

KERNFORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE

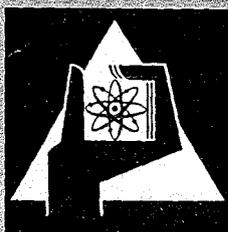
Juni 1966

KFK 458

Institut für Angewandte Kernphysik

Ein Doppelcomputersystem zur integrierten Datenverarbeitung
am Reaktor FR 2

G. Krüger, G. Dimmler, G. Zipf, H. Hanak, R. Merkel



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

Ein Doppelcomputersystem zur integrierten Datenverarbeitung am Reaktor FR 2

A double computer system for the on-line data processing at the reactor FR 2

Von G. Krüger, G. Dimmler, G. Zipf, H. Hanak und R. Merkel

Aus dem Institut für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums Karlsruhe

1. Einführung

Ein Schwerpunkt der Nutzung des FR2 sind die an den Strahlrohren aufgebauten kernphysikalischen Experimente. Ein Teil dieser Meßanlagen ist mit einem zentralen Datenverarbeitungssystem verbunden, das sich ebenfalls in der Rotunde des Reaktors befindet. Kernstück des MIDAS (Multiple Input Data Acquisition System) sind integrierte Kleinrechner (On-Line-Computer), unter deren Führung die Erfassung, Übernahme, Verarbeitung und Speicherung der Meßdaten von 8 Experimenten vorgenommen wird. Die physikalischen Aufgaben dieser Experimente sind sehr unterschiedlich, sie umfassen Untersuchungen mit Gammapektrometern, Neutronenflugzeitmessungen [1], Untersuchungen zur Spaltungsphysik und Mößbauer-Experimente. Alle Experimente besitzen eine eigene, unabhängige elektronische Ausrüstung mit Strahlungsdetektoren, Verstärkern, Analog-zu-Digital-Wandlern, Koinzidenzkreisen und Versorgungsgeräten.

Bisher war es üblich, auch die Erfassung und Speicherung der Meßdaten für jede Meßapparatur getrennt vorzunehmen. Bei Untersuchungen mit nur einer Meßgröße, bei deren Registrierung man mit wenigen elektronischen Zählern oder einem kleinen Vielkanalanalysator auskommt, ist eine unabhängige Datenerfassung sicher von Vorteil. Ein erheblicher Teil der Strahlrohrexperimente ist aber so ausgelegt, daß gleichzeitig mehrere Meßparameter und ihre Verknüpfungen erfaßt werden können. Diese Vielkanal-Mehrparameter-Untersuchungen sichern durch die parallele Bestimmung sehr vieler Einzelwerte der Meßgrößen sowohl eine hohe Ausnutzung des Reaktors als Strahlungsquelle als auch eine erhebliche Steigerung der experimentellen Ausbeute.

Die Anforderungen der Mehrparameter-Meßtechnik bei der Erfassung und Steuerung des Datenflusses lassen sich durch konventionelle, fest programmierte Speichergeräte nur unzureichend erfüllen [2]. Daher waren wir gezwungen, die Geräte und Methoden der Computertechnik für eine integrierte Datenverarbeitung einzusetzen.

2. Organisation des MIDAS

Fig. 1 zeigt die Anlagenteile des MIDAS und die sie verbindenden Informationskanäle. Gezeichnet ist die Ausbaustufe MIDAS 66, ein symmetrisches Doppelcomputersystem mit Magnetband- und Plattenspeichern. Diese Anlage tritt mit Beginn der neuen Betriebsphase des FR2 an die Stelle der bisherigen Anlage MIDAS 64 [3], die im schrittweisen Aufbau seit Sommer 1963 im Dauerbetrieb eingesetzt war (Fig. 2).

2.1 Das Eingangssystem

Durch den Anschluß mehrerer räumlich getrennter Experimente war es nicht möglich, Meßplatzelektronik und Computerzentrale eng benachbart aufzubauen. Eine direkte räumliche Verbindung ist auch aus Gründen der Betriebsorganisation und der Störsicherheit unerwünscht. Es werden am Meßplatz nur die Anlagenteile von MIDAS installiert, die dort unbedingt benötigt werden. Diese Aufteilung in Außenstationen und Zentrale ist in Fig. 1 angedeutet.

2.11 Der Eingangspuffer

Die Eingangstation des Datenverarbeitungssystems am speziellen Experiment ist ein Ein-Wort-Puffer, das in einem Zugriff 20 Bits parallel übernehmen kann. Die Aufteilung der dadurch gegebenen $1,048 \cdot 10^6$ Meßkanäle auf die digitalen Ausgänge der Experimentelektronik (Analog-Digital-Wandler, Positionscoder, Flugzeitähler usw.) ist beliebig. Werden die Zuordnungen häufig gewechselt, können Experimentausgänge und Puffereingänge über eine Schalttafel verbunden werden.

Das Steuerwerk des Eingangspuffers arbeitet wie folgt: Meldet die Experimentsteuerung die abgeschlossene Codierung eines Ereignisses, so öffnet das Steuerwerk die Eingangstore und übernimmt das binär-codierte Ereignis in ein Flip-Flop-Register. Nach Abschluß der Übertragung gibt es ein Anzeigesignal an das Experiment zurück, durch das wahlweise Zähler gelöscht, Wandler zurückgesetzt werden usw. Gleichzeitig wird das Datenwort, ergänzt durch einen 4-Bit-Erkennungs- und Prüfcode der Pufferstation, auf die Übertragungsleitung gesetzt. Ein Steuersignal meldet die besetzte Leitung an das Steuerwerk der zentralen Datenübernahmeinheit.

