

Interner Bericht
DESY H6-70/1
September 1970

U. Bibliothek
15. OKT. 1970

VORSCHLAG EINER PROZESSRECHNER-ANLAGE
FÜR DEN DESY-SPEICHERRING

von

S. Pätzold

Zusammenfassung:

Ausgehend von den Aufgaben, die eine Datenverarbeitungsanlage am Speicherring zu erfüllen hat, wird eine Rechnerkonfiguration beschrieben, die in Zusammenarbeit mit der Firma Digital Equipment Corporation konzipiert wurde. Sie besteht aus drei Rechnern der PDP-15-Familie, die über einen gemeinsamen Kernspeicher miteinander kommunizieren.

Während der erste Rechnerkomplex alle Prozeßfunktionen wahrnimmt, ist der zweite Komplex für die on-line Strahloptik-Rechnungen sowie die Programm-entwicklung und der dritte Komplex für alle Bildschirm-Aufgaben vorgesehen.

Existierende Betriebssysteme lassen erwarten, daß der zu investierende Programmieraufwand erträglich bleibt.

Inhaltsverzeichnis:

1. Einführung
2. Anforderungen an die Rechneranlage
 - 2.1 Strahl Lage-Berechnung und -korrektur
 - 2.2 Energiefahren
 - 2.3 Einstellen optischer Parameter
 - 2.4 Einstellen des Injektionsweges
 - 2.5 Datenerfassung und -überwachung
 - 2.6 Zusammenfassung der Anforderungen
3. Konzeptbeschreibung
 - 3.1 Drei Rechner PDP-15
 - 3.2 Rechnerkomplex A
 - 3.3 Rechnerkomplex B
 - 3.4 Rechnerkomplex C
 - 3.5 Verkopplung der drei Komplexe
 - 3.6 Betriebssystem RSX-15 für Komplex A
 - 3.7 PDP-15/20 Advanced Monitor Software System für Komplex B
 - 3.8 Sonstige Gesichtspunkte

1. Einführung

Nachdem im Frühjahr 1970 die wesentlichen Aufgaben für den Speicherring-Rechner in den Grundzügen festgelegt waren, konnte die Frage der Rechnerauswahl in Angriff genommen werden. Nach Marktstudium und Betrachtung der verschiedensten Konfigurationen - Anlagen mit einem oder mehreren Prozessoren - konzentrierten sich die Überlegungen auf den wichtigsten Punkt: In Anbetracht der geringen verfügbaren Entwicklungskapazität, besonders der Programmierkräfte, kommt nur ein Rechner infrage, über den Erfahrungen bei DESY vorliegen und für den ausgereifte Systemprogramme zur Verfügung stehen.

Daher wurde zunächst eine Multirechner-Konfiguration von 6 Rechnern der PDP-8-Familie diskutiert und auf ihre Leistungsfähigkeit hin untersucht. Es war sofort evident, daß eine Zusammenstellung solch kleiner Rechner wegen der hohen Anforderungen der Strahlungs-Korrekturprogramme und der Optik-Parameter-Programme (Abschn. 2) auf eine Verbindung mit der IBM 360/75 angewiesen ist. Letztere wurde in das Konzept einbezogen. Der Datenverkehr zwischen den PDP-8'en untereinander und der IBM-Maschine sollte über einen "Knotenrechner" abgewickelt werden. Besondere Probleme ergaben sich aus der Wortlänge (12 BIT) der PDP-8, die wegen der Genauigkeitsforderungen in vielen Fällen zur Doppelwortbenutzung zwingen würde.

Zu diesem Zeitpunkt der Planung wurde die Firma DEC (Digital Equipment Corporation) in die Überlegungen eingeschaltet und um einen Systemvorschlag gebeten, den sie nach Kennenlernen der Anforderungen Mitte August 1970 mündlich vortrug. Der Vorschlag wurde in weiteren Diskussionen im Detail verbessert, wobei die Grundidee erhalten blieb: (siehe Abb.)

Das Konzept sieht den Einsatz von 3 Rechnern der PDP-15-Familie vor und stellt aus Gründen, die im Abschnitt 3 näher erläutert werden, unserer Einsicht nach eine beträchtlich bessere apparative Lösung bei fast gleichen Kosten dar, die außerdem die Verknüpfung mit der IBM 360/75 überflüssig macht.

