

System virtueller Maschinen (SVM/ES)

Dr. Sylvia Lampenscherf, Achim Schröder,
VEB Robotron-ZFT, Karl-Marx-Stadt, Klaus Wagner,
VEB Leitzentrum für Anwendungsforschung, Berlin

Erschienen : rechentechnik/datenverarbeitung 2/1981

Zur Erweiterung des Einsatzbereiches des Modells EC 1055M wird als zusätzliche Programmunterstützung ein neues Betriebssystem, das System virtueller Maschinen (SVM/ES), bereitgestellt. SVM/ES ist auch auf dem Modell EC 1055 anwendbar. Für andere Modelle des ESER steht es nicht zur Verfügung. Der Beginn der Auslieferung von SVM/ES ist für Mitte 1982 vorgesehen. SVM/ES basiert auf dem Konzept des virtuellen Speichers. Es gewährleistet eine bessere Auslastung des Hauptspeichers und enthält erweiterte Möglichkeiten des Dialogbetriebes. SVM/ES gestattet durch die Einrichtung und Verwaltung von mehreren virtuellen Maschinen die parallele und voneinander unabhängige Arbeit mehrerer Nutzer auf einer DV-Anlage.

1. Konzept virtueller Maschinen

Das Konzept der virtuellen Maschine erweitert das Konzept des virtuellen Speichers in dem Sinne, daß alle Elemente einer DV-Anlage virtuell realisiert werden. Der Hauptspeicher wird so erweitert, daß jeder Nutzer, also jede virtuelle Maschine, einen eigenen virtuellen Speicher erhält. Die Zentraleinheit (ZE) wird mit Hilfe der Zeitscheibentechnik jedem Nutzer zur Verfügung gestellt. Die E/A-Geräte werden so aufgeteilt, simuliert oder zugeordnet, daß jeder Nutzer über eine bestimmte Anzahl von E/A-Geräten verfügt. Die Gesamtheit aus dem virtuellen Speicher, dem Anteil an ZE-Zeit und den E/A-Geräten, die dem Nutzer zur Verfügung gestellt wird, bezeichnet man als virtuelle Maschine.

Das Steuerprogramm (CP)¹ des SVM/ES realisiert die Abbildung der virtuellen Konfigurationselemente auf die reale DV-Anlage nach den genannten Prinzipien sowie den Aufbau, die Verwaltung und die Steuerung des Parallelbetriebes der virtuellen Maschinen.

Es gewährleistet dabei die Unabhängigkeit der Nutzer voneinander, über das Dateipufferungssystem, einen Bestandteil des CP, können die Nutzer Dateien austauschen.

Das CP verwaltet ein Nutzerverzeichnis, das für jede virtuelle Maschine die Beschreibung der virtuellen Konfiguration, das Nutzerkennwort, Abrechnungsinformationen und Auswahlbedingungen enthält. Das Nutzerverzeichnis bildet die Grundlage für den Aufbau von Steuerblöcken bei Aktivierung einer virtuellen Maschine und für die Steuerung des Parallelbetriebes der jeweils aktiven virtuellen Maschinen.

Der Nutzer kann mit seiner virtuellen Maschine so arbeiten, als würde er sich an einer realen DV-Anlage befinden. Insbesondere muß er zur Steuerung der virtuellen Maschine ein Betriebssystem des ESER starten oder ein systemunabhängiges Dienstprogramm verwenden. Die Verständigung des Nutzers mit dem in seiner virtuellen Maschine arbeitenden Betriebssystem und mit dem CP erfolgt über eine Datenstation, die virtuelle Bedieneinheit, in Form eines Dialogs. Als virtuelle Bedieneinheit wird das Bildschirmsystem EC 7920M im Lokalan- und Fernanschluß unterstützt. Als Betriebssystem in virtuellen Maschinen können alle Betriebssysteme eingesetzt werden, die auf DV-Anlagen des ESER arbeiten können. Das betrifft in erster Linie die verschiedenen Ausgaben und

Modifikationen des OS/ES und des DOS/ES, aber auch SVM/ES selbst. Die folgenden drei Systeme werden speziell für den Einsatz als Betriebssysteme in virtuellen Maschinen entwickelt und können nur im Zusammenwirken mit dem CP arbeiten:

- Das *dialogfähige Programmier- und Testsystem (PTS)*² bietet die Möglichkeit, im Dialog Programme oder andere Dateien aufzubauen und zu verändern, Programme zu übersetzen, zu testen und auszuführen. Jeder Nutzer des PTS arbeitet in seiner eigenen virtuellen Maschine unabhängig von anderen Nutzern.

