

D A T E N E R F A S S U N G
und S T E U E R U N G von
R E A K T O R E X P E R I M E N T E N
mit einem R E C H N E R 3 0 1

E. Bachner

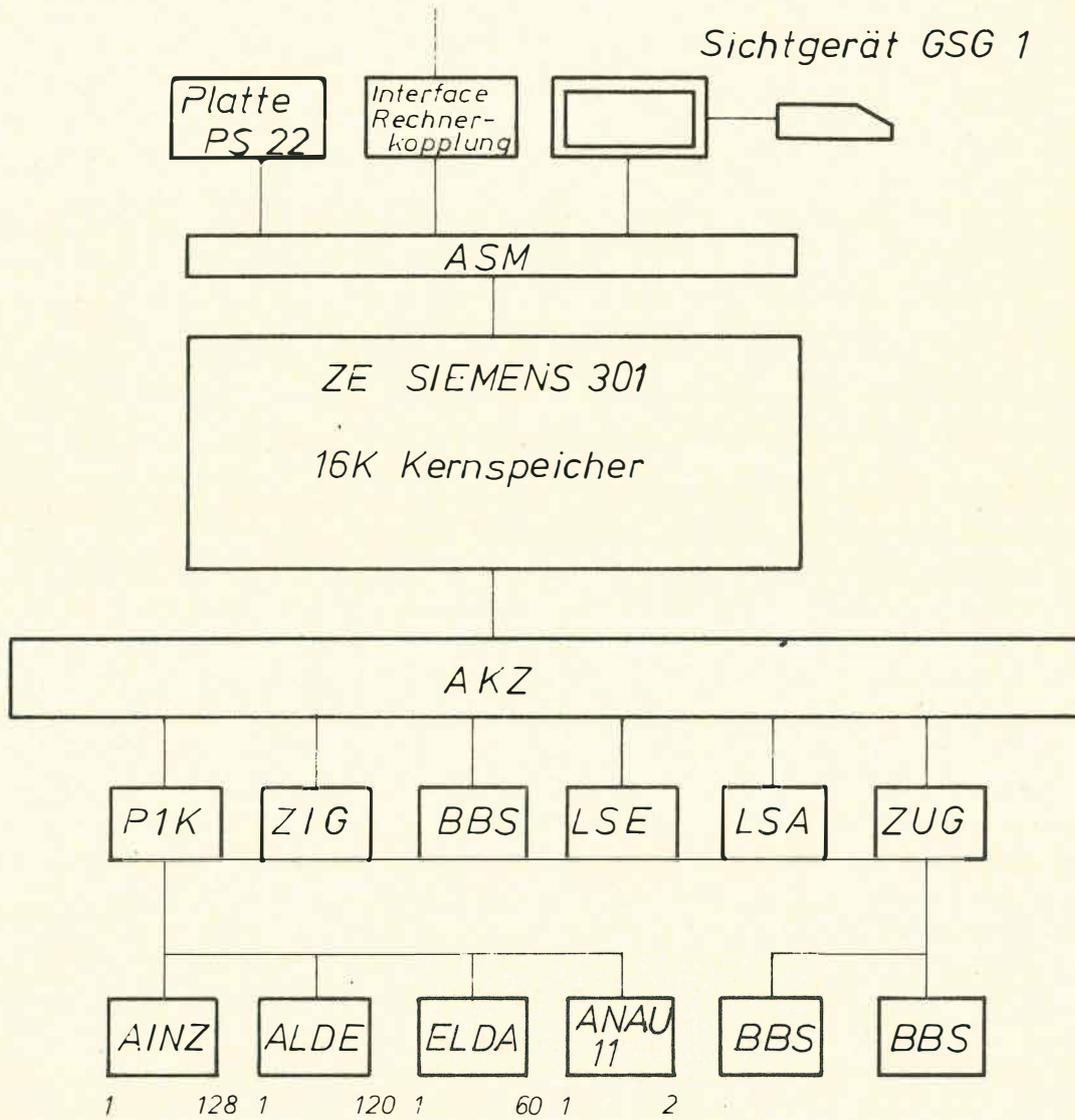
Kernforschungsanlage Jülich / ZAT

A. Aufgaben

Innerhalb der Kernforschungsanlage Jülich hat unser Institut die Aufgabe, größere Experimente zu planen und für den Aufbau zu sorgen. Dazu gehört auch die Instrumentierung der Experimente. Um die konventionelle Instrumentierung zu vereinfachen und den Experimentatoren die Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung zu erschließen, wird für die Experimente am Reaktor FRJ - 2 ein Rechner S I E M E N S 301 eingesetzt.

