

P. Abend, H. Klessmann

Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung Berlin GmbH

Prozeßrechner-Einsatz im Sektor Elektronik am
Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung Berlin

Ausrüstung, Aufgabenstellung, Erfahrungen

1. Bisherige Arbeiten

Ein wichtiges Arbeitsgebiet des Sektors Elektronik ist die On-Line Datenverarbeitung, die sich mit dem Einsatz von Prozeßrechnern bei kernphysikalischen und kernchemischen Experimenten sowie für die Laborautomatisierung vorwiegend im Bereich der Chemie beschäftigt. Neben den Problemen der Sammlung, Reduzierung und Auswertung der Experiment- oder Prozeßdaten erhalten die Aspekte des rückwirkenden Eingriffes in das Experiment, der Steuerung (Regelung) des Prozeßverlaufes und der Experimentinstrumentierung in zunehmendem Maße Bedeutung. Die dabei auftretenden Aufgaben werden durch gemeinsame Entwicklungs- und Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppen Prozeß(rechner)-"Instrumentierung" und "-Programmierung" untersucht, wodurch die gleichzeitige und notwendigerweise ineinandergreifende Behandlung von Hardware- und Software-Problemen sichergestellt ist. Schwerpunkte der Entwicklungs- und Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet sind

- rechnergekoppelte Instrumentierung
- graphische Eingabe und Ausgabe
- modulare Programmsysteme
- Rechnerkopplung

Sie werden weiter unten eingehender dargestellt.

Für die Durchführung dieser Arbeiten steht dem Sektor ein Prozeßrechner Siemens S 305 (16 K Kernspeicher/1,5 μ s Zykluszeit, Gleitpunktarithmetik) mit umfangreicher Peripherie zur Verfügung, der im Januar 1969 in Betrieb genommen wurde. Neben einem anfangs erforderlichen umfangreichen Testbetrieb zur Prüfung der gesamten Peripherie und der Systemsoftware wird die Systemsoftware zur Unterstützung der genannten Aufgaben ständig erweitert. Als wichtigste Hilfsmittel für die laufenden Programmierungsarbeiten wurden von uns leistungsfähige Programme zur Textverarbeitung (Band/Platte-Editor)

und zur Dateibearbeitung auf Magnetbändern entwickelt.

An den Rechner wurden bisher vier 4096-Kanal-Analysatoren der Sektoren Kernphysik bzw. Elektronik angeschlossen, der Anschluß von zwei weiteren Vielkanal-Analysatoren des Sektors Kernchemie erfolgt im Laufe dieses Jahres. Durch die Entwicklung eines Teilprogrammsystems zur Auswertung von übertragenen Experimentdaten wird der Rechner mit seiner leistungsfähigen Peripherie in zunehmendem Maße zur on-line und off-line Auswertung von Experimentdaten durch Benutzer anderer Sektoren beansprucht.

Um die Möglichkeiten zur on-line Datenverarbeitung zu ergänzen, wurde im März 1971 ein Prozeßrechner Siemens S 301 in Betrieb genommen, der

- als Rechner des gleichen Systems 300 für die weitere Entwicklung und den Test von kompatiblen Programmen eingesetzt wird,
- für Hardware-Tests und -Inbetriebnahmen (CAMAC-Instrumentierung, Sichtgeräte, ADC-Prüfeinrichtung) dringend erforderlich wurde,
- durch die unmittelbar im Anschluß an die Inbetriebnahme erfolgte Kopplung mit dem Rechner S 305 dessen Peripherie und Programmbibliothek nutzt und
- als Fallstudie für Untersuchungen der Probleme bei der Kopplung von Rechnern dient.

Ein weiterer Rechner S 301 wird seit Anfang 1971 vom Sektor Kernchemie für die Datensammlung und on-line Auswertung in Bestrahlungsexperimenten eingesetzt, so daß die Arbeitsergebnisse unserer Arbeitsgruppen hinsichtlich Instrumentierung und Anwender-Programme direkt und unverändert übernommen werden konnten.

2. Laufende Arbeiten

Im Rahmen der On-line Datenverarbeitung werden z.Zt. folgende Schwerpunktaufgaben bearbeitet.