- Das *Dateifernübertragungssystem (RFTS)*³ dient zur Übertragung von Dateien zwischen fernaufgestellten stapelorientierten Datenstationen und der DV-Anlage sowie zwischen Datenstationen. In Verbindung mit der Dateipufferung des CP kann damit der Datenaustausch zwischen virtuellen Maschinen und fernaufgestellten Datenstationen erfolgen und unter anderem die Jobferneingabe realisiert werden.

- Das *Fehleranalysensystem (PDAS)*⁴ ist eine Erweiterung des PTS und dient zum Erfassen und Auswerten von Fehlereignissen im SVM/ES. Das Steuerprogramm CP sowie die Systeme PTS, RFTS und PDAS sind die vier Komponenten des SVM/ES.

2. Anwendung des SVM/ES

Im vorhergehenden Abschnitt wurde das Grundprinzip des SVM/ES dargelegt: Je-

¹ Control Program
² Programming and Testing Support
³ Remote File Transfer Subsystem

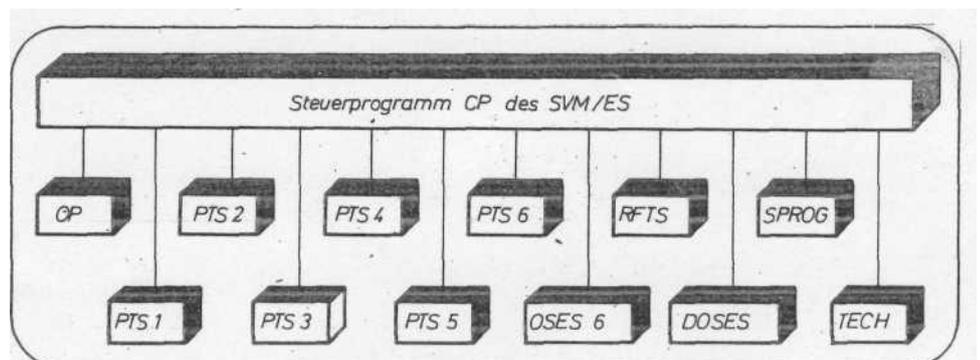


Abb. 1 Beispiel einer SVM/ES-Konfiguration

⁴ Problem and Dump Analysis Subsystem

der Nutzer hat in seiner virtuellen Maschine die Möglichkeit, unabhängig von anderen Nutzern so zu arbeiten, als hätte er eine reale DV-Anlage zur Verfügung. Daraus ergeben sich die wesentlichen Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten des SVM/ES. Sie sollen am Beispiel der in Abb. 1 dargestellten, SVM/ES-Konfiguration erläutert werden. Im Nutzerverzeichnis sind unter anderem die folgenden zwölf virtuellen Maschinen eingetragen.

- Die *virtuelle Maschine OP* wird dem SVM/ES-Systembediener zur Steuerung der Gesamtarbeit des Systems zur Verfügung gestellt.
- Die *virtuellen Maschinen PTS1 bis PTS6* sind Nutzern zugeordnet, die vorwiegend mit dem System PTS arbeiten. Sie entwickeln in ihren virtuellen Maschinen Programme im Dialog und testen sie. Von ihrer virtuellen Bedieneinheit stellen sie Anforderungen zur Ausführung von Problemprogrammen im Stapelbetrieb. Dabei kann jeder Nutzer an seinem lokal oder fern aufgestellten Bildschirmgerät unabhängig von den sonst noch aktiven virtuellen Maschinen arbeiten.
- Die *virtuelle Maschine OSES6* arbeitet unter Steuerung des OS/ES. Die Übergabe von Jobs erfolgt mit Hilfe des Dateipufferungssystems des SVM/ES. Die Jobs können über reale E/A-Geräte ein gegeben oder durch andere virtuelle Maschinen dem Dateipufferungssystem übergeben werden. So ist es z. B. möglich, in der virtuellen Maschine PTS.1 unter Steuerung des PTS einen Jobstrom aufzubauen und ihn dann zur Abarbeitung der virtuellen Maschine OSES6 zu übergeben. Die Ergebnisse der Abarbeitung können über reale E/A-Geräte aus gegeben oder an die virtuelle Maschine PTSi zurückgeschickt werden.
- Die *virtuelle Maschine RFTS* arbeitet unter Steuerung des RFTS. Dieser Maschine sind alle fernaufgestellten stationierten Datenstationen der DV-Anlage zugeordnet. Das RFTS steuert den Datenaustausch zwischen diesen Stationen und dem Dateipufferungssystem des CP. So können z. B. Jobströme über RFTS und CP zur virtuellen Maschine OSES6 geleitet werden, oder der an einem fernaufgestellten Bildschirm arbeitende Nutzer PTS5 kann Ergebnisse über CP und RFTS auf einem Drucker ausgeben, der sich in unmittelbarer Nähe befindet.

