins Hauptprogramm zurückgesprungen. Dieses zeigt die Nummer der gefundenen Aufzeichnungen an und ruft sofort wieder RTF zum Lesen der nächsten Aufzeichnung auf. Beim Auftreten eines Fehlers (Parityfehler, Fehler beim Vergleich der gelesenen Daten mit dem Speicherinhalt nach einer Aufzeichnung oder wenn ein Wort nicht richtig in den Speicher eingeschrieben werden kann) wird eine Fehlermarke gesetzt (overflow bit V), der Endadresse EOF die Adresse, bei der der Fehler aufgetreten ist, zugeordnet und sofort ins Hauptprogramm zurückgesprungen. Dieses zeigt jetzt nur noch EOF als Fehlermeldung und Adresse an.

Bedienungs- oder Eingabefehler können nicht korrigiert werden. Dagegen ist es möglich, das Hauptprogramm an jeder Stelle mit der Funktionstaste R (Return) durch einen Sprung in den Monitor zu verlassen und von diesem aus wieder TAPE erneut aufzurufen, um mit der Eingabe nochmals von vorn zu beginnen.

Wie aus Bild 4 und der Beschreibung hervorgeht, wird in allen Fällen, bis auf kleine Ausnahmen, das Hauptprogramm im wesentlichen genau gleich durchlaufen. Dadurch ist eine sehr kompakte Programmierung möglich, es werden nur 95 Worte benötigt, wobei für die Bedienung der Anzeige und der Tastatur die entsprechenden Subroutinen des Betriebssystems verwendet werden. Trotzdem ist die Bedienung sehr einfach und komfortabel und erfüllt alle aufgestellten Forderungen und Wünsche. Eine weitergehende Beschreibung ist wenig sinnvoll, da eine zu grosse Abhängigkeit von der Hardwarekonfiguration und dem Betriebssystem besteht.

2.2 Teilprogramme

Im Gegensatz zum Hauptprogramm kann das Aufnahme- und Wiedergabeprogramm auf jedem Motorola-6800-Mikroprozessorsystem (mit MC 6800, 6801, 6802 Prozessor) direkt implementiert werden, wenn das Kassettengerät (z. B. der Data-Recorder ZE 601) über einen asynchronen Communications Interface Adaptor (ACIA) MC 6850 angeschlossen wird. Als selbstverständlich wird vorausgesetzt, dass genügend Speicherplatz vorhanden ist, dass dieser den direkt adressierbaren Bereich (tiefste 256 Adressen, Zero Page) einschliesst, und dass der Stapelspeicher (Stack) zur Verfügung steht (Stack Pointer initialisiert).

Symbol Parameter	Bedeutung	Adresse
CR	Control-Register des ACIA (write only)	BFOE
SR	Status-Register des ACIA (read only)	BFOE
TDR	Senderegister des ACIA (write only)	BFOF
RDR	Empfangsregister des ACIA (read only)	BFOF
EOF	Endadresse der Daten	OOEB/C
IOF	Filenummer	OOED
BOF	Startadresse der Daten	OOEE/F
CSW	Compare Switch	OOE9
IOT	Filenummer vom Band gelesen	OOEA
BOT	Startadresse der Daten vom Band gelesen	OOEB/C

Bild 5 Tabelle der verwendeten Parameter und Symbole mit den zugehörigen Adressen

Die Tabelle von Bild 5 gibt einen Überblick über die Bedeutung und Lokalisation der in den Programmen verwendeten Parameter und Abkürzungen.

Die Programme sind positionsunabhängig codiert, sie können als Ganzes an einem beliebigen Ort im Speicher geladen und betrieben werden. Eine Trennung der einzelnen Teile ist jedoch ohne neue Assemblierung nicht möglich, da Subroutinen gemeinsam benützt werden.

2.2.1 Aufnahmeprogramm SFT

Das Aufnahmeprogramm startet das Bandgerät (Data Recorder ZE 601 oder ein beliebiges Kassettengerät, welches nach den in [1] beschriebenen Prinzipien gesteuert wird), zeichnet als Kopf die Parameter IOF und BOF auf und direkt anschliessend die zwischen den Adressen BOF (inklusive) und EOF (exklusive) gespeicherten Daten und stellt das Bandgerät wieder ab.