2.1 Rechnergekoppelte Instrumentierung

Entwicklung und Anwendung des seit 1970 in Europa und USA standardisierten CAMAC-Instrumentierungssystems für rechnergeführte Experimente und für die Laborautomatisierung. Mitarbeit in einer internationalen Arbeitsgruppe für die Weiterentwicklung der Systemspezifikationen auf dem Hardware- und Software-Gebiet. Das CAMAC-System (CAMAC = Computer Application for Measurement and Control) ist gekennzeichnet durch

- Modulare Struktur, d.h. prozeßanpaßbare Instrumentierung
- Rechnerunabhängiges Konzept des Datenverkehrs
- Standardisierter Datenverkehr über normierte Schnittstellen (Hardware-Kompatibilität)
- Einheitliche Befehlssprache (Software-Kompatibilität)
- Rechnersteuerung aller Geräteparameter

Folgende aktuelle Entwicklungsarbeiten werden durchgeführt bzw. sind beabsichtigt:

- Branch-Steuerungen für autonomen und programmgesteuerten Datenverkehr, zunächst für das System S 300
- Systeme mit mehreren Branches/mehreren Steuerungen
- Fernübertragung bei niedrigen Datenraten
- Testprogramme für die CAMAC-Instrumentierung sowie Testhilfen und on-line Überwachung für CAMAC-Programme
- Verfahrensuntersuchung zur Übersetzung der CAMAC Befehlssprache (Precompiler), Macroassembler, interpretative Bearbeitung) und Entwicklung eines solchen Übersetzers für das System S 300
- Interruptbearbeitung für das CAMAC-System und Einbettung in das Betriebssystem (ORG)
- Software-Implementierung einer einheitlichen, rechnerunabhängigen (virtuellen) Branch-Steuerung

2.2 Graphische Eingabe und Ausgabe

Die Probleme der Mensch-Maschinen-Kommunikation erfordern gerade im Hinblick auf rechnergeführte Experimente weitere Forschungsarbeiten, insbesondere

- auf dem Gebiet der Verwendung graphischer Sichtgeräte zur schnellen und anschaulichen Darstellung von Datenfeldern des aktuellen Experimentstatus und
- auf dem Gebiet graphischer Eingabemöglichkeiten und programmierbarer Funktionen zum gezielten Eingriff in den Experimentablauf bzw. in die Datenauswertung.

Der erfolgreiche Einsatz eines von der Arbeitsgruppe entwickelten Sichtgerätes bestätigt das zugrundeliegende Konzept:

- Hohe Leistungsfähigkeit in den Darstellungsarten durch Vektor-, Spiralpunkt- und alphanumerischen Zeichengenerator
- Geringe Rechnerbelastung durch einen Relativ-Vektorgenerator sowie Verwendung einer Anzeigeeinheit mit Speicherbildröhre
- Neue, unkonventionelle Darstellungsarten für nukleare Daten in anschaulicher, physikalisch leicht interpretierbarer Form
- Relativ geringe Anschaffungskosten.

Die Entwicklungsarbeiten und Untersuchungen werden mit folgenden Aufgabenstellungen weitergeführt:

- Betrieb mit serieller Datenübertragung über Hochgeschwindigkeitmodems (≥ 48 kbit/s) für kurze Übertragungsstrecken
- Untersuchungen über Methoden des Dialogverkehrs mit graphischer Eingabepalette sowie mit programmierbarer Funktionstastatur

- Entwicklung eines allgemeinen Programmsystems
 - für die geräteunabhängige Ausgabe graphischer Informationen (Display/Inkremental-Plotter/elektrostat. Printer)
 - für die Eingabe von Koordinaten und Funktionen zur Manipulierung der Bildinformation.

2.3 Modulare Programmsysteme

Die Fortschritte auf dem Gebiet der On-Line Datenverarbeitung werden wesentlich bestimmt durch neue Methoden zur schnellen, rationellen, d.h. leicht erlernbaren Experimentprogrammierung. Experimentatoren müssen in die Lage versetzt werden, in einfacher Weise und ohne eingehende Programmierkenntnisse ein der jeweiligen Experimentstruktur und der erwünschten Datenauswertung zugeordnetes Programm zu erstellen. Eine standardisierte Experimentinstrumentierung mit normierter Befehlssprache ist hierzu eine notwendige, jedoch keineswegs hinreichende Voraussetzung. Aufbauend auf den Ergebnissen des im Vorjahr abgeschlossenen Forschungsvorhabens "Strukturanalyse rechnergekoppelter Experimente" werden mögliche Methoden der modularen Programmierung auf Assemblerebene untersucht:

- Normierte Programmsegmente
- Teilprogrammsystem mit Makrobefehlen
- Teilprogrammsystem mit Unterprogrammen

Die Methoden werden in laufenden Arbeiten untersucht und durch Fallstudien mit spezifischen Anwendungen im Bereich nuklearer Experimente auf ihre Leistungsfähigkeit, Manipulierbarkeit, Speicherplatz-/Rechenzeitbedarf und Möglichkeit der On-Line Modifizierung erprobt. Die bisher erarbeiteten Ergebnisse sind - wie wir glauben - annehmbare Detaillösungen, so daß die Weiterführung der Arbeiten mit dem Ziel der baldigen Anwendung dringend geboten erscheint.