2.12 Eingangszentrale

Um eine schnellere Übertragung zu erreichen, hat jeder Eingangspuffer seinen eigenen Übertragungskanal (Fig. 3). Für die Eingabe in den Kernspeicher des Computers steht allerdings nur ein gepufferter Datenkanal zur Verfügung, so daß die Übertragungswege vor dem Computer zusammengeführt werden müssen. Diese Aufgabe übernimmt der Multiplexer. Die Übernahme des Digitalwortes geschieht im direkten Zugriff, d. h., es erfolgt keine umlaufende Abtastung der Eingangskanäle. Beim Vorliegen eines Steuersignals wird vielmehr der entsprechende Übertragungsweg bereits im nächsten Zyklus durchgeschaltet. Liegen mehrere Anrufe gleichzeitig vor, so entscheidet eine Prioritätssteuerung über die Reihenfolge der Übernahmen. Die dabei entstehenden Wartezeiten sind gering; alle $1,2 \mu\text{s}$ kann ein 24-Bit-Datenwort übernommen werden.

Über eine unabhängige Ausgabesteuerung fließen die Daten dann weiter in einen Pufferbereich des Kernspeichers. Da alle Computerdatenkanäle nur 12 Bits parallel übertragen können, muß pro Ereignis zweimal zugegriffen werden. Die Übertragungszeit für den doppelten Zugriff ist $26 \mu\text{s}$. Um Datenverluste beim gleichzeitigen Auftreten mehrerer Ereignisse zu vermeiden, werden die Daten in einem 4-Wort-Registersatz vorgepuffert. Alle diese Übertragungsschritte erfolgen automatisch, um den Computer nicht mit einfachen Steueraufgaben zu belasten. Unter dem Einfluß des Computerprogramms stehen lediglich die Kanalsteuerung (Abschaltvorrichtung) und der Datenkanal. Die Kanalsteuerung regelt das Zu- und Abschalten einzelner Übertragungskanäle. Sie erhält ihre Anweisungen durch Funktionscodes, die über den Normaldatenkanal ausgegeben werden. Die gepufferten Datenkanäle haben einen eigenen Zugriff zum Kernspeicher und können daher unabhängig von der Abwicklung eines Programms Blöcke von Daten mit externen Geräten austauschen. Nur Beginn und Ende einer Blockoperation werden vom Programm überwacht. Bei der Übernahme der Meßdaten geschieht das auf folgende Weise:

Das Programm reserviert für die einlaufenden Daten einen Kernspeicherbereich von etwa 100 Worten. Anfangs- und Endadresse dieses Bereiches