Vor dem Aufruf des Programmes müssen auf den in Bild 5 angegebenen Speicherplätzen die Parameter IOF, BOF und EOF abgelegt werden.

Das Flussdiagramm des Programmes SFT zeigt Bild 6. Es besteht im wesentlichen aus einer grossen Schleife, welche bei der Aufnahme jedes Wortes genau einmal durchlaufen wird. Als erstes wird das Interface (ACIA MC 6850) initialisiert und das Band gestartet. Danach wird ein Datenzeiger (das Indexregister X) mit der Adresse des ersten aufzuzeichnenden Datenwortes (IOF) geladen. Nach dem Eintritt in die Aufnahmeschleife muss abgewartet werden, bis das Bandgerät aufnahmebereit ist (Meldung mit CTS = 1 wie in [1] beschreiben) und ein Wort gesendet werden kann (Anzeige im Statusregister des ACIA durch TDRE = 1). Das Wort wird gesendet (ins Senderegister TDR geschrieben), der Datenzeiger um eine Adresse verschoben und geprüft, ob dies die Endadresse des Kopfes (OOFO) ist, wenn ja, ist die Aufzeichnung des Kopfes (von IOF und BOF) beendet, der Daten-

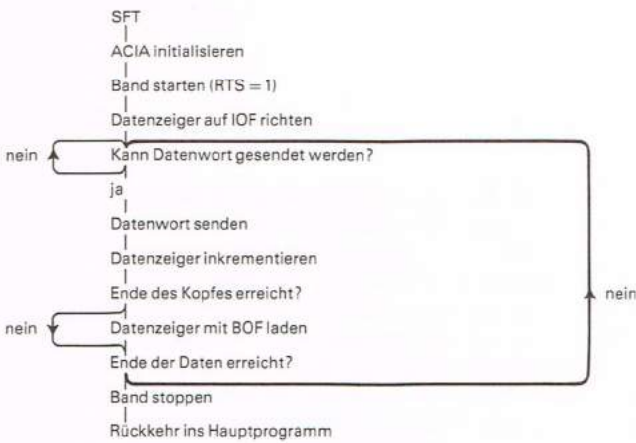


Bild 6 Flussdiagramm des Aufnahmeprogramms SFT

SFT	0200	8D 1E	BSR	START	
	2	CE 00 ED	LDX #	00 ED	Startadresse Kopf laden
	5	B6 BFOE	LDAA	SR	} ACIA bereit? (TDRE = 1?)
	8	85 02	BITA #	02	
	A	27 F9	BEQ		} Wort senden
	C	A6 00	LDAA x	00	
	E	B7 BFOF	STAA	TDR	nächste Adresse
	11	08	INX		} Kopf Ende erreicht?
	2	8C 00 FO	CPX #	00 FO	
	5	26 02	BNE		} Startadresse Daten laden
	7	DE EE	LDX D	BOF	
	9	9C EB	CPX D	EOF	} Daten Ende erreicht?
	B	26 E8	BNE		
	D	8D 0C	BSR	STOP	
	F	39	RTS		
START	20	86 5F	LDAA #	5F	} Master reset
	2	B7 BFOE	STAA	CR	} ACIA
	5	86 1D	LDAA #	1D	} ACIA Initialisierung
	7	B7 BFOE	STAA	CR	} Bandstart (RTS = 1)
	A	39	RTS		
STOP	2B	07	TPA		} Cond. Code retten
	C	DF EB	STX D	EOF	} Endadr. f. Anzeige
	E	C6 5D	LDAB #	5D	} Bandstop (RTS = 0)
	30	F7 BFOE	STAB	CR	
	3	39	RTS		

Bild 7 Vollständiges Aufnahmeprogramm SFT

zeiger muss mit der Anfangsadresse (BOF) der Daten geladen werden. Darauf wird geprüft, ob der Datenzeiger bereits auf die Endadresse der Daten (EOF) zeigt, wenn ja, ist die Aufnahme beendet, das Band wird gestoppt und das Aufnahmeprogramm wird verlassen. Wenn nein, wird an den Anfang der Schleife gesprungen und dort wieder abgewartet, bis das nächste Wort gesendet werden kann.

