

**Problemorientierte
Systemunterlagen für
Rechnerfamilie ROBOTRON
4000 (POS 4000)**

**Autor: Günter Schmidt
Fassung: 28.03.2006**

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung.....	3
1.1.	Ausgangsbasis.....	3
1.2.	Anwendungsbereich der POS 4000.....	3
1.3.	Personelle Voraussetzungen beim Anwender der POS 4000	6
2.	Bestandteile der POS 4000	7
2.1.	Lösungsprinzip.....	7
2.2.	Übersicht.....	7
2.3.	Programmiersystem PEPS 4000	9
2.4.	Anwendungsbeispiel für das Programmiersystem PEPS 4000	16
2.5.	Standardprogramme der POS 4000 (STAP 4000)	25
2.5.1.	Generierbare Standardprogramme.....	25
2.5.2.	Nichtgenerierbare Standardprogramme	26
3.	Literatur	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Komplexes Produktionssystem.....	4
Abbildung 2:	Aufgaben des Prozessrechners.....	5
Abbildung 3:	Problemorientierte Systemunterlagen für Rechner ROBOTRON 4000/4200 (POS 4000)	8
Abbildung 4:	Arbeitsstufen einer bausteinorientierten Programmerarbeitung	11
Abbildung 5:	Generierung von Applikationsprogrammen mit dem Programmiersystem PEPS 4000	12
Abbildung 6:	Informationsflussbild zum Teilsystem Optimierung.....	19
Abbildung 7:	Zuordnung der Aufgabengebiete des TS Optimierung zu typischen Zielstellungen der Einsatzvorbereitung.....	20
Abbildung 8:	Problemorientierte Prozeduren des TS Optimierung	20
Abbildung 9:	Ablaufschema für die Ermittlung von Prozessmodellen.....	22
Abbildung 10:	Programmablaufplan für ein AP zur Ermittlung der Modellkonstanten ..	23
Abbildung 11:	Notation des für die Übersetzung mit PEPU 4000 erforderlichen Quellenprogrammes	24

1. Einführung

1.1. Ausgangsbasis

Die problemorientierten Systemunterlagen POS 4000 sind Arbeitsmittel zur rationellen Entwicklung eines Systems von ablauffähigen Applikationsprogrammen, im folgenden mit AP abgekürzt, für eine konkrete Aufgabenstellung der Rechnersysteme ROBOTRON 4000 und ROBOTRON 4200/4201.

Die dafür verfügbare Hardware ist in [1] und [2]. näher beschrieben. Kernkomponenten sind insbesondere

- die zentrale Verarbeitungseinheit mit einem maximalen Hauptspeicher (Kernspeicher) von 32k Worten
- die Datenverarbeitungsperipherie bestehend aus Bedieneinheit des Rechners, Lochbandeinheit, Schreibmaschine
- externe Wechsellattenspeicher
- eine Prozesseingabe- und Prozessausgabeeinrichtung
- Datenendplätze für dezentrale Ein- und Ausgaben

Zur Steuerung der Abarbeitung der Applikationsprogramme auf der zentralen Verarbeitungseinheit in Verbindung mit der Bedienung der peripheren Einheiten stehen insbesondere die Steuerprogrammsysteme ESKO 4000 bzw. 4200 (bedient nur Kernspeicher) und ESPO 4000 (bedient Kernspeicher und Wechsellattenspeicher parallel) zur Verfügung [3] und [4]. Mit diesen Steuerprogrammsystemen können max. 80 Applikationsprogramme Zeit gesteuert und Ereignis gesteuert abgearbeitet, auf Systemfehler überwacht sowie die Bedienerkommunikation realisiert werden. Bei der Dimensionierung der AP ist zu beachten, dass der Hauptspeicherbedarf allein für das Steuerprogramm z.B. beim ESPO 4000 je nach Konfigurierung bis auf 16k Worte anwachsen kann.

1.2. Anwendungsbereich der POS 4000

Der Einsatzbereich der Prozess- und Kleinrechner ROBOTRON 4000/4200 ist vorrangig das Gebiet der automatisierten Produktionssteuerung als Teil eines komplexen Produktionssystems [5], dargestellt in Abb. 1.