Es blieb zunächst die Frage offen, ob die von DEC zu liefernden Programmsysteme einen mindestens ebenso günstigen Ausgangspunkt für die Erstellung der Anwendungsprogramme bieten, wie die durch die Gruppe - F58 - bei DESY entwickelten Systemprogramme für die PDP-8. Die Antwort konnte nach Besprechungen bei DEC Hannover am 24.8.70 und bei DESY am 14./15.9.70 gegeben werden. Sie lautet ein-

deutig positiv mit der Einschränkung, daß die Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit des entscheidenden Organisationsprogrammes RSX-15 noch durch eine Vorführung bestätigt werden muß.

2. Anforderungen an die Rechneranlage

Die Aufgaben des Speicherring-Rechners wurden in einer Seminarbesprechung am 17.2.70 in erster Näherung festgelegt. Im folgenden sollen die Angaben, die die stärksten Anforderungen an den Rechner stellen und die daher konfigurationsbestimmend waren, beschrieben werden:

2.1 Strahlage-Berechnung und -korrektur

Die ca. 100 Strahlage-Monitore des Speicherrings erzeugen Signale, die erst nach Skalierung und Umrechnung die Strahlagen ergeben. Der Rechner muß diese Funktionen ca. 50 mal pro Sekunde ausführen und das Ergebnis auf einem Bildschirm ständig darstellen.

Bei zu großen Strahlagen ist der Speicherring-Operator zu warnen. Dieser startet gegebenenfalls das Strahlage-Korrekturprogramm, das mit den momentanen Strahlagen als Eingangsgrößen eine Matrizenmultiplikation durchführt und als Ergebnis die Ströme der Steuerspulen korrigiert. Die Frage, wie stark die Koeffizientenmatrix von den variablen optischen Parametern des Speicherrings abhängt, ist noch offen.

2.2 Energiefahren

Unter der Voraussetzung eines stabilen Strahles im Speicherring soll die Energie des Strahles verändert werden. Dies erfordert die gleichzeitige proportionale Verstellung aller Magnet- und Steuerspulenströme und die Steuerung der Senderleistung. Wegen der Teilchenverluste müssen die Schrittweiten der Verstellung klein gehalten werden; andererseits darf die Zeit für eine beabsichtigte Energieänderung nicht zu lang werden. Daraus resultiert die Forderung nach schneller Schrittfolge, d. h. der Rechner muß ca. 50 mal pro Sekunde 40 Sollwerte à 16 BIT und die Steuer-

spulensollwerte entweder errechnen oder aus Tabellen entnehmen und an die betreffenden Geräte liefern. Dabei ist gleichzeitig die Lageüberwachung durchzuführen.

2.3 Einstellen optischer Parameter

Den 6 optischen Parametern Q_x -, Q_z -Wert, Amplitudenfunktionen in der Taille β_{x0} und β_{z0} , vertikale Dispersion D_z und halber Kreuzungswinkel am Wechselwirkungspunkt δ des roten bzw. grünen Rings entsprechen ungefähr 14 Magnetstromsollwerte (10 Quadrupolstärken und 4 Ablenkstärken) des roten bzw. grünen Rings. Ein Satz von jeweils 20 Werten bildet einen Modellfall.

Es wird angenommen, daß die Ströme zwischen zwei Modellfällen (Stützpunkten) linear interpoliert werden können. Bei günstigstenfalls 2 Stützpunkten pro optischem Parameter gibt es $2^6 = 64$ Modellfälle, bei 5 Stützpunkten pro Parameter $5^6 = 15625$ Modellfälle.

Irgend einer der optischen Parameter soll bei Konstanthaltung der übrigen verändert werden. Bei 2 Stützpunkten pro optischem Parameter geschieht die Variation irgend eines der 14 Magnetstromsollwerte nach 32 möglichen Kurven entsprechend dem Zustand der konstant gehaltenen Parameter. Wenn diese außerhalb eines Modellfalles liegen, muß zwischen zwei der 32 Kurven interpoliert werden.