Das vollständige Programm ist in Bild 7 wiedergegeben. Initialisierung mit Bandstart und der Bandstoppteil sind je als Subroutinen ausgebildet, damit diese Teile auch vom Wiedergabeprogramm benutzt werden können. Das ACIA wird bei der Initialisierung auf ein Datenformat mit 8 Datenbit, ein ungerades Paritybit und ein Stopbit und die Speisung mit dem 16fachen Takt der Datenrate (9,6 kHz für 600 Baud) programmiert, ein Interrupt wird nicht zugelassen. In der Subroutine Stop muss das Condition Code Register in einen Akkumulator geladen werden, damit im Hauptprogramm die bei der Wiederga-

be als Marken benützten Carry- und Overflowbits ausgewertet werden können. Bei der Aufnahme sind diese beim Aufruf der Subroutine Stop immer automatisch gelöscht. Der Endzustand des Datenzeigers wird zur Anzeige im Hauptprogramm auf den EOF zugeordneten Speicherplätzen abgelegt (bei der Wiedergabe ist ja EOF vorher nicht bekannt). Im weiteren enthält das Programm keine Besonderheiten. Zur Unterscheidung der Adressierungsarten werden die Symbole # = immediate, D = direct und X = indexed benutzt.

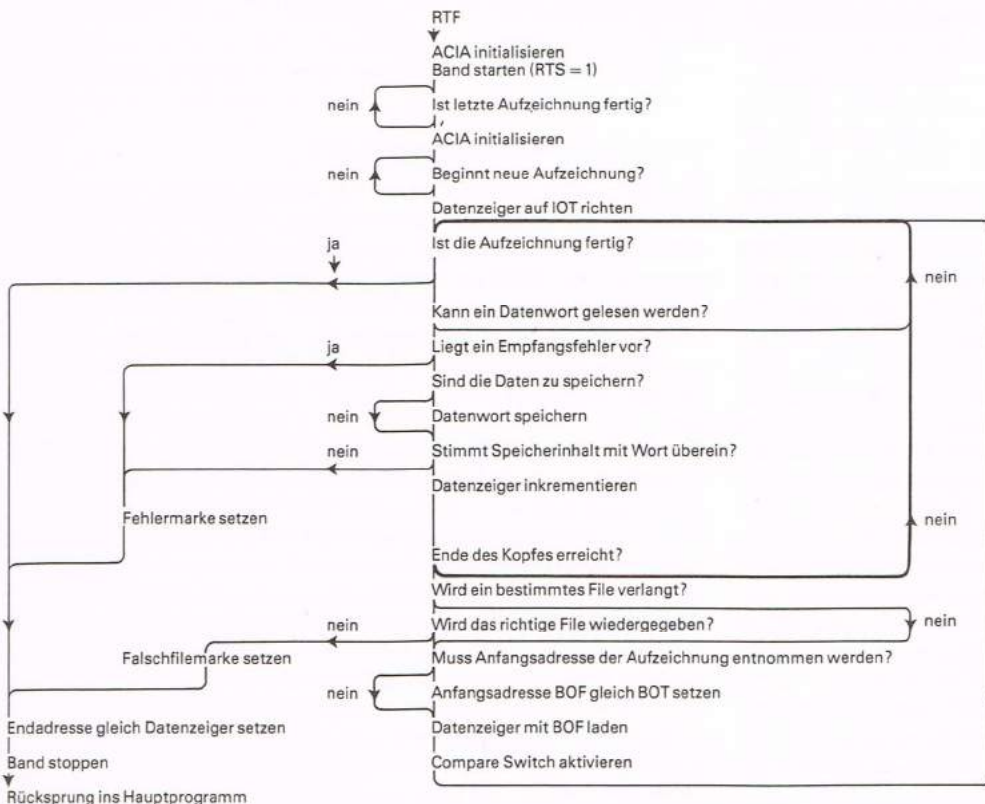


Bild 8 Flussdiagramm des Wiedergabeprogramms RTF

2.2.2 Wiedergabeprogramm RTF

Das Wiedergabeprogramm startet das Bandgerät, liest den Kopf der nächsten Aufzeichnung und entscheidet, ob diese Aufzeichnung gewünscht wird oder nicht, anhand der eingegebenen Filenummer IOF. Wenn nein, wird mit gesetzter Falschfilemarke (Overflowbit V = 1) in das Hauptprogramm zurückgesprungen, wenn ja, werden die Daten gelesen und gespeichert oder mit dem Speicherinhalt verglichen. Beim Auftreten eines Fehlers wird die Wiedergabe sofort abgebrochen und mit gesetzter Fehlermarke ins Hauptprogramm zurückgekehrt.

Die Anfangsadresse der Daten im Speicher ist durch den Parameter BOF gegeben, hat dieser den Wert 0000, so wird die im Kopf der Aufzeichnung gefundene ursprüngliche Anfangsadresse (BOT = Begin of Tape) als Startadresse benützt. Vor dem Aufruf des Programmes müssen auf den in Bild 5 angegebenen Speicherplätzen die Parameter IOF, BOF und CSW abgelegt werden.