Bei den mit Hilfe von Rechnern zu steuernden Prozessen ist grundsätzlich zwischen kontinuierlichen Prozessen (Fließprozessen) und diskontinuierlichen Prozessen (z.B. Stückprozessen) zu unterscheiden. Chargenprozesse haben sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Anteile. POS 4000 unterstützen vorrangig die Entwicklung von AP für Fließ- und Chargenprozesse.

Charakteristische Merkmale für Fließprozesse sind:

1. Die zu erfassenden Informationen stellen überwiegend kontinuierlich bereitstehende Signale dar, wie das z. B. bei der Messung von Temperaturen, Druck, Durchflussmengen, Niveauständen usw. der Fall ist.
2. Die Prozessinformationen können automatisch erfasst werden.
3. Die Optimierung des Prozessablaufes setzt die mathematische Beschreibung der inneren Prozessabläufe Apparate bezogen voraus.

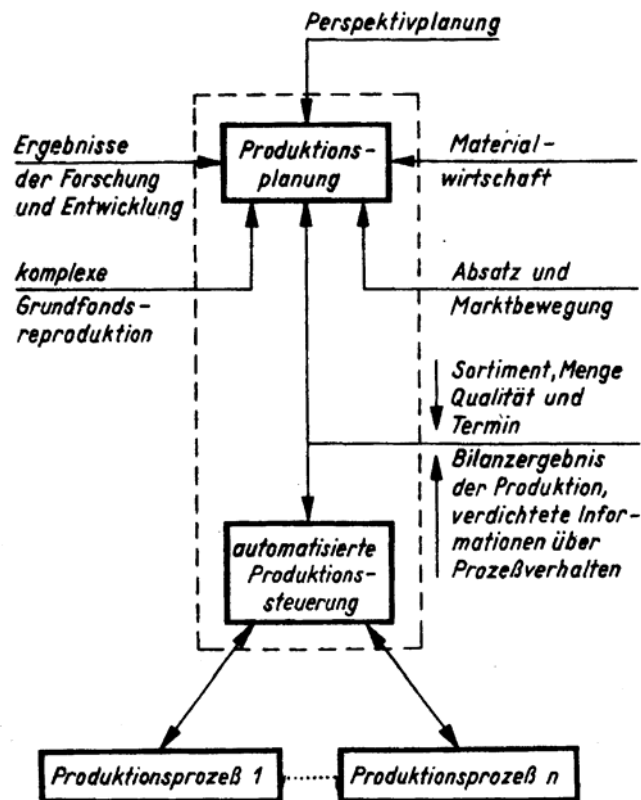


Abbildung 1: Komplexes Produktionssystem

4. Der Eingriff am Prozess zur Durchsetzung der optimalen Prozessfahrweise erfolgt überwiegend vollautomatisch, d. h. ohne Zwischenschaltung des Menschen.
5. Das mit einer Produktionsanlage oder Produktionsapparatur zu produzierende Sortiment ist stark eingeschränkt.

Eine weitgehend prozessunabhängige Verallgemeinerung der Aufgaben der Prozessrechner ausgehend von diesen Merkmalen ergibt in Richtung Informationsfluss betrachtet die drei Aufgabenbereiche (s. Abb. 2)

1. Informationserfassung
2. Informationsverarbeitung
3. Informationsausgabe

Die **Informationserfassung** beinhaltet je nach Aufgabenstellung und Betriebsart die automatische Erfassung von Prozessinformationen wie Steuergrößen, messbare Störgrößen, Prozessausgangsgrößen und Prozesszustandsgrößen.

Hauptaufgabe des Prozessrechners ist die **Informationsverarbeitung**, wobei in Informationsverarbeitung **1.Ebene** und Informationsverarbeitung **2.Ebene** unterschieden wird.