Eine endgültige Lösung des Problems "Experimentprogrammierung" wird jedoch aufgrund der bisherigen Erkenntnisse nur durch eine problem- (hier: prozeß-) orientierte Sprache erreicht werden

können. Bei dieser langfristigen Zielsetzung erstreckt sich die Aktivität der Arbeitsgruppe zur Zeit auf die Mitarbeit in der deutschen PEARL-Arbeitsgruppe (Process and Experiment Automation Realtime Language).

2.4 Rechnerkopplung

Die Kopplung von Datenverarbeitungsanlagen im regionalen oder überregionalen Verbundbetrieb sowie in hierarchischen Strukturen (Satellitenkonzept) erhält wachsende Bedeutung. Für das HMI-Projekt "Zentrale Datenverarbeitung" ist die Kopplung von Rechnern im on-line Experiment als Satelliten mit einem dialogfähigen zentralen Großrechner geplant, um die Vorteile dieser Systemstruktur zu nutzen:

- Geringer, im wesentlichen durch den Prozeß bestimmter Aufwand bei Satelliten sowie einfache Erweiterung des Systems um zusätzliche Terminals,
- Ausnutzung der umfangreichen und aufwendigen Peripherie des zentralen Großrechners durch alle Benutzer,
- Zugriff zu einer Programmbibliothek mit experimentbezogenen Anwenderprogrammen in Maschinencode, die auf Massenspeicher zentral zur Verfügung steht,
- Direkter Zugriff zu einem großen Rechner zur Auswertung von Meßdaten unter Verwendung von Anwenderprogrammen in problemorientierten Programm Sprachen und damit die Möglichkeit der schnellen Beurteilung der Ergebnisse sowie der besseren Ausnutzung der Bestrahlungs- und Experimenteinrichtungen.

Zu den Problemen der Kopplung von Rechnern mit hohen Übertragungsraten für den Daten- und Programmaustausch werden in der Arbeitsgruppe wichtige Vorarbeiten geleistet. Die Kopplung der Satellitenrechner S 301 mit dem durch seine periphere Ausstattung größeren Rechner S 305 verwendet eine Byte-parallele Übertragungsstrecke und eine in Zusammenarbeit mit der Firma Siemens entwickelte Kopplungssoftware. Die Arbeiten werden weitergeführt

mit der Zielsetzung

- eines standardisierten, rechnerunabhängigen Nahtstellenkonzepts, wobei insbesondere auch die bitserielle Übertragung unter Verwendung von Hochgeschwindigkeits-Modems für kurze Übertragungsstrecken (< 5 km) untersucht werden soll,
- einer standardisierten Prozedur für die Einleitung und Abwicklung des Datenverkehrs mit codetransparenten Übertragungseigenschaften zwischen den beteiligten Rechnern.

2.5 Laborautomatisierung

Im Rahmen des Projekts "Symphonie" hat die Bestrahlungsgruppe des Sektors Elektronik die Aufgabe übernommen, Bauelemente für den Nachrichtensatelliten Bestrahlungstests zu unterziehen und auf Strahlenschädigungen zu untersuchen. Wegen der großen Zahl der Exemplare und Messungen ist vorgesehen, die Messungen mit Hilfe des Prozeßrechners S 301 vollautomatisch durchzuführen. Dabei wird das CAMAC-System als Prozeßinstrumentierung Anwendung finden und das genannte graphische Sichtgerät zur Darstellung der Kennlinienfelder eingesetzt werden. Die Auswertung soll an der S 305 durchgeführt werden, wobei im besonderen die Gleitkomma-Arithmetik, die Ausgabegeräte Schnelldrucker und Plotter sowie Magnetbänder für Archivierung von Bedeutung sind. Die notwendigen Meßprogramme werden von der Arbeitsgruppe Prozeßprogrammierung z.Zt. erarbeitet, wobei angestrebt wird, eine allgemeine Lösung für derartige Bauelementmessung zu finden.

3. Neue Projekte und geplante Arbeiten

3.1 Forschungsvorhaben "Demonstrationsmodell eines rechnergeführten Flugzeitexperimentes"

Vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft wird unter dem Kennzeichen NDV 14 ein gemeinsames Forschungsvorhaben der Sektoren Elektronik und Kernphysik gefördert, welches in hardware

und software ein mit modernen Mitteln ausgestattetes Demonstrationsmodell erstellen soll und die Methoden und Voraussetzungen für den Betrieb von rechnergeführten Experimenten mit Prozeßrechnern insbesondere auch deutscher Fertigung untersuchen wird. Für diese Aufgabe steht ein weiterer Prozeßrechner S 301 zur Verfügung. Zur effektiven und erfolgreichen Durchführung dieses Vorhabens sind die in Abschnitt 1 und 2 genannten laufenden Entwicklungsarbeiten des Sektors auf den Gebieten der Instrumentierung, der Sichtgeräte, der Programmsysteme und der Rechnerkopplung sowie die Ergebnisse unserer Untersuchungen zur Strukturanalyse rechnergekoppelter Experimente wichtige Voraussetzungen.