• Die *virtuelle Maschine DÖS/ES* ist für die Arbeit unter Steuerung des DOS/ES vorgesehen. Sie wird dann aktiviert, wenn Projekte mit diesem Betriebssystem abgearbeitet sind. Das Konzept virtueller Maschinen erleichtert durch die Möglichkeit, in verschiedenen virtuellen Maschinen mit verschiedenen Betriebssystemen parallel zu arbeiten, die Umstellung auf neue Be-

triebssysteme oder Betriebssystemversionen.

- Die *virtuelle Maschine SPROG* arbeitet vor allem unter Steuerung eines SVM/ES. Sie dient zur Wartung des Systems und für weitere Aufgaben der Systemprogrammierung sowie zum Bedienertraining. Besonders für derartige Aufgaben ist die vom CP gewährleistete Unabhängigkeit der virtuellen Maschinen untereinander von Bedeutung: Die anormale Beendigung der Arbeit einer virtuellen Maschine durch Fehler im Betriebssystem oder in der Bedienung beeinflusst nicht die Arbeit der Nutzer der anderen virtuellen Maschinen.
- Nutzer der *virtuellen Maschine TECH* ist das technische Personal des Rechenzentrums. Die vorbeugende Wartung von Geräten kann so ausgeführt werden, daß das betreffende Gerät vorübergehend dieser virtuellen Maschine fest zugeordnet und unter Verwendung z. B. eines systemunabhängigen Wartungsprogramms geprüft wird. Das Beispiel verdeutlicht die Vorteile des SVM/ES (Abb. 2). Damit ist SVM/ES vor allem für solche Anwender zu empfehlen, die die verschiedenartigsten Probleme parallel bearbeiten müssen.

Für Anwender, die einen reinen Stapelbetrieb aufbauen wollen, bietet das SVM/ES durch die Dateipufferung zwar neue Funktionen, die aber mit erhöhtem Steuerungsaufwand durch das übergeordnete System verbunden sind. Erst durch die gleichzeitige Arbeit von Dialog- und Stapelbetrieb können die Vorteile des SVM/ES gegenüber dem OS/ES genutzt werden.

Programmentwicklung und -test sollten vorwiegend unter Nutzung von PTS erfolgen, womit eine höhere Fortschrittsrate für den Anwender erzielt wird.

3. Steuerprogramm (CP)

Das Steuerprogramm des Systems virtueller Maschinen verwaltet die Ressourcen der realen DV-Anlage und koordiniert die Anforderungen der einzelnen virtuellen Maschinen. Dabei wird eine

schnellstmögliche Bearbeitung der Anforderungen der virtuellen Maschinen bei effektiver Nutzung der realen Ressourcen angestrebt.

Das CP arbeitet im Supervisorzustand, dagegen arbeiten alle Nutzerbetriebssysteme in den virtuellen Maschinen im Problemzustand. Damit schützt sich das CP vor unerlaubtem Zugriff der Problemprogramme. Durch die Simulation der privilegierten Befehle für das Betriebssystem werden alle Anforderungen erfüllt, die ein Betriebssystem an die reale DV-Anlage stellt.

Entsprechend dem Konzept der virtuellen Maschinen werden durch das CP eine virtuelle ZE, ein virtueller Speicher, eine virtuelle Bedieneinheit und virtuelle E/A-Geräte simuliert. Jede virtuelle Maschine muß vor ihrer Benutzung durch eine Eintragung im Nutzerverzeichnis des SVM/ES definiert werden. Diese Eintragung enthält neben anderen Informationen das Nutzerkennzeichen, das Nutzerkennwort, die virtuelle Speichergröße und die virtuellen E/A-Geräte. Während der Arbeit der virtuellen Maschine kann diese Konfiguration durch Kommandos modifiziert werden.