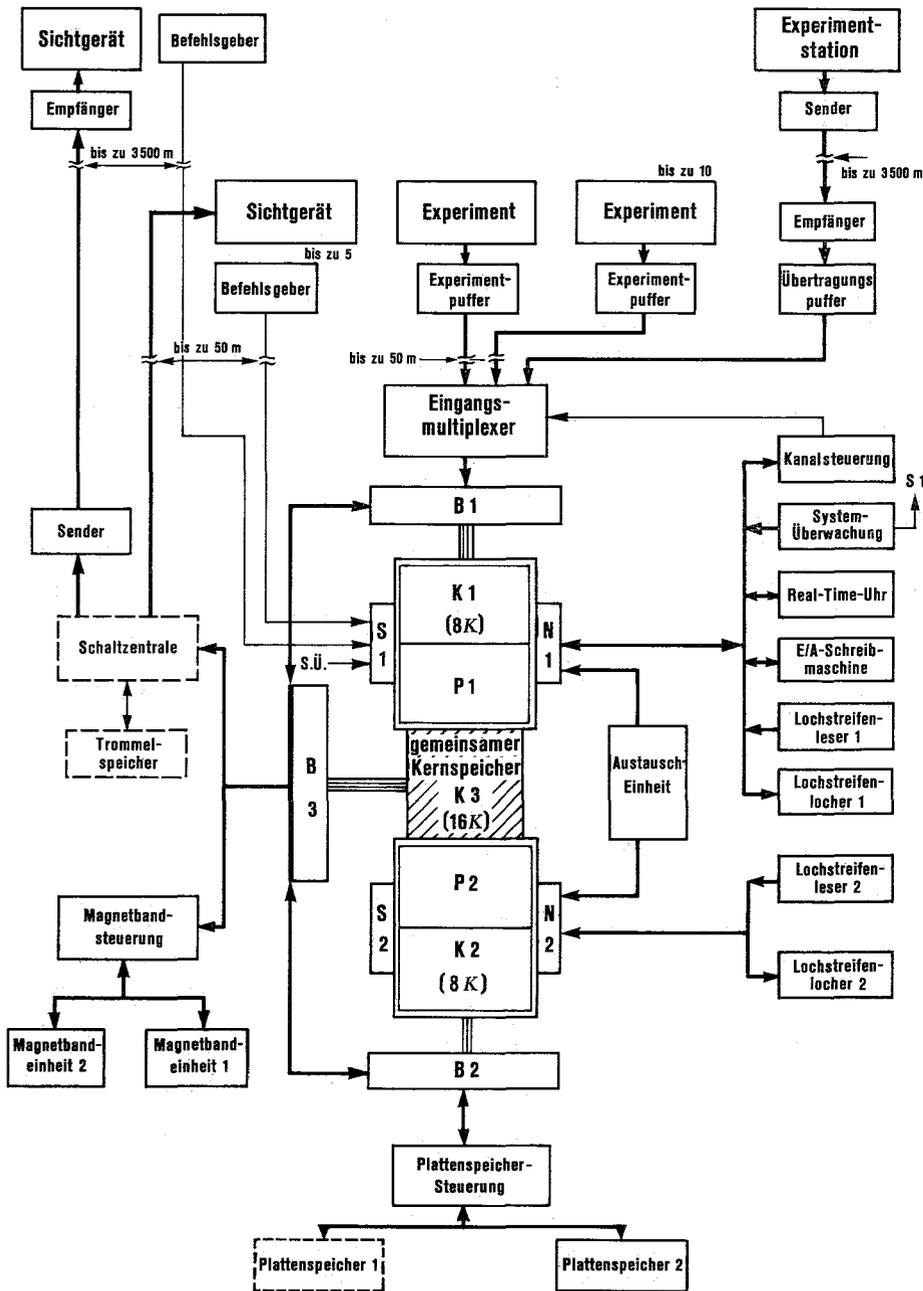


Fig. 1: Blockschema der Doppelcomputeranlage.

P1, P2 Prozessoren (CDC 160-A/8090),
 K1, K2 »private« Kernspeicher der Prozessoren,
 K3 gemeinsamer Kernspeicher, wird von beiden Prozessoren als interner Speicher betrachtet,
 B1, B2 »private« gepufferte Datenkanäle, gepufferter Datenkanal des gemeinsamen Kernspeichers; an diesen Kanal angeschlossene periphere Geräte können auch über B1 und B2 unter Umgehung von B3 benutzt werden,
 B3 ungepufferte Datenkanäle zum Austausch kleinerer Informationsmengen,
 S1, S2 6-Bit-Eingänge für manuelle Steuerkommandos; S1 übernimmt auch Signale der Systemüberwachung.
 Die Austauscheinheit dient zur programmtechnischen und elektronischen Abstimmung der Zusammenarbeit der beiden Computer. Die Schaltzentrale verbindet Sichtgeräte, Trommel und Datenkanal.
 Gestrichelt gezeichnete Einheiten in Entwicklung oder vorgesehen

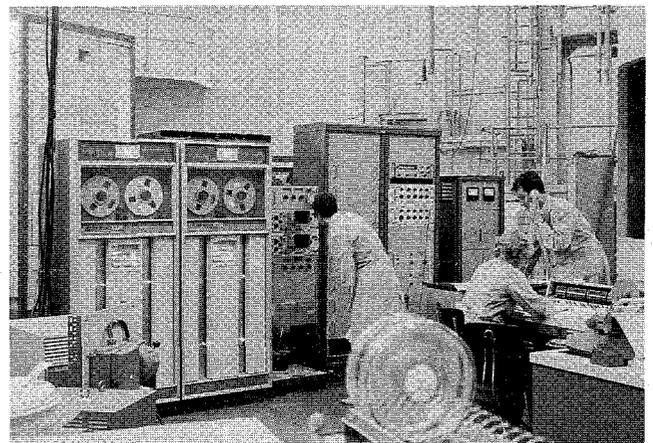
Fig. 1: Block diagram of the double computer system

P1, P2 processors (CDC 160-A/8090),
 K1, K2 private memory of the 2 processors,
 K3 shared memory; both computers can use it as an internal storage,
 B1, B2 private buffered data channels,
 B3 buffered data channel of the irradiation memory; the computers can override the B3 channel control and use the peripheral equipment connected to this channel,
 N1, N2 unbuffered data channels used to exchange small amounts of information,
 S1, S2 special input channels; S1 connects the command panels to the computer P1; S1 is also activated by the signals of the system control.

The exchange unit facilitates (hardware and software) cooperation of the 2 computers. The switchbox is a network, which connects the data channel, the drum control and the display units.
 Dashed-drawn units are under development

Fig. 2: MIDAS 64 in der Halle des FR 2, ganz links die Magnetbandsteuer-einheit, zwei Magnetbänder CDC 603, Sichtgerät, zentrale Datenübernahme-einheit (Multiplexer), der schreibtischgroße Computer 160-A mit Lochstreifenleser und -locher und die Schreibmaschine

Fig. 2: MIDAS 64 in the FR 2 reactor hall, on the left hand the magnetic tape control unit, two magnetic tape units CDC 603, display unit, central data input unit (multiplexer), the computer 160-A with paper-tape punch and paper-tape reader and the typewriter