Das Forschungsvorhaben hat eine effektive Laufzeit von 2 1/2 Jahren (Beginn Januar 1971) und wird für bestimmte Sonderentwicklungen in enger Zusammenarbeit mit der Firma Siemens, Karlsruhe, durchgeführt, da bereits Prozeßrechner und Rechnerkopplungen des Systems 300 im Hause betrieben werden und Erweiterungen der Betriebssysteme sowie Ergänzungen der rechnerspezifischen Steuerungen erforderlich werden.

Für das Demonstrationsmodell wurde ein Neutronenflugzeit-Experiment ausgewählt, bei welchem die Energie- und Winkelverteilung der Neutronen aus (^3He , n)-Reaktionen vermessen werden. Die zu erwartenden Zählraten von ca. 100 Hz pro Detektor erlauben die simultane Registrierung der Ereignisse aus etwa 12 Detektoren. Dieser Umfang sowie die prinzipielle Struktur ist bei vielen anderen Experimenten ähnlich und daher beispielhaft für die Niederenergie-Kernphysik. Der Prozeßrechner übernimmt die Rohdatensammlung und ihre Auswertung zum Aufbau der Spektren auf einem Plattenspeicher, die Ausgabe und Darstellung ausgewerteter Daten über ein Sichtgerät zur Kontrolle des Experimentablaufs und der Datenanalyse, die Steuerung von Experimentgeräte-Parametern sowie die Führung von Teilphasen des Experimentes. Zur Datenweiterverarbeitung und Errechnung der Führungswerte des Experimentes wird dieser Rechner S 301 als Satellit zunächst mit dem nach Leistungsfähigkeit und peripherer Ausstattung größeren Rechner S 305 gekoppelt, wobei die Vorteile und Möglichkeiten der zentralen und umfangreichen Datenauswertung während des Experimentablaufes demonstriert werden.

3.2 Verwendung graphischer Sichtgeräte

Die bisherigen, erfolgreichen Arbeiten mit der Verwendung von Speicheroszillographen als Sichtgeräte sollen fortgeführt werden, sofern und sobald das Entwicklungspotential des Sektors die Behandlung folgender Themen gestattet:

- Vervollkommnung der Anwendungsarten, z.B. Verfahren zu quasidynamischen Darstellungsweisen; Verwendung eines Verfahrens der verdeckten Linien für isometrische Vektordarstellungen; Untersuchungen der Ökonomie der Übertragungsweisen und -raten sowie des Bildwechsels,
- Untersuchungen neuartiger Technologien, z.B. Plasmapanel-Display, und Verfahrensweisen für Anwendungen in der on-line Technik.

3.3 Computergestützte Entwicklung elektronischer Schaltungen

Bei der Entwicklung von komplizierten elektronischen Schaltungen wird man in Zukunft auf die real-time Unterstützung eines dialogfähigen Computers nicht mehr verzichten können.

Bereits seit längerer Zeit gibt es wichtige Ansätze für die rechnergestützte Analyse und Synthese von Schaltkreisen der Analog- und Digitaltechnik.

Die Voraussetzung für die Anwendung von CAD- (Computer Aided Design) Programmen wie AEDNET, CIRCAL, ECAP u.a.m. ist neben dem Zugriff zu einem Rechner mit dialogfähigem Betriebssystem das Vorhandensein entsprechend ausgestatteter Terminals, d.h. mit Display, Funktions- und alphanumerischer Tastatur. Eine Anfangsausstattung (Fernschreiber, Sichtgeräte Tfk. SIG-100) ist im Sektor E vorhanden.

3.4 Anwendung von CAMAC für nichtnukleare Aufgaben

Ein wichtiges zukünftiges Aufgabengebiet liegt in Untersuchungen von Anwendungsmöglichkeiten des CAMAC-Systems (oder von Teilen desselben) auf nichtnuklearen Gebieten. Hierzu bieten sich wegen des modularen Aufbaus des CAMAC-Systems zunächst alle experimentellen Richtungen an. Aktuelle Ansatzpunkte zeigen sich auf Gebieten der Strahlenmedizin und der biomedizinischen Technik.

Auf Gebieten der Laborautomatisierung in chemischen Bereichen wird sich das CAMAC-System erfolgreich einsetzen lassen.

Bei diesen Untersuchungen stehen Probleme des ökonomischen Einsatzes komplexer computergeführter Experiment- und Automatisierungssysteme mit im Vordergrund.