Der Nutzer aktiviert eine virtuelle Maschine durch ein LOGON-Kommando von einer Datenstation, einer virtuellen Bedieneinheit aus, die lokal oder fern aufgestellt sein kann, über die virtuelle Bedieneinheit kann sowohl die Steuerung des Betriebssystems in der virtuellen Maschine als auch die Kommunikation mit dem CP erfolgen.

Das CP verfügt über eine eigene Kommandosprache, mit deren Hilfe die Funktionen des Steuerprogramms aktiviert werden können. Diese Kommandos dienen der Steuerung des SVM/ES, der Gerätezuordnung, der Gerätesteuerung, der Informationsbeschaffung, dem Programmtest und der Dateipufferung. Da jedem Nutzer verfügbar gemacht werden können, sind die Kommandos in Kommandoklassen eingeteilt. Der Umfang des verwendbaren Kommandosatzes wird

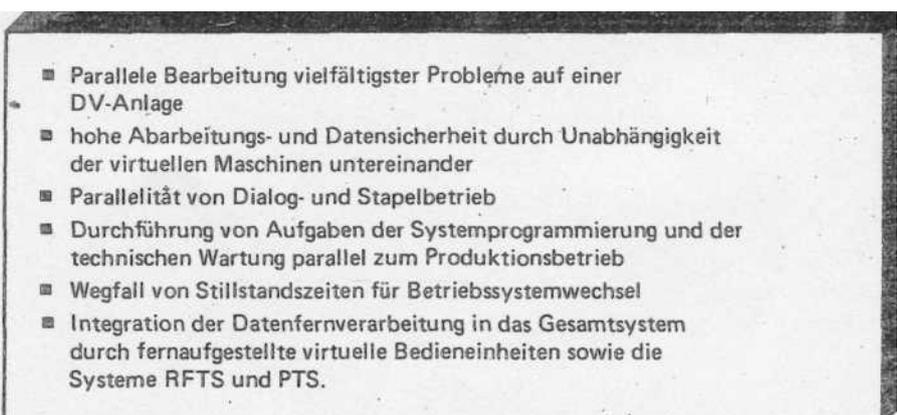


Abb. 2 Vorteile des SVM/ES

durch die Kommandoklasse in der Nutzerverzeichnisregistrierung festgelegt. Zur Steuerung der virtuellen Maschinen hat das CP folgende drei Hauptfunktionen zu verwirklichen.

- Verwaltung der ZE
- Verwaltung des Hauptspeichers
- Verwaltung der E/A-Geräte.

Das CP ordnet jeder virtuellen Maschine Zeitscheiben zu, in denen ihr die ZE zur Verfügung steht. In dieser Zeitscheibe können Befehlsfolgen des Nutzerbetriebssystems oder auch Funktionen des CP, z. B. zur Simulation privilegierter Befehle oder Behandlungen von Unterbrechungen, ausgeführt werden. Die Häufigkeit der Zuordnung von Zeitscheiben zu einer virtuellen Maschine und deren Größe wird durch das CP optimiert.

Der reale Hauptspeicher wird durch das CP für die virtuellen Maschinen nach dem Prinzip des virtuellen Speichers verwaltet, wobei jede Maschine einen eigenen Adreßraum erhält. Der einer virtuellen Maschine zugeordnete virtuelle Speicher erfüllt für das Nutzerbetriebssystem die Funktion des Hauptspeichers. Die Umsetzung der virtuellen Adressen in reale erfolgt durch Nutzung der dynamischen Adreßumsetzung. Das CP baut für jede virtuelle Maschine getrennt Segment- und Seitentabellen auf und sichert dadurch den Speicherbereich einer virtuellen Maschine vor dem unbefugten Zugriff durch andere Nutzer. Da das Nutzerbetriebssystem selbst mit einem eigenen virtuellen Speicher arbeiten kann (z. B. die Steuerprogrammkonfiguration SVS des OS/ES), entsteht eine Hierarchie virtueller Speicher, die das CP durch den Aufbau zusätzlicher Steuertabellen unterstützt. Bei der Generierung eines konkreten SVM/ES wird die reale Gerätekonfiguration festgelegt. Das CP führt Steuertabellen für alle realen Geräte und koordiniert die Ausführung aller E/A-Operationen sowohl für das CP als auch für die virtuellen Maschinen. Die einer virtuellen Maschine zugeordneten virtuellen Geräte sind durch die Nutzerverzeichnisregistrierung festgelegt, die Zuordnung kann dynamisch verändert werden. Virtuelle E/A-Geräte werden realisiert, indem einem virtuellen Gerät ein reales Gerät fest zugeordnet wird oder mehrere virtuelle Geräte auf einem realen Gerät gebildet werden oder virtuelle Geräte durch das CP vollständig simuliert werden.