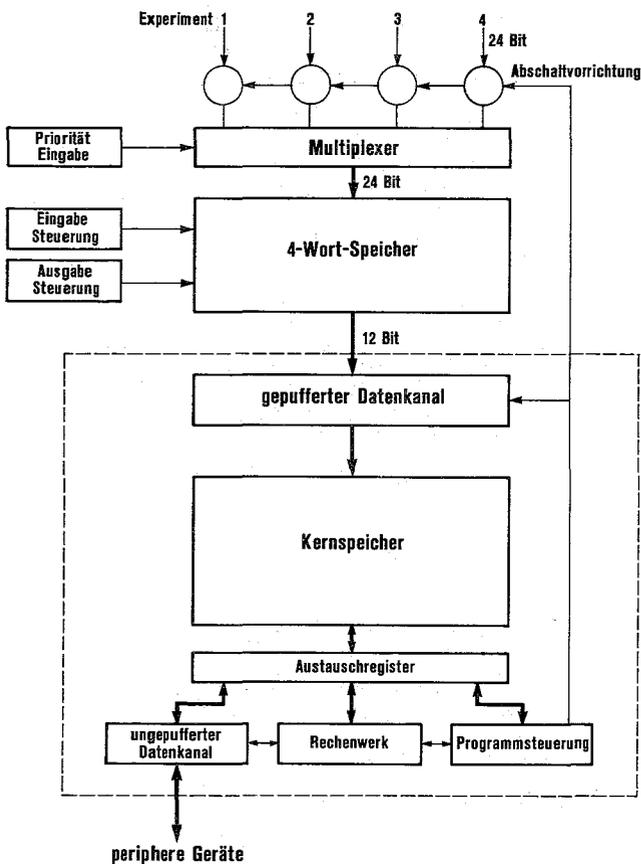


Fig. 3: Elektronische Teile der Meßdatenübertragung in den Computer

Fig. 3: Electronic parts of the data transmission to the computer

werden in die Kontrollregister des Datenkanals gespeichert, dann wird die Eingangseinheit angewählt und der Datenkanal geöffnet. Je nach Zählrate füllt sich der im Kernspeicher gehaltene Pufferbereich in einem bestimmten Zeitraum. Das Computerprogramm läuft in dieser Zeit praktisch ungestört. Erst wenn der Pufferbereich gefüllt ist, wird es durch ein Eingriffssignal (Interrupt) des Datenkanals unterbrochen und in eine Antwortroutine gezwungen. Dieses Interruptprogramm schaltet sofort den Eingang auf einen zweiten Pufferbereich um, so daß die Datenannahme ohne Unterbrechung weiterlaufen kann. In der Füllzeit dieses Puffers wird der erste Puffer abgearbeitet (Wechselpufferbetrieb). Durch die zeitliche Entkopplung von Datenannahme und Datenverarbeitung ist es möglich, mit unseren verhältnismäßig kleinen Computern mehrere Aufgaben gleichzeitig auszuführen (Abschnitt 3).

2.2 Die Computerzentrale

Die Computer und ein Teil der peripheren Geräte (Magnetbandeinheiten, Lochstreifenein- und -ausgabe) sind Produkte der Control Data Corporation, Minneapolis, USA; Schreibmaschine und Plattenspeicher sind IBM-Fabrikate. Die übrigen Teile der Anlage sind Eigenentwicklungen unseres Instituts.

2.2.1 Die Computer CDC 160-A/8090

Die beiden Computer haben zwar einen unterschiedlichen mechanischen Aufbau, sind aber in den Anschlußbedingungen für externe Geräte und im Befehlsvorrat voll kompatibel. Die 160-A/8090 sind wortorientierte Parallelmaschinen für 12 Bits. Der Kernspeicher hat in seiner Grundausstattung 8192 Plätze, die vollständige Zykluszeit beträgt 6,4 μ s. Ein Zusatzspeicher von 16 K ($K = 1024$) ist in zwei 8 K-Moduls mit unabhängiger Speichersteuerung aufgeteilt. Beide Computer können zu diesem gemeinsamen Kernspeicher direkt zugreifen. Zum Kernspeicher des anderen Rechners haben sie dagegen nur über einen Datenkanal und eine spezielle Austauschseinheit Zugang (Fig. 1). Ein geplanter

Zugriff zu seinem »Privatspeicher« (private memory) muß dem zugehörigen Prozessor durch ein Interruptsignal angezeigt werden. Erst nach einer positiven Antwort des betroffenen Computers kann der Datenaustausch eingeleitet werden. Der Befehlsvorrat umfaßt 130 Einfach- und Doppelwortbefehle, die mittlere Ausführungszeit einer Instruktion beträgt 15 μ s.

2.2.2 Die Datenkanäle

Von den 5 Datenkanälen sind 3 gepuffert (B1... B3) und zwei ungepuffert (N1, N2). Bei Ein-Ausgabe-Operationen über die ungepufferten Kanäle wird das Computerprogramm gestoppt, da das Rechenwerk zur Übertragungssteuerung verwendet wird. Die Pufferkanäle haben, wie schon beschrieben, eine eigene Steuerung. Die Kanäle B1 und B2 können sowohl mit ihren Privatspeichern als auch mit dem gemeinsamen Speicher arbeiten, dagegen ist der Kanal B3 auf den Zusatzspeicher beschränkt. Sind mehrere periphere Geräte über eine Sammelschiene parallel an einen Kanal angeschlossen, kann zu einem Zeitpunkt immer nur ein Gerät pro Kanal mit dem Kernspeicher Daten austauschen. Die 5 Kanäle selbst können ohne Einschränkungen parallel arbeiten.