Wenn sich der Speicherring in einem Modellfall befindet, sind alle optischen Parameter bekannt. Werden jedoch die Magnetströme einzeln oder in Gruppen variiert, so ändern sich die optischen Parameter. Um jetzt Parameter fahren zu können, müssen aus den Magnetstromsollwerten die optischen Parameter berechnet werden, denn das Parameter-fahren setzt die Kenntnis der Anfangswerte aller optischen Parameter voraus. Es wäre auch denkbar, vor jedem optischen Parameter-fahren erst den nächstgelegenen Modellfall anzufahren und von dort aus zu starten.

2.4 Einstellen des Injektionsweges

Vergleichsweise geringe Datenraten erfordert das Einstellen des Injektionsweges. Es werden zunächst die theoretisch ermittelten Sollwerte der Magnetströme für eine Energie eingestellt, einzeln durch den Operator optimiert und die so gefundenen praktischen Werte für bestimmte Energien zur Wiederverwendung gespeichert. Sollströme für Zwischenwerte der Energie werden interpoliert. Diese Rechnerfunktion wird nur bei der Injektion benutzt und tritt daher nie gleichzeitig mit 2.2 oder 2.3 auf.

2.5 Datenerfassung- und Überwachung

Neben den oben aufgeführten "großen Funktionen" hat der Rechner eine beträchtliche Zahl von kleineren Meß- und Überwachungsaufgaben zu erfüllen, die zumeist keine großen Datenraten erfordern, die aber wegen ihrer Vielzahl und Vielfalt eine flexible Verwaltung der Prozeßperipherie und der anderen Peripheriegeräte wie Bildschirme, Fernschreiber, Zeilendrucker, Tastenfelder usw. erfordern. Beispiele sind die Messung (Digital-Analogwandlung), Darstellung, Protokollierung und Überwachung von

- Magnetströmen
- Laderate und Lebensdauer
- Senderparameter (Sendereingangs- und Ausgangsleistung, reflektierte Leistung, Cavityspannung, -phase und -abstimmzustand)
- Vakuumparameter (Vorvakuum-, Penning- und Ionisationsmanometer, Ionen-Getterpumpen)

2.6 Zusammenfassung der Anforderungen

Die Ansprüche an Rechengeschwindigkeit, Genauigkeit und Speicherplatz resultieren hauptsächlich aus den Aufgaben 2.1., 2.2. und 2.3. Obwohl sie zur Zeit noch immer nicht genauer abgeschätzt werden können, kann man behaupten, daß sie nur in einem schnellen Rechner mit einem Kernspeicher von mindestens 16k Worten und einem schnellen Hintergrundspeicher erfüllbar sind.

Um die Programmierung der Lagekorrektur und des Parameterfahrens schnell und den Aufgaben angemessen zu ermöglichen, ist für diese Rechnerfunktionen die FORTRAN-Sprache zu fordern. Andererseits ist die Vielzahl der "kleinen Rechnerfunktionen" in Assembler-Sprache zu programmieren und durch ein multi-tasking real-time Betriebssystem zu verwalten.

Die Quasi-Gleichzeitigkeit von Lagemessung und -überwachung einerseits und Energiefahren und Parameterfahren andererseits verlangt nach einem schnellen Operationssystem ohne große Verwaltungszeiten.

3. Konzeptbeschreibung

3.1 Drei Rechner PDP-15

Der entscheidende Grundgedanke des Vorschlags ist die Verwendung dreier Rechner mit folgender Arbeitsteilung: (siehe Abb.)

- Komplex A: Meß- und Steuerungsaufgaben
- Komplex B: entweder Lagekorrekturrechnungen oder Optikrechnungen oder Programmentwicklung
- Komplex C: Bildschirm-Unterstützung

Durch diese Dreiteilung wird eine Reihe von Vorteilen erreicht

- drei unabhängige Rechenwerke stehen gleichzeitig zur Verfügung
- jeder Rechner hat das zweckmäßigste Betriebssystem
- die "großen" Rechenaufgaben können unabhängig von den kleinen Prozeßaufgaben ablaufen. Dafür steht ein mittlerer Rechner auf Anforderungen hundertprozentig zur Verfügung
- die Programmentwicklung, die nach Aufnahme des Speicherringbetriebs fort dauern wird, kann unabhängig von der Prozeßaufgabe durchgeführt werden
- die Bildschirmfunktionen belasten nicht die Verwaltung des on-line Rechners und verlangsamen nicht dessen Geschwindigkeit
- die Programmsysteme für die Rechner A und B sind verfügbar; die Verkoppelung stellt keine großen Anforderungen an die Programmierung (s. Abschnitt 3.5)