Die virtuellen Geräte werden nach der Art ihrer Zuordnung in zwei Gruppen eingeteilt:

* *Zugeeignete Geräte* Diese Geräte sind ausschließlich einer virtuellen Maschine zur Nutzung zugeordnet. Damit können spezielle Anforderungen eines Nutzerbetriebssystems befriedigt werden, um z. B. vom SVM/ES nicht unterstützte Geräte zu benutzen.

Darüber hinaus erfordert die Arbeitsweise einiger Geräte, z. B. Magnetbandgeräte, deren feste Zuordnung zu einer virtuellen Maschine zu jedem Zeitpunkt.

• *Gemeinsam benutzbare Geräte* Das CP erlaubt; daß Direktzugriffsgeräte oder Geräte mit fester Satzlänge (Kartengeräte, Drucker) von mehreren virtuellen Maschinen gemeinsam benutzt werden können. Auf einem realen Direktzugriffsspeicher können zusammenhängende Adreßbereiche als virtuelle Platten definiert werden. Diese virtuelle Platte wird vom CP für die virtuelle Maschine als reale Platte mit eingeschränkter Kapazität verwaltet. Virtuelle Platten können durch mehrere virtuelle Maschinen gemeinsam benutzt werden, wobei sich die Art des Zugriffs über Kennwortschutz steuern läßt.

Virtuelle Platten können temporär eingerichtet werden.

Besonders vorteilhaft wird die Einrichtung virtueller Platten auch dann, wenn gleichzeitig viele verschiedenartige Anforderungen an Direktzugriffsspeicherplatz von unabhängigen Nutzern zu befriedigen sind, da ein gegenseitiges Blockieren wegen auszutauschender physischer Datenträger verhindert oder weitgehend reduziert werden kann.

Virtuelle Kartenleser, Kartenstanzer und Drucker werden durch Abbildung auf reale Geräte verwirklicht. Die Abbildung wird vom CP durch die Zwischenspeicherung und Verwaltung der Ein- bzw. Ausgabedaten als Dateien auf Direktzugriffsspeichern erzeugt. Die verschiedenen virtuellen Geräte werden als Klassen von Dateien definiert. Diese Arbeitsweise heißt Dateipufferung. Eine gepufferte Datei läßt sich verarbeiten, wenn sie vollständig zwischengespeichert ist. Die gepufferten Dateien können zwischen den virtuellen Geräten verschiedener virtueller Maschinen übertragen werden, so daß die Dateien für mehrere Maschinen nutzbar gemacht werden können. Die Verarbeitung der Datei kann durch die virtuelle Maschine zu einem beliebigen Zeitpunkt erfolgen.

In der praktischen Anwendung bedeutet das, daß z. B. ein Lochkartenstapel nur einmal von einem realen Kartenleser eingelesen werden muß, auch wenn die in ihm enthaltenen Informationen oder Jobs mehrfach verarbeitet werden sollen. Durch die Dateipufferung wird eine beliebig häufige Änderung oder Verteilung der Informationen zwischen verschiedenen virtuellen Maschinen möglich. Damit ist gleichzeitig eine geringere Belastung der langsam arbeitenden Geräte verbunden. Analog können auch Ausgabedaten, die in der Regel zum Druck vorgesehen sind, in mehrfachen Kopien ausgegeben oder an andere virtuelle Maschinen weitergeleitet werden, um sie dort eventuell vor dem Druck nochmals zu kontrollieren oder zu verändern.