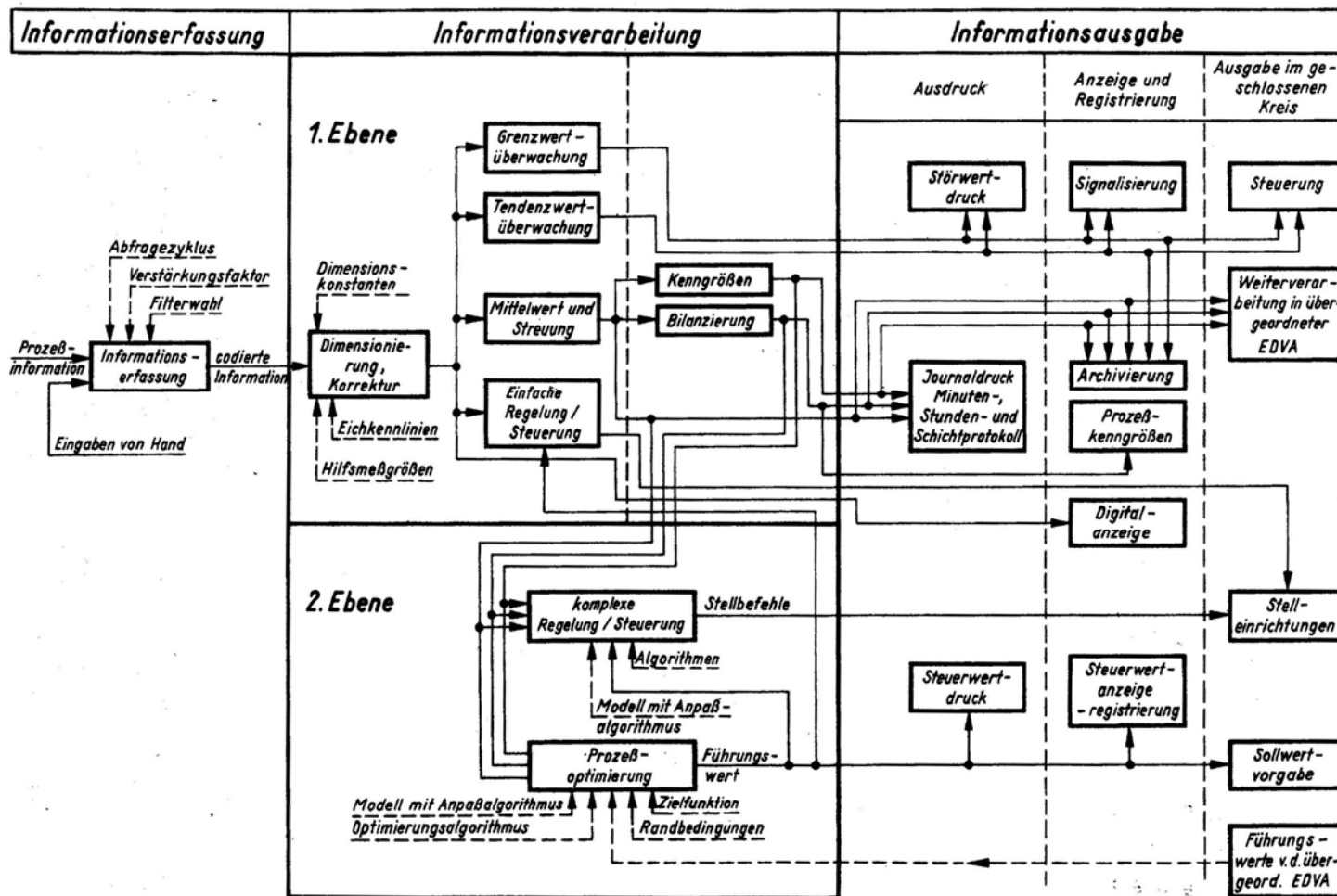


Abbildung 2: Aufgaben des Prozessrechners

In der ersten Verarbeitungsebene sind alle die Verarbeitungsalgorithmen eingeordnet, deren Formalismus keine technisch-physikalischen Beziehungen des inneren Prozessverhaltens beinhalten, d. h., diese Algorithmen verknüpfen die Ein- und Ausgangsgrößen nach prozessunabhängigen, von außen vorgegebenen Kriterien.