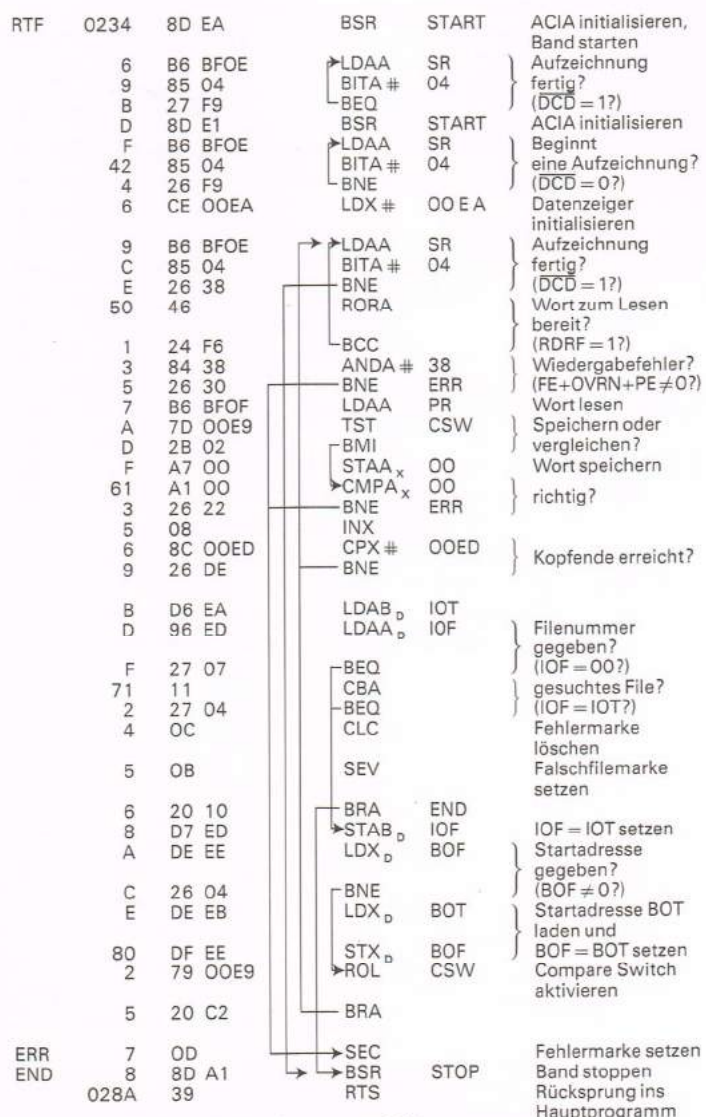


Bild 9 Vollständiges Wiedergabeprogramm RTF

Das Flussdiagramm zeigt Bild 8. Den Kern bildet wiederum eine grosse Schleife (fett ausgezogen), welche bei der Wiedergabe jedes Wortes genau einmal durchlaufen wird. Als erstes wird wieder das ACIA initialisiert und das Bandgerät gestartet (mit der Subroutine START). Werden jetzt noch die Daten wiedergegeben, welche bei einem unmittelbar vorausgegangen Aufruf von RTF nicht gelesen wurden, weil die Filenummer (IOT) nicht mit dem vorgegebenen Wert (IOF) übereinstimmte, so wird das Ende der Aufzeichnung abgewartet (in der kurzen Zeit zwischen dem Verlassen und Wiederaufruf von RTF wird das Bandgerät wegen einer Verzögerung von RTS in der Steuerschaltung nach [1] gar nicht ausgeschaltet). Darauf muss das ACIA nochmals initialisiert werden (wieder mit START) und der Beginn der nächsten Aufzeichnung abgewartet werden. Der Datenzeiger wird zum Einlesen des Kopfes initialisiert und nach dem Eintritt in die Kernschleife geprüft, ob die Aufzeichnung beendet ist (DCD = 0?). Wenn nein, wird abgewartet, bis ein Datenwort gelesen werden kann (angezeigt durch RDRF = 1 im ACIA), und geprüft, ob ein Empfangsfehler vorliegt (Parityfehler, Framing Error oder Receiver Overrun). Wenn ja, wird die Fehlermarke gesetzt (das Carrybit), der Wert des Datenzeigers für die Anzeige als Fehleradresse im Hauptprogramm auf EOF gespeichert, das Band gestoppt (mit STOP) und das Programm verlassen. Liegt kein Fehler vor, so wird geprüft, ob die Daten zu speichern oder zu vergleichen sind. Diese Information ist im Compareswitchparameter CSW durch den Zustand von Bit 7 gegeben. Da der Kopf einer Aufzeichnung immer zur Auswertung gespeichert werden muss, ist Bit 7 beim Einlesen des Kopfes immer gleich 0 (= speichern). Die im Hauptprogramm eingegebene Information (CSW = 00 für speichern und 7F für vergleichen) wird erst nach