Im Steuerprogramm CP sind Funktionen vorgesehen, mit denen sowohl die Effektivität des Gesamtsystems als auch die einer einzelnen virtuellen Maschine gesteigert werden kann. Eine virtuelle Maschine kann durch den Systembediener des SVM/ES bevorzugt werden, indem die Häufigkeit ihrer Auswahl oder die Anzahl der zugeteilten Zeitscheiben erhöht werden oder der erforderliche Seitenwechsel durch Zuweisung residenter Seiten reduziert wird. Außerdem unterstützt das CP die gemeinsame Benutzung eines speziellen Betriebssystems von mehreren virtuellen Maschinen aus. Derartige Systeme werden als *benannte Systeme* bezeichnet und stehen im Seitenspeicher des SVM/ES. Sie müssen daher zur IPL-Zeit nicht jedesmal geladen werden, nur die zur Arbeit benötigten Seiten werden aus dem Seitenspeicher des SVM/ES in den Realspeicher geladen. Das PTS zum Beispiel kann als benanntes System eingerichtet werden. Für die Steuerprogrammkonfiguration des OS/ES mit dem größten Funktionsumfang das SVS erfolgt bei der Arbeit in einer virtuellen Maschine eine Anpassung an die Funktionen des CP über eine spezielle Systemverbindung. Damit werden vor allem die Nachteile einer Hierarchie von virtuellen Speichern vermieden und die zweifache Ausführung einiger Funktionen verhindert. Die ZE EC 2655M verfügt ebenso wie die ZE EC 2655 über einen erweiterten Umfang von Mikroprogrammen der Verarbeitungseinheit, die mikroprogrammierte Steuerprogrammunterstützung (SVMA-Unterstützung), die für virtuelle Maschinen, die prinzipiell im Problemzustand arbeiten, die Ausführung von SVC und privilegierten Befehlen simulieren und die Verarbeitungszeiten dafür stark verkürzen.

Die SVMA-Unterstützung und die Systemverbindung sind Voraussetzung für die effektive Arbeit der Steuerprogrammkonfiguration SVS unter Steuerung des CP. Die Gesamtheit aller Effektivitätsbeeinflussenden Maßnahmen im CP sichert ein optimales Verarbeitungsergebnis für die verschiedenen virtuellen Maschinen und kurze Antwortzeiten im Dialogbetrieb.

4. Dialogfähiges Programmier- und Testsystem (PTS)

Das PTS ist eine Komponente des SVM/ES. Es ist ein Einnutzerbetriebssystem, das mit dem CP abgestimmt ist und nur unter seiner Steuerung in einer virtuellen Maschine betrieben werden kann. Die Hauptanwendung des PTS besteht in Entwicklung und Test von Programmen im Dialog. Mit der Einrichtung mehrerer virtueller Maschinen unter Steuerung des PTS wird durch das CP ein Teilnehmerbetrieb ermöglicht.

Für die Konfiguration von virtuellen Maschinen, die unter Steuerung des PTS betrieben werden sollen, sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Es ist ein virtueller Speicher von mindestens 320 K Byte erforderlich. Die Maximalgröße des virtuellen Speichers beträgt 16 M Byte.
- Kartenleser, Drucker und Kartenstanzer werden vom PTS nur als virtuelle Geräte unterstützt. Die Simulation dieser Geräte erfolgt über das Dateipufferungssystem des SVM/ES.
- Als externes Speichermedium werden im PTS vorrangig virtuelle Platten verwendet. Einer virtuellen Maschine unter Steuerung des PTS sind mindestens zwei virtuelle Platten zugeordnet. Insgesamt können bis zu zehn virtuelle Platten gleichzeitig von PTS unterstützt werden. Für den Zugriff kann *Nur Lesen* oder *Lesen und Schreiben* festgelegt werden. Die gleichzeitige Nutzung von PTS-Platten durch mehrere Nutzer ist möglich.
- PTS unterstützt bis zu vier Magnetbandgeräte, die dynamisch vom SVM/ES-Systembediener der entsprechenden virtuellen Maschine zugeordnet werden.

Das Betriebssystem PTS besitzt eine eigene Kommandosprache. Sie umfaßt etwa 50 Kommandos, zu denen zum Teil noch zahlreiche Subkommandos gehören. Mit Hilfe der PTS-Kommandos werden die Funktionen des PTS aufgerufen und durch Angabe von Parametern den speziellen Bedürfnissen angepaßt. Die Ausführung der PTS-Kommandos erfolgt durch das Abarbeiten von Programmen. über den Aufbau eigener Behandlungsprogramme kann der Nutzer die Kommandosprache erweitern oder modifizieren.

Das PTS bietet die Möglichkeit, Folgen von PTS-Kommandos zu einer Einheit, EXEC-Prozedur genannt, zusammenzufassen. Eine EXEC-Prozedur kann auch logische Funktionen, wie bedingte Verzweigungen oder Schleifen, enthalten. EXEC-Prozeduren werden durch Aufruf ihres Namens, gegebenenfalls mit Angabe von Parametern, aktiviert. Damit ist der EXEC-Prozessor ein weiteres Mittel zur nutzerbezogenen Erweiterung der PTS-Kommandosprache. Die Verwendung von EXEC-Prozeduren gestattet es dem Nutzer, die für ihn wichtigen Standardabläufe weitgehend zu automatisieren. Er wird somit von Eingaben an der virtuellen Bedieneinheit entlastet. Das PTS verfügt über ein eigenes Dateiverwaltungssystem, das dem Nutzer eine einfache und effektive Arbeit mit seinen Dateien gestattet. Die PTS-Dateiverwaltung umfaßt den Aufbau und die Verwaltung der virtuellen Platten als externes Speichermedium für PTS-Dateien, die Verwaltung eines speziellen Dateibezeichnungssystems sowie Dienstprogramme zur Manipulation von PTS-