2.2.3 Die peripheren Geräte

Als Hilfsspeicher dient ein Plattenspeicher IBM 1311 mit auswechselbaren Plattentürmen. Ein Plattenturm hat 10 Oberflächen zur Datenspeicherung, seine Kapazität beträgt $17,88 \cdot 10^6$ Bits. Die mittlere Zugriffszeit liegt zwischen 97 und 272 ms. Zwei Magnetbandeinheiten CDC 603 mit Übertragungsraten von 41700 6-Bit-Charakteren pro s dienen als Massenspeicher. Die Schreib- und Lesegeschwindigkeit beträgt 190,5 cm/s, das Aufzeichnungsformat entspricht dem Industriestandard für 7spurige Aufzeichnung.

Die Real-Time-Uhr ist ein unabhängiger Zeitgeber, der mit dem Prozessor 1 über Interrupts und Funktionscodes verkehrt. Das quarzgesteuerte Zählregister der Uhr enthält stets die Absolutzeit (time-of-the-day-clock), die durch den Computer abgefragt werden kann. Weiterhin kann der Computer durch Setzen eines Maskenregisters vorherbestimmen, zu welchem Zeitpunkt oder in welchen Zeitabständen er durch einen Interrupt »Zeitsignal« unterbrochen werden möchte. Dadurch erhält das Computersystem eine Zeitbasis, die ihm eine genaue Kontrolle seiner Real-Time-Umgebung ermöglicht.

Die Systemüberwachung kontrolliert einige Grundfunktionen der Anlage. So meldet sie z. B. dem anderen Prozessor einen Ausfall der Steuerung eines Prozessors, oder sie simuliert Antwortsignale ausgefallener externer Einheiten. Ein fehlendes Rückmeldesignal würde sonst die Zeitkette des Computers blockieren und zu einem Systemzusammenbruch führen. Gleichzeitig mit dem simulierten Antwortsignal setzt die Systemüberwachung einen Sprungschalter, durch den der normale Programmablauf unterbrochen wird. Dadurch wird es möglich, ein spezielles Prüfprogramm einzuschalten, das die Fehlerquelle untersucht. Handelt es sich bei dem Ausfall des externen Geräts um einen einmaligen Fehler, so wird nur eine Warnung für den Wartungsingenieur auf der Schreibmaschine ausgegeben, das Gerät aber weiter benutzt. Tritt der Fehler dagegen häufiger oder regelmäßig auf, so wird die betroffene Einheit vom Monitorprogramm gesperrt. Sind Ausweichmöglichkeiten für dieses Gerät vorhanden, so versucht das System sich entsprechend umzuprogrammieren. In den meisten Fällen ist eine solche Umkonfiguration nur unter Leistungsverlusten möglich, so daß ein Teil der Aufgaben nicht weiter bearbeitet werden

kann. Entscheidend ist aber, daß nicht jeder elektronische Ausfall zu einem vollständigen Systemzusammenbruch führen muß.

2.3 Sichtgeräte und Befehlsgeber

Diese Geräte gehören zu den Außenstationen und sind an jedem Meßplatz installiert. Das Sichtgerät hat die Aufgabe, Informationen vom Computer zum Experimentator zurückzukoppeln [4]. Dazu lassen sich ausgewählte Teile des Kernspeichers in analoger Form auf den Schirmen von Kathodenstrahlröhren abbilden. Es handelt sich meist um Teilergebnisse (Spektren) der laufenden Messungen, die entweder direkt im Kernspeicher gesammelt werden oder durch einen manuell gegebenen Befehl von der Platte aufgerufen werden können. Neben den Spektren überträgt das Sichtgerät auch Nachrichten über den Zustand des Betriebssystems, z. B. welche Unterprogramme zur Verarbeitung der Meßdaten von Experiment X eingeschaltet sind, ob die Ereignisse ordnungsgemäß auf die Platte oder auf Magnetband abfließen usw. Auch die Annahme oder das Zurückweisen einer Anweisung vom Meßplatz wird über das Sichtgerät zurückgemeldet. Ein voll ausgebautes Sichtgerät (Fig. 4) kann zwei Darstellungsverfahren benutzen. Im computergesteuerten Modus werden die Steueranweisungen für die Einstellung der Koordinaten des Punktes auf dem Schirm und seiner Helligkeit als Digitalworte vom Computer geliefert und vom Sichtgerät in Analogspannungen umgesetzt. In diesem Modus können beliebige Bilder, u. a. mathematische Funktionen und alphanumerischer Text, generiert werden. Da für jede Bildänderung eine Neuberechnung des darzustellenden Datenmaterials erforderlich ist, werden bei Anwendung dieses Verfahrens sowohl zusätzlicher Speicherplatz als auch erhebliche Rechenzeiten benötigt. Beim Spektrenmodus dagegen wählt der Benutzer durch eine Reihe von Schaltern am Sichtgerät die Darstellungsart (isometrische, helligkeitsgesteuerte oder Vielstrahl-Darstellung), das Bildformat und den Abbildungsmaßstab. Diese Einstellungen können für beide Röhren getrennt vorgenommen werden. Üblich ist, auf Röhre 1 ein Übersichtsbild mit 4096 oder 8192 Einzelpunkten einzustellen und auf der zweiten Röhre ein ausgeblendetes Detail in voller Auflösung zu beobachten. Zur vereinfachten Korrelation der Bilder ist der Ausschnitt im Übersichtsbild zusätzlich hell getastet. Der Vorteil des Spektrenmodus ist, daß die Abbildungsparameter im Sichtgerät selbst erzeugt werden. Dadurch entfallen die aufwendigen, auf das Sichtgerät bezogenen Umrechnungen der Meßdaten und Statusinformationen.