- da die Komplexe A und B - bis auf einige Peripheriegeräte - vom gleichen Typ PDP-15/35 sind, ergeben sich Wartungs- und Programmiervorteile
- es wird die Anwendung eines Umschalters für den Ein-/Ausgabe-Bus (I/O SWITCH) erwogen, wodurch beim Ausfall des Rechners A alle peripheren Geräte einschließlich Prozeßperipherie an den Rechner B angeschlossen werden könnten

Ein Teil der angeführten Argumente gilt natürlich auch für eine Anlage mit PDP-8-Rechnern, jedoch bietet der Übergang zur PDP-15 weitere Verbesserungen:

- die Wortlänge der PDP-15 (18 BIT) gestattet im Gegensatz zur PDP-8 (12 BIT) die Darstellung aller Soll- und Meßwerte in einem Wort. Dadurch werden Eingabe-, Manipulier-, Rechen- und Ausgabezeiten wesentlich verkürzt.
- die PDP-15 hat bei entsprechendem Ausbau die Rechenkapazität, die eine Verknüpfung mit der IBM 360/75 wahrscheinlich überflüssig macht.

- Unterschiede in Zahlen	<u>PDP-8</u>	<u>PDP-15</u>	
Zykluszeit	1,5	0,8	µsec.
z.B. Befehlszeit Addition	3,0	1,6	µsec.
z.B. Befehlsz. Festkomma-Multiplikation	7,2	7,0	µsec.
direkt adressierbarer Speicher	1/8	4	kWorte
indirekt adressierbarer Speicher	4	32	kWorte
Speicher ausbaufähig bis	32	128	kWorte

Nach Aussage von DEC resultiert aus diesen (und anderen) Unterschieden der Rechner eine 30 % bis 50 % schnellere Programmbearbeitung bei der PDP-15 (der Unterschied wird größer, wenn die gewünschte Genauigkeit eine Doppelwortbearbeitung bei der PDP-8 erfordern würde.)

- die PDP-15 besitzt einen separaten Eingabe/Ausgabe-Prozessor, der dem Rechenwerk alle diesbezüglichen Routinearbeiten abnimmt und so für eine effektiv größere Rechengeschwindigkeit sorgt.
- der Plattenspeicher gestattet schnellen Programm- und Datenaustausch im Kernspeicher. An der PDP-8 ist bei DESY bisher keine Platte verwendet worden; das DESY-Betriebssystem gibt keine Plattenunterstützung.
- die Interrupt-Behandlung ist bei der PDP-15 wesentlich schneller und bequemer durchführbar, da ein einlaufender Interrupt direkt auf die Anfangsadresse des Bearbeitungsprogrammes weist, während bei der PDP-8 die Interruptquelle erst mittels Durchlaufen einer Sprungbefehlskette ermittelt werden muß.

3.2 Rechnerkomplex A

Dieser Rechnerkomplex ist eine PDP-15/35-Version mit:

- Rechenwerk PDP-15 mit erweiterter Arithmetik
- Kernspeicher 16 kWorte
- Automatische Vorrang-Unterbrechung (Priority Interrupt)
- zwei Magnetbandgeräte DECtape
- Plattenspeicher DECdisk
- Fernschreiber KRS 35
- schneller Lochstreifenleser/Stanzer
- Echtzeituhr
- Prozeßperipherie

Im Komplex A sollen alle Speicherring-Aufgaben außer umfangreicheren Rechnungen (Komplex B) und außer Bildschirmdarstellungen (Komplex C) bearbeitet werden. Die PDP-15/35-Version ist Voraussetzung für die Verwendung des Betriebssystems RSX-15 (s. Abschnitt 3.6)

3.3 Rechnerkomplex B

Der Komplex B ist eine erweiterte PDP-15/35:

- Rechenwerk mit erweiterter Arithmetik
- Kernspeicher 24 kWorte
- Automatische Vorrang-Unterbrechung (Priority Interrupt)
- zwei Magnetbandgeräte DECtape
- Plattenspeicher DECdisk
- Fernschreiber KSR 35
- schneller Lochstreifenleser/Stanzer
- Echtzeituhr
- Bildschirmstation
- Zeilendrucker
- Lochkartenleser

An diesem Rechner sollen zunächst die Programme für alle drei Komplexe entwickelt werden. Zu diesem Zweck wurde die normale PDP-15/35-Version um eine Bildschirmstation und einen Zeilendrucker erweitert. Der ebenfalls

hinzugefügte Lochkartenleser schafft preiswert eine Möglichkeit, von der IBM 360/75 stammende Daten oder Programme der Speicherring-Rechenanlage zuzuführen.