Die 301 übernimmt spezifische Prozeßaufgaben, während kernphysikalische Experimente, die meistens einen großen Datenanfall haben und kurze Reaktionszeiten benötigen, ihren eigenen Kleinrechner haben (PDP 8 u. 11).

Diese Prozeßaufgaben treten bei sog. Bestrahlungsexperimenten auf, wo bestimmte Bedingungen eingehalten werden müssen (Temperaturen, Durchflüsse usw.) und wo die übrigen Parameter das Meßergebnis beeinflussen. Daneben steht der Rechner auch für andere Aufgaben zur Verfügung, solange die Rechnerkapazität diese Aufgabe ohne Einschränkung der übrigen Teilnehmer bewältigen kann.



Rechnerkonfiguration

C. Experimente

1. Messalina

Das erste Experiment, das an den Rechner angeschlossen wurde, war eine Apparatur zu kernphysikalischen Vermessung des Reaktors. Dazu werden Neutronen- oder Gamma-Detektoren in den Reaktor gefahren und an vorgegebenen Positionen der jeweilige Fluß gemessen. Aufgabe des Rechners war es, die Meßpunkte nach einem vom Operateur vorgegebenen Plan anzusteuern, die Messung anzustoßen und nach Beendigung den Detektor zum nächsten Punkt zu fahren. Nach dem letzten Meßpunkt wird der Detektor aus dem Reaktor gefahren, die elektrischen Werte werden in physikalische umgerechnet und ein Protokoll ausgedruckt. Zusätzlich wurde zur Verarbeitung auf einer Großrechenanlage ein Lochstreifen ausgegeben. Das ist jetzt nicht mehr nötig, da die 301 mit einem Großrechner direkt gekoppelt ist.

2. BE 9 - Stahlbestrahlungen -

Bei diesem Experiment werden Stahlproben zur Entwicklung neuer Reaktormaterialien bestrahlt. Der Auftraggeber fordert u. a. die Einhaltung bestimmter Temperaturen, bzw. die Abweichung von der Solltemperatur darf einen festgelegten Betrag der Gesamtbestrahlungzeit nicht überschreiten. Dazu werden vom Rechner die Temperaturen der Stahlproben alle 20 sec gemessen. Durch eine Meßwertverfolgung wird bei einer Änderung der Ist-Temperatur die Zeit bestimmt, in der der Meßwert in einem bestimmten Temperatur-Intervall war. Die Zeiten für die einzelnen Temperaturintervalle werden summiert und am Ende einer Reaktorperiode als Protokoll ausgedruckt. Früher mußten dazu lange Schreiberstreifen per Hand ausgewertet werden. Außerdem werden die integrierte Reaktorleistung berechnet und die Zusatzheizungen überwacht. Im Laufe der Bestrahlung wird die Eigenaufheizung der Proben durch Schäden im Stahl immer stärker und dadurch die Heizleistung der Zusatzheizung immer kleiner.

Der Zeitpunkt, an dem die Heizleistung auf null geht, soll vom Rechner vorherbestimmt werden, damit die Operateure rechtzeitig auf ein anderes Kühlmittel umschalten können.

3. LV 9 - Bestrahlung von Brennstoffstäben -

Für die Weiterentwicklung von Brennstoffstäben für Wasserreaktoren werden Testbrennelemente im Reaktor bestrahlt. Dabei wird die von diesen Elementen abgegebene Leistung aus der Ein- und Austrittstemperatur des Kühlmittels und aus dem Durchfluss berechnet und korrigiert und der Spaltgas-Innendruck gemessen. Die Werte werden über 30 Minuten gemittelt und gespeichert, um am Ende einer Reaktorbetriebsperiode zum Großrechner zur weiteren Auswertung übertragen zu werden. Außerdem werden verschiedene Berechnungen durchgeführt, z. B. wird die integrierte abgegebene Leistung des Brennelements bestimmt usw.

Mit der Kurzbeschreibung von drei typischen Experimenten will ich dieses Kapitel abschließen.

D. Software

1. ORG E 301

Die Fülle der Aufgaben ließ sich nur bewältigen durch den Einsatz des ORG E 301. Dieses ORG ist die kleine Schwester des ORG 306, nur daß es in seiner Grundausstattung wesentlich mehr kann als das ORG 306. Für diejenigen, die das ORG E 301 nicht kennen, möchte ich einige Characteristica aufführen:

1. Es können bis zu acht Laufbereiche definiert werden, in denen die externspeicherresidenten Programme (ERP) ablaufen können. Die ERP stehen absolut adressiert in einem Wartebereich auf der Platte.