Über den Befehlsgeber gibt der Benutzer Anweisungen an das Computerprogramm. Für jedes Experiment steht ein eigenes Anweisungspaket zur Verfügung. Typische Befehle sind die folgenden:

1. Schaltfunktionen: z. B.
 - öffne Übertragungskanal Experiment X,
 - starte Spektrensummiierung auf der Platte,
 - beginne Ausgabe Kontrollbereich Y auf Sichtgerät Experiment X,
 - beende Ausgabe auf Sichtgerät.
2. Datentransfer:
 - übertrage Zwischenergebnisse Experiment X von der Platte auf Magnetband,
 - Ausgabe eines Kernspeicherbereiches auf Lochstreifen.
3. Programmierung:
 - schalte Eichprogramm Z für Experiment X ein,
 - verbinde Unterprogramme A, B, C zum Meßprogramm Experiment X, usw.

Ein Teil dieser Aufgaben kann auch unter Kontrolle der Real-Time-Uhr in regelmäßigen Abständen vom Computer selbst durchgeführt werden.

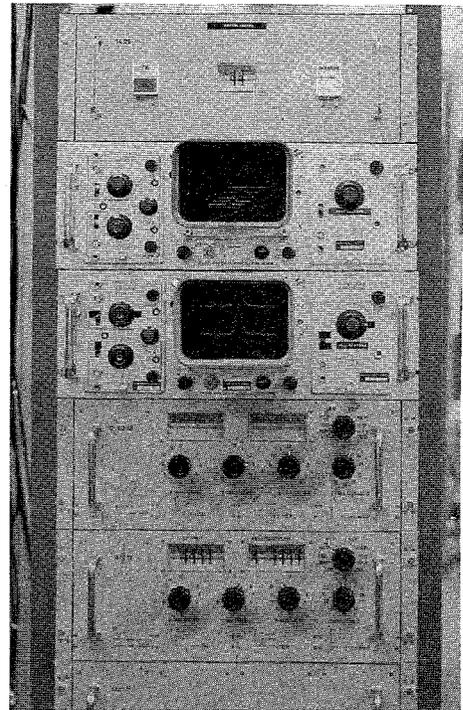


Fig. 4: Vollständige Kontroll- und Steuereinheit mit korrelierten Sichtgeräten (Detailausblendung aus einem isometrischen Spektrenbild und Hellstapunkt sind zu erkennen) und Befehlsgeber

Fig. 4: Complete control unit with correlated display units (the "detailed pattern" of a spectrum displayed in isometric mode and the marker point can be seen) and command panel

3. Programmierung

Nach dem Zwischenpuffern der einlaufenden Meßdaten im Kernspeicher geschieht die Weiterverarbeitung unter der Steuerung des Speicherprogramms.

3.1 Betriebssystem und Experimentprogramme

Grundsätzlich unterscheiden wir bei der Programmorganisation zwischen dem Betriebssystem (Monitor, Operating System) und den experimentbezogenen Unterprogrammen. Das Betriebssystem ist für den Benutzer ein integrierender Bestandteil des MIDAS. Normalerweise kann der Benutzer nicht unterscheiden, ob eine bestimmte Funktion von elektronischen Steuerungen (hardware) oder durch das gespeicherte Programm (software) ausgeführt wurde. Das Betriebssystem bildet den organisatorischen Rahmen, in den die Spezialprogramme der einzelnen Meßreihen eingefügt werden. Diese Unterprogramme lassen sich leicht auswechseln und ohne Änderung der Gesamtorganisation neuen Aufgaben anpassen. Für jedes Experiment wird eine Reihe von Unterprogrammen auf dem Plattenspeicher gehalten; diese Programme können durch manuelle Anweisung aufgerufen werden, so daß der Computer ohne Unterbrechung der parallel laufenden Experimente umprogrammiert werden kann.

3.2 Die Steuerung des Datenflusses

Eine wichtige organisatorische Frage ist die Koordinierung der zwei parallel laufenden Computerprogramme. Um Konflikte zu vermeiden, wurden die zentrale Programmablaufsteuerung und die Überwachungs- und Kontrollroutinen in einem Computer zusammengefaßt (master-slave mode). Nach diesem Schema übernimmt ausschließlich der Prozessor 1 den Verkehr mit der Außenwelt. Er beantwortet die Eingriffssignale, nimmt die Anweisungen der Befehls-