Natürlich müssen die Programmteile, die in Beziehung stehen zur Prozeß-peripherie oder zur Bildschirmsteuerung, letztlich in dem betreffenden Rechner erprobt werden. Der Übergang zum Komplex A erfolgt dann durch Magnetbänder, zum Komplex C durch Lochstreifen, falls nicht auch hierfür der Koppelspeicher eingesetzt werden kann.

Bei späterem Speicherringbetrieb soll der Komplex B die in Abschnitt 2.1 und 2.3 erwähnten umfangreicheren Rechnungen durchführen. Dazu wird eine eventuell laufende Programmentwicklung durch einen Interrupt von Rechner A gestoppt, der gesamte Inhalt des Kernspeichers B bis auf einen Verwaltungskern auf die Speicherplatte ausgesiedelt, das Rechenprogramm von der Platte geladen, die Eingangsdaten vom Koppelspeicher geholt, die Rechnung ausgeführt, die Ergebnisse (Stromsollwerte) wieder dem Koppelspeicher übergeben und Rechner A durch Interrupt davon in Kenntnis gesetzt, der Kernspeicher durch das alte, von der Platte zurückkommende Programm überschrieben und der Programmierer aufgefordert, seine Arbeit fortzuführen.

Die Optikprogramme werden u. U. nicht mit dem Kernspeicherplatz von 24 kWorten auskommen. In diesem Falle können die Programme segmentiert und zur Bearbeitung stückweise vom Plattenspeicher in den Kernspeicher geholt werden. Dieses "overlay" wird durch das Betriebssystem "advanced monitor software system" organisiert.

Die Frage ob die vorgeschlagene Konfiguration die Lagekorrektur- und Optikprogramme überhaupt und in angemessener Zeit zu bewältigen vermag, kann z. Zt. nicht beantwortet werden, da die Algorithmen z. Zt. erst erarbeitet werden. In etwa einem Jahr soll eine verdrahtete Gleitkomma-Arithmetik für die PDP-15 verfügbar sein, deren Einsatz für den Komplex B erwogen werden müßte. Der Geschwindigkeitsgewinn durch diese Erweiterung wirkt sich leider nur auf die arithmetischen Operationen der Optikprogramme aus, die ihrerseits nur einen gewissen Teil der Programme ausmachen. Falls dieser Anteil nur in der Größenordnung von 10 % oder 20 % liegt, lohnt sich diese Anschaffung nicht.

3.4 Rechnerkomplex C

Der Komplex C dient ausschließlich der Kommunikation zwischen Speicherringoperatoren und dem Rechner. Durch ihn wird es erst möglich, den Informationsaustausch zwischen Rechner und Operateur effektiv zu gestalten.

Er besteht aus:

Rechenwerk PDP-15
Kernspeicher 8 kWorte
Fernschreiber ASR 33 mit Lochstreifen-Leser/Stanzer
Schirmbildsteuerung VT 15
Bildschirmmultiplexer VM 15
vier Bildschirme VT 04, Lichtstifte, Tastatur

Die Bildschirme können durch Verwendung des Bildschirm-Multiplexers unterschiedliche Bilder zeigen und sollen verwendet werden

- als SR-Operateurskonsole
- als Daueranzeige der Strahllagen
- als Vakuum-Anzeigegerät

Die Schirmbilder werden mit 50 Hz Wiederholungsrate flimmerfrei ständig aus dem Kernspeicher aufgefrischt. Ein Datentransfer aus Komplex A muß nur erfolgen, wenn die dargestellten Daten sich ändern. Jedes Programm im Komplex A, das darzustellende Datensätze verändert, speichert diese im Koppelspeicher und gibt einen Interrupt an Rechner C, der dann den Datensatz aus dem Koppelspeicher holt und ihn im eigenen Speicher deponiert.