Dateien. Diese Funktionen werden vom PTS weitgehend automatisch ausgeführt bzw. sind dem Nutzer durch PTS-Kommandos verfügbar.

PTS-Dateien werden auf den vom PTS verwalteten virtuellen Platten gespeichert. Der Nutzer kann mit logischen Sätzen fester oder variabler Länge arbeiten und sequentiell oder direkt zugreifen.

Für PTS-Dateien werden spezielle Dateibezeichnungen verwendet. Eine solche Dateibezeichnung besteht aus Dateinamen, Dateityp und Dateimodus. Der Dateiname wird vom Nutzer festgelegt. Durch den Dateityp läßt sich der PTS-Datei eine bestimmte Bedeutung zuordnen. So enthalten z. B. Dateien des Typs ASSEMBLE Assemblerquellprogramme und Dateien des Typs EXEC EXEC-Prozeduren. Der Dateimodus bestimmt, auf welcher virtuellen Platte sich die Datei befindet und wie auf sie zugegriffen werden soll.

Das PTS-Dateisystem unterstützt Makrobibliotheken und Objektprogramm-bibliotheken. Zur Arbeit mit diesen Bibliotheken werden Kommandos bereitgestellt. Durch PTS-Kommandos können einige Dienstprogramme zur Manipulation von PTS-Dateien und vollständigen PTS-Platten benutzt werden. So kann man z. B. PTS-Dateien auf Magnetband, Drucker, Kartenstanzer oder virtuelle Bedieneinheit ausgeben, PTS-Plattendateien aus Daten von Magnetbändern oder vom virtuellen Kartenleser aufbauen, PTS-Dateien umbenennen, kopieren oder löschen sowie PTS-Platten auf Magnetband schreiben oder von dort zurückspeichern. Mit dem Kommando EDIT wird der PTS-Editor aufgerufen. Mit Hilfe der Subkommandos des Editors hat man die Möglichkeit, an der virtuellen Bedieneinheit der PTS-Maschine eine PTS-Datei neu einzugeben oder bereits bestehende PTS-Dateien zu verändern. Der Editor

Datei zu lokalisieren, zu verändern, zu streichen sowie Sätze an jeder Stelle einzufügen. Die Arbeit mit dem Editor wird durch die große Anzahl von Subkommandos mit den damit verbundenen Aufbereitungsmöglichkeiten sehr effektiv. Dateien mit den Dateitypen ASSEMBLE, PLI und PL1OPT enthalten Quellprogramme, die in Assemblersprache bzw. PLI geschrieben sind. Diese Programme können mit Hilfe folgender PTS-Kommandos übersetzt werden: ASSEMBLE zum Aufruf des Assemblers PL1OPT zum Aufruf des PLI-Optimierungskompilers PL1C zum Aufruf des PLI-Testcompilers. Als Ergebnis der Übersetzung entstehen zwei PTS-Dateien: Das Objektprogramm und die Übersetzungsliste.

Auf der virtuellen Bedieneinheit werden die bei der Übersetzung gefundenen Fehler angezeigt. Bei der Übersetzung können Makrobibliotheken verwendet werden. Makrobibliotheken mit den Standardmakros des OS/ES und mit speziellen PTS-Makros werden dem Nutzer vom System zur Verfügung gestellt. Die erzeugten Objektprogramme können mit Hilfe der PTS-Kommandos LOAD und START geladen und abgearbeitet werden. Dabei können Objektprogramm-bibliotheken verwendet werden. Die Zuordnung von E/A-Dateien zum Programm erfolgt durch das FILEDEF-Kommando, wobei ein solches Kommando jeweils einer DD-Anweisung in der Jobsteuerung des OS/ES entspricht. Als Zugriffsmethoden für die Dateien werden durch das PTS BSAM, QSAM, BDAM und BPAM unterstützt.