2. Ein gerade laufendes ERP kann an jeder Unterbrechbarkeitsstelle von einem höherprioren Programm des gleichen Laufbereiches unterbrochen werden, wird dann austransferiert, um dem unterbrechenden Programm Platz zu machen.
3. Die 24 Hauptprogrammnummern können in je 32 Unternummern aufgeteilt werden, so daß 768 Programmnummern zur Verfügung stehen. Allerdings können nur Programme mit unterschiedlichen Hauptprogrammnummern simultan zueinander arbeiten. Programme mit derselben Nummer werden nacheinander abgearbeitet.

Leider ist das ORG auch entsprechend lang. Bei uns belegt es fast 7,5 K im Kernspeicher.

2. EAPB/ZEBB

Aufrufe an das ORG in ERP blockieren solange den Laufbereich, bis der Aufruf abgearbeitet ist. Bei Blattschreiber-Meldungen ist diese Blockierung nicht mehr zu vertreten. Um das zu vermeiden, werden sämtliche Blattschreiber-Aufrufe durch ein EAP abgefangen und der auszugebende Text auf die Platte geschrieben. Ein anderes Programm gibt dann die Texte auf dem Blattschreiber aus. Damit ist der Laufbereich nur noch für die Zeit des Datentransfers auf die Platte blockiert.

Texte, die auf dem Sichtgerät ausgegeben werden sollen, sind von dieser Prozedur natürlich ausgenommen.

3. MADAM

Die Analogwerte sämtlicher Experimente werden von dem Programm MWVA (Meßwertverarbeitung) verarbeitet. Es ist ein Teil aus dem SIEMENS Programm-System MADAM. MWVA besteht aus Bausteinen und wird nach Kundenwünschen generiert. Da der Kunde es in PROSA mit Protokoll bekommt, ist es nicht schwierig, es den eigenen Verhältnissen optimal anzupassen. Davon haben wir ausgiebig Gebrauch gemacht.

Das Programm ANLE stößt die Meßwertverschlüsselung der integrierenden Analogeingabe (AINZ) an und übergibt die gelesenen Werte MWVA zur weiteren Verarbeitung. Danach werden sie in die sog. FER (Fertigwertliste) auf die Platte geschrieben, damit die übrigen Programme zu diesen Werten Zugriff haben.

Meldungen, z. B. Grenzwertüberschreitungen, werden vom Programm AUSG aufbereitet und ausgegeben. Sind Sonderbehandlungen erforderlich, z. B. Starten von Programmen bei bestimmten Ereignissen, Abspeichern von Meßwerten in experimentspezifische Dateien, so werden sie von AMEG durchgeführt.

MWVA ist segmentiert, um in einem Laufbereich von 2 K ablauf-fähig zu sein.

3. Bedienungsprogramme (ZBED)

Das ORG E 301 läßt bei ERP nur 32 Codeworte pro Programmnummer zu. SIEMENS selbst hilft sich damit, daß sie Codewort-Listen umschaltet. Wir haben aus verschiedenen Gründen einen anderen Weg gewählt, der zwar für den Bedienenden etwas umständlicher ist, aber in unserem Fall sicherer. Ich möchte noch einmal daran erinnern, daß wir mehrere Experimente angeschlossen haben also auch verschiedene Personen Bedienungen für ihr Experiment vornehmen. Damit es z. B. bei einer Parametereingabe nicht zu schwerwiegenden Fehlern kommt, und trotzdem die Codeworte noch verständlich bleiben, haben wir eine sog. Doppelwortbedienung eingeführt. Es werden zwei Codeworte hintereinander eingegeben, wovon das erste das Experiment o. ä. bezeichnet und das zweite die eigentliche Funktion bedeutet.

Beispiel: BLV9KON=A1=2.7E3

Das zentrale Bedienungsprogramm (ZBED) startet in Abhängigkeit vom ersten Codewort ein Programm, das unter derselben Hauptprogrammnummer läuft, und das die Bedienungsanweisung interpretiert und ausführt.

Da die Bedienungen ziemlich umfangreich sind, und das Programm in einem kleinen Laufbereich laufen sollte, haben wir uns auf diese Weise die sonst notwendige Segmentierung gespart und trotzdem noch viele Möglichkeiten offen für zusätzliche Bedienungsanweisungen.