Umgekehrt bringt C Operateursbefehle, die mittels Lichtstift, Tastatur oder Funktionstasten eingegeben werden, in den Koppelspeicher und macht dann Rechner A durch Interrupt auf die neuen Befehle aufmerksam.

Die Darstellungsmöglichkeiten der Bildschirmsteuerung VT 15 gehen weit über die momentanen Möglichkeiten der PDP-8 hinaus:

- das Bild ist flimmerfrei
- fünf alphanumerische ASCII-Zeichen benötigen zwei PDP-15 Worte, im Gegensatz zu zwanzig PDP-8 Worten

- Funktionsdarstellungen mit automatisch inkrementierter zweiter Achse sind mit einem Befehl ausführbar.
- Vektoren für Kammdarstellungen sind mit einem Befehl zu erzeugen
- an jedem Bildschirm können sechs Funktionstasten und der Lichtstift zur Befehlseingabe verwendet werden.
- 8 Helligkeitsstufen und 16 Vergrößerungsstufen (ZOOM) können eingeschaltet werden.

3.5 Verkoppelung der drei Rechnerkomplexe

Der Koppelspeicher mit einer Größe von 4 kWorten bewirkt die Verknüpfung der drei Komplexe. Er ist erreichbar über einen Kernspeicher-Multiplexer, der den Zugriff der drei Rechenwerke regelt. Die Adressen, unter denen jedes drei Rechenwerke diesen 4 k Block ansprechen kann, sind durch Schalter einstellbar, so daß der Koppelspeicher für Komplex A die Adressen 17 k bis 20 k, für Komplex B die Adressen 25 k bis 28 k und für Komplex C die Adressen 9 k bis 12 k haben könnte.

Im Koppelspeicher werden bei der Programmierung Bereiche für Kommando-Übergabe und für Daten-Übergabe jeweils für die Kopplung A/B bzw. A/C festgelegt.

Außer der Speicherkopplung werden die Rechnerkomplexe verbunden durch zwei "Rechnerkoppler" (Interprocessor Communication Box, ICB), über die die Interrupts erfolgen und die außerdem Informationen über den Betriebszustand (power status, run status, buffer status) des jeweils anderen Rechners vermitteln.

In der beschriebenen Koppelart ist ein entscheidender Vorteil der vorgeschlagenen Konfiguration zu sehen: Anders als bei der Rechenwerk-Rechenwerk-Kopplung, die eine gemeinsame Aktion beider Rechner mit entsprechenden Verwaltungsprogrammen (die durch DESY zu schreiben wären) erfordert, kann der Datentransfer bei der Speicher-Speicher-Kopplung als zwei getrennte Aktionen, nämlich "ablegen und aufmerksam machen" einerseits und "abholen" andererseits aufgefaßt werden, die getrennt durch das jeweilige Betriebssystem organisiert werden.

Da der sendende Rechner den Interrupt nur nach Fertigstellung des Datensatzes gibt und der empfangende Rechner nur nach Interrupt Datensätze abholt, ist sichergestellt, daß nur vollständige Datensätze transferiert werden. Natürlich muß während des Transfers der sendende Rechner an neuen Änderungen des Datensatzes gehindert werden.

Überdies ist die Aufgabenverteilung der drei Rechner so gewählt, daß der Datentransfer zwischen den Rechnern sehr gering ist:

- von A nach B: Strahllagen und Magnetstrom-Istwerte als Eingangsdaten für optische Programme
- von B nach A: Magnetstromsollwerte als Ergebnis der optischen Programme
- von A nach C: Änderungen von dargestellten Informationen
- von C nach A: Operateursbefehle, die über Tastatur, Funktionstasten oder Lichtstift in den Rechner C eingegeben wurden.

Es sollte also unter Verwendung des "RSX-15" im Komplex A und des "advanced monitor software systems" im Komplex B möglich sein, ohne zeitraubende und schwierige Systemprogrammierung schnell zu einem kommunizierenden Rechner-Triumvirat zu kommen.

3.6 Betriebssystem RSX-15 für Komplex A

Im Rechnerkomplex A soll das Betriebssystem "real time system executive, RSX-15" die Verwaltung übernehmen.