Bei der Abarbeitung der Programme unter Steuerung des PTS werden die Funktionen der OS/ES-Makros durch das PTS simuliert. Daraus ergeben sich einige Einschränkungen für die Ausführbarkeit von OS/ES-Programmen. Nicht ausführbar unter PTS sind Programme, die Mehraufgabenbetrieb verwenden, mehr als einen Programmbereich nutzen, die Datenfernverarbeitung realisieren und die ISAM-Makros zum Lesen und Schreiben von Dateien verwenden. Für den Test werden einige Funktionen vom PTS und CP bereitgestellt. Der Nutzer kann z. B. Adreßstops setzen, Registerinhalte und Speicherstellen anzeigen lassen und verändern, er kann die Ausführung von SVC-Anweisungen, Verzweigungen oder aller Anweisungen protokollieren lassen.

5. Dateifernübertragungssystem (RFTS)

Das RFTS ist eine Komponente des SVM/ES. Es verwirklicht die Übertragung von Dateien zwischen RFTS-Datenstationen und der DV-Anlage sowie zwischen RFTS-Datenstationen untereinander. Als RFTS-Datenstationen werden fernaufgestellte E/A-Konfigurationen (stapelorientierte Abonnementpunkte) eingesetzt. Sie können programmierbar oder nicht programmierbar sein. Die Realisierung des erforderlichen Datenübertragungsprotokolls erfolgt programmtechnisch oder über die technischen Mittel. RFTS arbeitet als Betriebssystem in einer virtuellen Maschine. Es besteht aus einem Supervisor und Leitungssteuerungsprogrammen. Der Supervisor steuert die Arbeit des Systems insgesamt. Die Leitungssteuerungsprogramme gewährleisten den Datenaustausch über die technischen Mittel der Datenfernverarbeitung: Multiplexsteuergerät, Modems, BSC-Leitungen und RFTS-Datenstationen. Es werden Zweipunktverbindungen unterstützt. Die wichtigsten Funktionen des RFTS

betreffen den Aufbau der logischen Verbindung zwischen RFTS und Datenstation, die Steuerung des physischen Datenaustauschs und die Dateiverwaltung. Sie werden durch Kommandos und Steuerkarten aktiviert. Die Hauptanwendung des RFTS besteht im Zusammenwirken mit dem Dateipufferungssystem des CP im Austausch von Dateien zwischen virtuellen Maschinen und RFTS-Stationen. Dadurch werden vor allem zwei Aufgaben gelöst:

Die Programmentwicklung im Dialog unter Steuerung des PTS von fern aufgestellten Bildschirmgeräten aus wird unterstützt. Der Programmierer kann seine Programme und die zugehörigen Testdaten als Dateien erfassen und über RFTS an seine virtuelle Maschine leiten. Unter Steuerung des PTS erfolgen dann die Korrektur von Lochfehlern, der Test und die Korrektur der dabei gefundenen Fehler. Wenn es notwendig ist, können Übersetzungslisten und andere Testergebnisse wiederum über RFTS an den Arbeitsort des Programmierers übertragen und dort ausgedruckt werden.

Die Jobfernverarbeitung wird verwirklicht. Die einzugebenden Jobströme werden als Dateien über RFTS an eine virtuelle Maschine geleitet, in der ein Stapelbetriebssystem, z. B. das OS/ES, arbeitet. Durch bestimmte Maßnahmen ist es möglich, auch die Ausgabe der Ergebnisse über RFTS zu veranlassen.

Das RFTS stellt damit im Zusammenwirken mit dem Dateipufferungssystem des SVM/ES dem Nutzer eine einfache Möglichkeit des Dateitransports zur Verfügung.

6. Fehleranalysesystem (PDAS)

Das PDAS ist eine Komponente des SVM/ES. Es arbeitet in einer virtuellen Maschine, die zusätzlich zu PTS die PDAS-spezifischen Programme und EXEC-Prozeduren enthält. Das Fehleranalysesystem stellt für den Systemprogrammierer ein wertvolles Hilfsmittel zum Erfassen, Auswerten und Verwalten von Fehlern des SVM/ES in Form von Fehleranalyseprotokollen dar. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Fehler in Programmen, die in virtuellen Maschinen abgearbeitet werden, zu erfassen und die Fehleranalyseprotokolle zu verwalten.

Mit der Anwendung des PDAS wird die Fehleranalyse standardisiert und zentralisiert, und es werden Doppelarbeiten vermieden. Die Funktionen des PDAS lassen sich im Dialogbetrieb über entsprechende Kommandos aktivieren.