4. Sichtgeräte Programme

Das Sichtgerät GSG 1 ist über eine P3K-Steuerung mit dem Rechner verbunden und kann trotzdem u. a. wie ein normaler Blattschreiber betrieben werden. Für diesen Betriebsfall sind zwei Programme erforderlich. Das Programm SGEI wartet ständig auf einen Eingabe-P3-Aufruf. Jede gedrückte Taste an der Sichtgeräte-Tastatur bewirkt eine Eingabe des Zeichens in den Puffer. Das Programm baut daraus den Text auf und übergibt dem ORG nach Erkennen des Semikolons die Bedienungsanweisung mit dem Aufruf MA BEUB. Als Blattschreiber-Nr. übergibt das ORG dem BEWA die Nr. 63. Da Blattschreiber-Ausgaben immer von einem EAP abgefangen werden, kann es erkennen, ob die Eingabe vom Sichtgerät kam. Der auszugebende Text wird dann sofort dem Sichtgerät übergeben.

Die zweite wichtige Funktion des Sichtgerätes ist die Darstellung von Meßwertkurven. Ein Versuch mit der Plottersoftware von SIEMENS schlug fehl, weil die Programme immer wesentlich länger waren als der größte Laufbereich, den wir hatten. Daher waren wir gezwungen, uns die notwendigen Programme selbst zu entwickeln. Es sind im wesentlichen zwei Programme. Das Programm SORT sortiert die gewünschten Meßwerte so um, daß das Programm PLOT die Werte einfacher verarbeiten und ausgeben kann. PLOT hat die notwendigen Funktionen, um übersichtliche Meßwertdarstellungen zu bekommen:

- 2 verschiedene Maßstäbe für die y-Achse
- Beschriftung
- Symbole für Kurven
- beliebige Maßstäbe für x- und y-Achse sind zugelassen, z. B. für Nullpunktunterdrückung

Das Programm hat natürlich den Vorteil, daß es die Möglichkeiten des Sichtgerätes besser ausnutzt (z. B. Vektordarstellung, Textausgabe) und daß es wesentlich kürzer ist als das SIEMENS-Programm.

5. Sonstige Programme

Zum Schluß möchte ich auf ein System eingehen, das wir uns durch kleine Zusatzprogramme und Änderung von vorhandenen Programmen geschaffen haben und das es uns ermöglicht, on-line und für eine 301 relativ komfortabel ohne Lochkartenleser und Schnelldrucker Programme zu entwickeln und zu testen.

Die Programme werden mit einem Blattschreiber oder einer Teletype nach TABT-Norm auf Lochstreifen gestanzt. ASCII-Streifen werden mit dem Programm ASCC in den CCITT-Code umgewandelt und anschließend von TABT in einen normgerechten Lochstreifen umgesetzt. Mit einer auf BEWA-Bedienung geänderten Version des Editor vom HMI (PEDT) wird dieser Streifen auf die Platte geschrieben und wenn notwendig korrigiert.

Anschließend kann mit dem PROSA-Übersetzer E 300 im großen Laufbereich übersetzt werden. Wegen der besseren Übersichtlichkeit wird das Schnelldrucker-Protokoll gewählt. Da wir ja keinen Schnelldrucker haben, werden diese Aufrufe mit einem weiteren EAP abgefangen, die Texte aufbereitet und auf die Platte gebracht. Dieses Schnelldruckerprotokoll kann jetzt entweder auf einem Blattschreiber ausgegeben werden (SDBS), oder zur Kontrolle nacheinander auf dem Sichtgerät (SDSI). Das Programm kann jetzt noch mit einem für die 301 abgeänderten §ONU getestet werden.

Wir sind auch deshalb besonders stolz auf dieses System, weil es uns gelungen ist, trotz des kleinen Kernspeichers diese Aufgaben noch nebenher zu machen. Wir mußten allerdings auch um jede Kernspeicherzelle kämpfen.

D. Schluß

Der Einsatz der 301 für den Anschluß weiterer Experimente wird nicht so sehr durch die Rechenzeit begrenzt, sondern einmal durch den kleinen Kernspeicher und zum anderen durch die Anzahl der Programmnummern.

Beim Betrieb der Anlage machen uns zwei Dinge Kummer:

1. Die menschliche Unvollkommenheit in Form von nicht 100 prozentig ausgetesteten Programmen
2. ab und zu Hardware-Fehler

Da der Rechner während einer Reaktorbetriebsperiode (20 - 30 Tage) praktisch unbeaufsichtigt laufen muß, werden Fehler oft erst nach Tagen entdeckt, falls nicht vorher ein Experimentator seine täglichen Protokolle vermißt.

Um das zu vermeiden, wollen wir ein Signal zum Reaktorschleusenpfortner legen, der uns benachrichtigen soll, wenn der Rechner nicht mehr das tut, was er eigentlich tun sollte. Dieses Signal wollen wir vom Meßwertverarbeitungsprogramm (MWVA) gewinnen, da es alle 5 sec gestartet wird und außerdem Plattentransfers macht. Damit hoffen wir, auftretende Fehler schneller zu erkennen und zu beseitigen.