geber entgegen und führt sie in den meisten Fällen auch aus. Nur wenn es sich um einen Befehl an einen Experimentmonitor handelt, der in Computer 2 läuft, gibt er die Anweisung an dieses Programm weiter. Aus dem Datenflußbild (Fig. 5) ergeben sich die weiteren Aufgaben des Hauptmonitors. Er verteilt die im Eingangspuffer stehenden Daten auf die einzelnen Analysierprogramme und kontrolliert zudem durch eine Umschaltroutine die Datenübernahme. Diese Routine besteht im wesentlichen aus einer Überlastungskontrolle, die immer dann ein Notprogramm einschaltet, wenn mehr Daten angeliefert werden, als der Computer verarbeiten kann. Dieser Fall tritt ein, wenn entweder ein Experiment die zulässige Zählrate erheblich überschreitet oder wenn nach Ausfall eines Anlagenteiles das System nur noch mit verminderter Leistungsfähigkeit läuft. Bei überhöhter Zählrate kann das Notprogramm das fehlerhafte Experiment durch Vergleich der aktuellen Zählrate mit den Vorgabewerten erkennen und den zugehörigen Übertragungskanal so lange abschalten, bis der Fehler behoben ist. Auch die Gesamtauslastung der Computer wird von dem Kontrollprogramm überwacht. Bei Überlastungsgefahr werden dann z. B. weitere manuelle Anweisungen abgewiesen, oder ihre Bearbeitung wird so gestreckt, daß keine Behinderung der Real-Time-Aufgaben mit höherer Priorität auftritt.

Für das Plattensummieren, gegenwärtig in 256 K, werden die Meßdaten nach den oberen 6 Bits in 64 Gruppen sortiert. Zu jeder Gruppe gehört somit ein Adressenbereich von 4 K.

Ist ein Gruppenpuffer mit Adressen gefüllt, so wird der zugehörige Speicherbereich von der Platte abgerufen und in den Kernspeicher gelesen. Da während der Such- und Einlesezeit weitere Ereignisse der betreffenden Gruppe anfallen können, werden aus den freien Teilen des Kernspeichers weitere Gruppenpuffer angeschlossen, die fortlaufend gefüllt werden. Die dynamische Aufteilung des Speichers auf die einzelnen Gruppen wird vom Computer in einer internen Liste protokolliert. Ist der zu einem Gruppenpuffer gehörende Akkumulierbereich von der Platte eingelesen, so wird durch ein Addierprogramm jeweils der Kanalinhalt um 1 erhöht, dessen Adresse beim Abarbeiten des Gruppenpuffers auftritt. Über die Computerliste werden nacheinander alle zusammengehörigen Gruppenpuffer erfaßt und verarbeitet. Ein abgearbeiteter Gruppenpuffer wird sofort dem die Liste führenden Programm angezeigt und kann neu gefüllt werden. Ist der Speicherbereich auf den neuesten Stand gebracht, sind also alle zugeordneten Gruppenpuffer leer, so wird er auf die Platte zurückgebracht, und ein neuer Speicherbereich kann geholt werden. Mit der Kombination 160-A/1311 lassen sich beim Akkumulieren in 256 K je nach Verteilung der Ereignisse auf die Meßkanäle 800 bis 2500 Ereignisse/s verarbeiten.

3.3 Speicherung der Meßwerte

Die Meßergebnisse der Vielkanalmessungen werden in Form von Häufigkeitsverteilungen (mehrdimensionale Spektren) weiterverarbeitet [2]. Bei Mehrparameterexperimenten reicht aber die Speicherkapazität des Kernspeichers für eine direkte Akkumulierung der Spektren nicht aus, so daß andere Akkumulierverfahren unter Verwendung größerer Speicher benutzt werden müssen. Beim MIDAS stehen als Hilfsspeicher Magnetbänder und Platten zur Verfügung, die auf folgende Weise eingesetzt werden:

Daten von Experimenten mit sehr vielen (über 10^6) Meßkanälen werden Ereignis für Ereignis in Blöcken auf Magnetband gespeichert und in unabhängigen (off-line) Auswerteläufen auf Großrechnern oder in den Reaktorpausen auf MIDAS ausgewertet. Experimente mit mittleren Kanalzahlen (etwa 10^5) werden schritt haltend auf dem Plattenspeicher summiert. Diese Aufgabe erfüllt der Prozessor 2.