dem Lesen des Kopfes mit einem Schiebepfehl (ROL CSW) ins Bit 7 transferiert und damit der Schalter aktiviert. Wird ein Vergleich gewünscht, so wird der Speicherbefehl übersprungen. Der anschließende Vergleich wird immer durchgeführt, damit wird sofort erkannt, wenn zum Beispiel in einen mit einer Schreibsperr belegten Speicherbereich zu schreiben versucht wird. Nach dem Inkrementieren des Datenzeigers wird geprüft, ob das Kopfbende erreicht ist, und wenn nein, an den Anfang der Wiedergabeschleife gesprungen. Wenn ja, erfolgt, falls eine Filenummer (IOF ≠ 00) vorgegeben wurde, die Prüfung, ob die richtige Aufzeichnung wiedergegeben wird (IOF = IOT?). Bei negativem Resultat wird die Falschfilefehlermarke (das Overflowbit V) gesetzt und RTF nach dem Aufruf der Subroutine STOP verlassen. Bei positivem Resultat und immer, wenn IOF = 00 gesetzt wurde, folgt der Test, ob die Startadresse für die Speicherung (oder den Vergleich) der Daten vorgegeben wurde (BOF ≠ 0000) oder ob diese dem Kopf entnommen werden muss (BOF = 0000), und das entsprechende Laden des Datenzeigers. Nachdem noch der Compareswitch aktiviert wurde, wird zur Verarbeitung der Daten in die Wiedergabeschleife zurückgesprungen.

Das vollständige Programm ist in Bild 9 wiedergegeben. Trotz den vielen realisierten Funktionen und Ausführungsmöglichkeiten ist der Umfang recht klein geblieben. Dies wurde vor allem durch den Verzicht auf eine Strukturierung (im Sinne der strukturierten Programmierung) innerhalb des Programmes ermöglicht. Diese hätte wohl zu einer Vergrößerung der Übersichtlichkeit geführt, jedoch ein bedeutendes Mehr an Befehlen für die Organisation der Strukturierung gebracht.

Literatur

- [1] R. Zinniker, Datenspeicherung auf Audio-Kassettenrecordern, Elektroniker 16, Nr. 6, Juni 1977 und hier S. 93 ff.
- [2] R. Baumann, Software Entwicklung, Elektroniker 16, Nr. 10, Oktober 1977 und hier S. 11 ff.