RSX-15 ist ein "real time monitor", der vom Benutzer der jeweiligen Anlage angepaßt wird (ein Generierprogramm ist Bestandteil des RSX), und der es gestattet, die zur Verfügung stehenden peripheren Geräte und ihre Bedienungsprogramme sowie andere allgemein verwendbare Programmteile allen Nutzprogrammen zugänglich zu machen. Die Anzahl der Nutzprogramme, die kernspeicher- oder plattenspeicher-resident sein können, ist nur durch den Speicherplatz begrenzt. RSX-15 verwaltet die Eingabe/Ausgabe-Operationen des Systems und bedient Interrupts extrem schnell und der jeweiligen Priorität entsprechend. Konflikte, die zwischen Programmen entstehen könnten, die auf Ausführung warten, werden durch ein Programm-Vorrang-System (software priority) vermieden. Im RSX-15 hat der Benutzer die Möglichkeit, zeitabhängige Aufgaben entweder über den Fernschreiber oder

durch andere Programme zu kontrollieren, wozu die Echtzeituhr eingesetzt wird. Programmprioritäten können vom Operateur leicht verändert werden; neue Aufgaben können während des on-line-Betriebs eingefügt werden.

Das Betriebssystem RSX-15 besteht aus

- dem eigentlichen Verwaltungsprogramm
- Unterprogrammen zum Betrieb des Plattenspeichers, der Magnetbandgeräte, des Lochstreifen-Leser/Stanzers und des Fernschreibers
- einem Generierprogramm zur Erzeugung des anlagenspezifischen Systemprogramms
- einem Programm zur Verknüpfung aller Routinen, die schließlich ein Nutzprogramm bilden
- einem Macro-Übersetzer
- einem Fortran-IV-Übersetzer
- dem advanced monitor software system (s. Abschnitt 3.7)

RSX-15 ist ein Betriebssystem, das speziell für die Verwaltung von real-time-Aufgaben entworfen wurde. Daher muß die Programmentwicklung zu anderer Zeit oder - wie in der vorgeschlagenen Konfiguration - in einem anderen Rechner erfolgen. Das hat den Vorteil, daß die Ein- und Ausgabegeräte den Prozeßprogrammen vorbehalten bleiben, die daher nicht durch die eingabe/ausgabeintensiven Programmier- und Übersetzungsarbeiten verlangsamt oder durch Programmier-Fehler zerstört werden.

3.7 "PDP-15 Advanced Monitor Software System" für Komplex B

Das advanced software system ist ein integriertes System von Programmen zur Erstellung, Übersetzung, Verknüpfung, Berichtigung und Ausführung von Benutzerprogrammen. Ohne näher auf Einzelheiten (s. DEC: "Advanced Monitor Software System for PDP-15/20/30/40") einzugehen, kann erwähnt werden, daß es aus dem mit bestem Erfolg auf den PDP-9-Rechnern benutzten Programmsystem entwickelt wurde und daß durch Dokumentation und Anwender die Qualität und Verfügbarkeit (Anfang 1969) des advanced monitor software systems bestätigt werden.

3.8 Sonstige Gesichtspunkte

Neben den erwähnten technischen Eigenschaften hat das vorgeschlagene Konzept eine Reihe von weiteren Vorteilen:

- die bei DESY vorhandenen Erfahrungen über DEC-Rechner, -nomenklatur usw. ist zu einem guten Teil bei der PDP-15 anwendbar
- die vorgeschlagene Konfiguration ist ausbaufähiger als eine PDP-8-Anlage; eine größere Auswahl von ergänzenden Peripheriegeräten steht zur Verfügung
- bei Installation von drei oder mehr Rechnern PDP-15 plant DEC die Stationierung eines Wartungstechnikers in Hamburg, vorzugsweise beim DESY
- da die Anlage auch für DEC selbst eine interessante Kombination darstellt, erwägt DEC die kurzzeitige Überlassung eines Systemprogrammierers für die Planung der noch nicht existierenden Programmteile
- das Risiko, eine noch nicht erprobte Zusammenstellung von Rechnern zu kaufen, soll durch Aufbau und Erprobung der kompletten Anlage beim Stammwerk der Firma in Maynard, Mass., reduziert werden
- zwischen DESY und der DEC besteht ein Rabattabkommen.