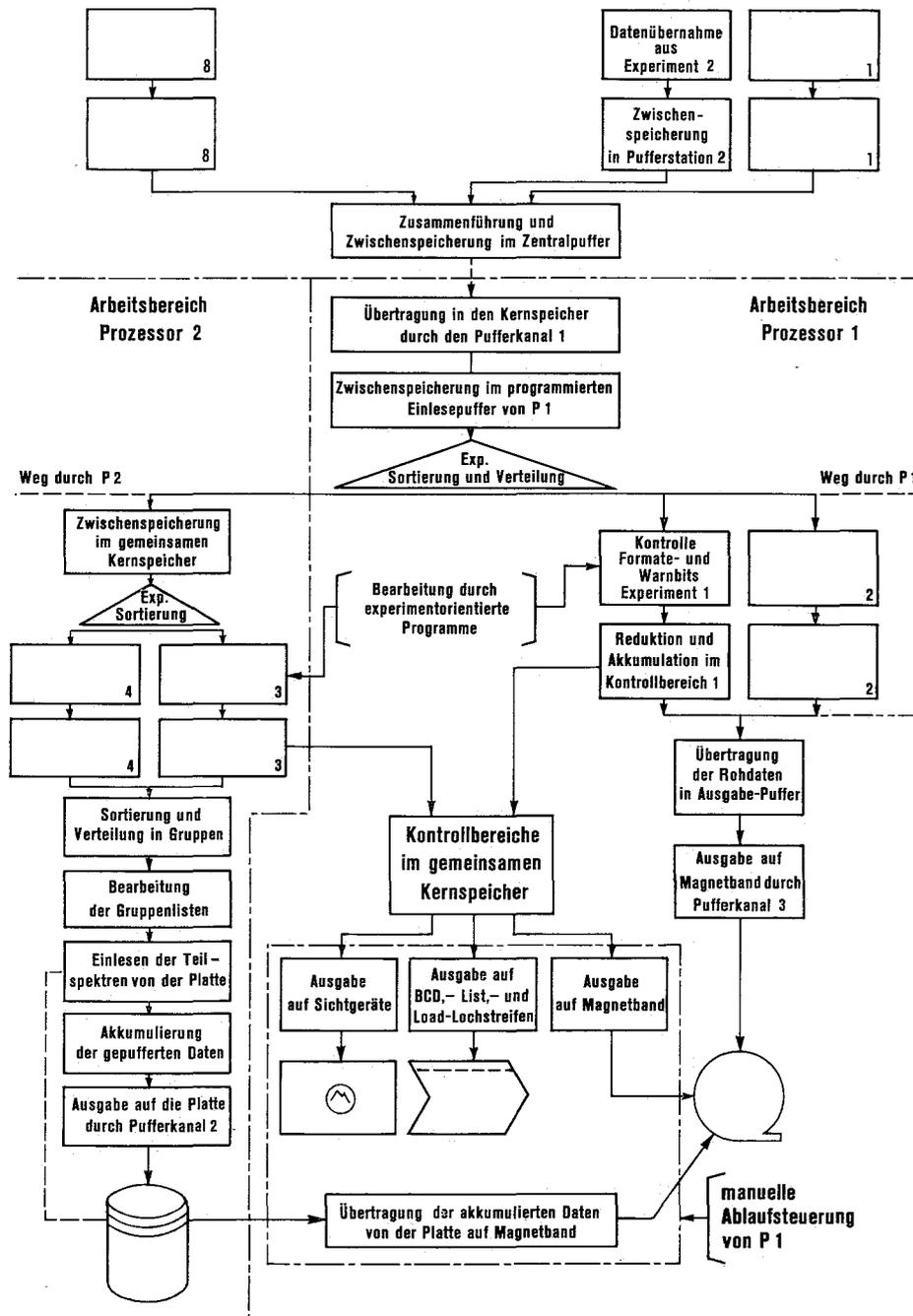


Fig. 5: Datenflußplan der Anlage MIDAS 66

Fig. 5: The flow of data through MIDAS 66

3.4 Protokollierung auf Magnetband

Eine zentrale Rolle in der Organisation und Kontrolle des Betriebsablaufes hat die Aufzeichnung auf Magnetband. Neben seiner Aufgabe, die unakkumulierten Ereignisse für eine spätere Auswertung zwischenspeichern, dient das Band als allgemeines Protokollbuch für alle Aktionen, die im System ablaufen. So werden alle manuellen Anweisungen, die Störmeldungen und die durch die Real-Time-Uhr ausgelösten Operationen auf Magnetband festgehalten. Ebenso wird alle 4 Stunden der gesamte Inhalt des Kernspeichers und des Plattenspeichers auf Magnetband ausgegeben (checkpoint). Dadurch ist sichergestellt, daß bei einem Systemzusammenbruch, der auch die Speicher beeinflußt, nur die Meßergebnisse der letzten Stunden verlorengehen können. Da zudem jede Zustandsänderung des Programmes seit dem letzten »Systemdump« auf Magnetband registriert wurde, ist durch ein Rückspulen des Ban-

des bis zum Checkpoint und einem Prüflauf bis zum Fehlerzeitpunkt ein fehlerfreies Wiederanlaufen des Systems in genau dem Zustand möglich, wie er unmittelbar vor dem Zusammenbruch bestanden hat. Dieses weitgehend selbständige Wiederanfahren der Anlage mit einem Minimum an manueller Unterstützung ist deshalb so wichtig, weil sowohl die Experimente als auch die Computerzentrale im 24-h-Betrieb ohne Anwesenheit eines geschulten Operateurs laufen müssen. – Alle Protokollbänder werden archiviert und können bei Bedarf zusätzlich auf Großrechnern ausgewertet werden.

(Eingegangen am 20. 1. 1966)

Literatur

- [1] Ripfel, H.: Kerntechnik, **8**, 267 (1966)
- [2] Krüger, G.: Atomwirtschaft **10**, 118 (1965)
- [3] Krüger, G., und G. Zipf: MESPRO 64 – das Betriebssystem für die integrierte Computeranlage MIDAS. Bericht KFK 371 (1965)
- [4] Dimmler, G., und G. Krüger: A Display System for Use with an On-Line Computer. Proc. EANDC Conf. on the Automatic Acquisition and Reduction of Nuclear Data, Karlsruhe, 1964 – Bericht KFK 242 (1964)