Für die Prozessüberwachung werden meistens feste Grenz- und Tendenzwerte verwendet. Das automatische An- und Abfahren und die Optimierung des Überganges von einem Arbeitspunkt zum anderen verlangt die gleitende Änderung der Grenzwerte.

Die Bilanzierung ist eine technisch-ökonomische Aufgabe, die in ihrem Ergebnis Aufschluss über die Güte der Prozessfahrweise gibt. Die Bilanzierung stellt die Abrechnung des Produktionsprozesses dar .

Für die Prozesskenngrößenberechnung werden in der Regel solche Größen ausgewählt, welche die momentane Prozessfahrweise charakterisieren. Darüber hinaus kann man Kenngrößen berechnen, die einen Rückschluss auf den technischen Zustand von Anlagenteilen und Apparaten des Prozesses zulassen.

In der zweiten Ebene der Informationsverarbeitung sind Verarbeitungsalgorithmen zusammengefasst, die eine umfangreiche Kenntnis über das innere Prozessgeschehen verlangen. Diese Prozesskenntnis wird im mathematischen Modell für das Prozessverhalten ausgedrückt.

Für die Optimierung der Prozessfahrweise ist die Vorgabe einer Zielfunktion notwendig. Für die Durchführung der Optimierung ist eine Optimierungsstrategie zu erarbeiten, die weitgehend durch die Beschaffenheit des Modells und die Zielfunktion bestimmt wird. Einen weiteren sehr wesentlichen Einfluss auf die Optimierungsstrategie haben Neben- und Randbedingungen, die sich aus den zulässigen Belastungen der einzelnen Apparate und aus den Betriebsbedingungen der vor- und nach geschalteten Prozesse ergeben.

Das Ergebnis der Optimierung bei der Informationsverarbeitung sind Führungswerte für die Prozesssteuerung, die innerhalb der **Informationsausgabe** aufbereitet werden und über Prozessausgabeeinrichtungen für das Wartenpersonal ausgedruckt, zur Anzeige gebracht, oder im geschlossenen Betrieb als Sollwerte konventioneller Regler und Stellanrichtungen ausgegeben werden.

1.3. Personelle Voraussetzungen beim Anwender der POS 4000

Die für eine Nutzung der POS 4000 erforderlichen Voraussetzungen des Anwenders beschränken sich auf einen Wissens- und Kenntnisstand, der von geringen oder keinen Erfahrungen beim Einsatz von Prozessrechnern im System der automatisierten Produktionssteuerung ausgeht. Das bezieht sich sowohl auf mittels Rechnerstützung im Produktionsprozess erzielbare ökonomische und qualitative Effekte als auch auf die Projektierung/Entwicklung der für den Prozessrechnereinsatz benötigten AP sowie die Bedienung des Prozessrechners. Bei potentiellen Anwendern steht für die Einsatzvorbereitung von Prozessrechnern nur in Ausnahmefällen Personal mit Fach- oder Hochschulausbildung auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung zur Verfügung. Durch gezielte Qualifizierungslehrgänge zur Hardware und den verfügbaren Systemunterlagen (MOS und POS) muss das vorgesehene Fachpersonal für die Einsatzvorbereitung und das Betreiben des Prozessrechners befähigt werden.

Darüber hinaus bestehen bei vielen Anwendern weitgehend Ängste vor durch den Rechnereinsatz bedingte organisatorische Auswirkungen im Produktionsprozess (Arbeitsplatz-Veränderungen oder –Verluste).

2. Bestandteile der POS 4000

2.1. Lösungsprinzip

Mit den POS 4000 wird ausgehend von den unter Punkt 1.3 genannten Voraussetzungen des Anwenders eine rationelle algorithmisch-programmtechnische Einsatzvorbereitung des Prozessrechners u. a. wie folgt erreicht:

- Die POS 4000 stellen für ausgewählte häufig vorkommende Teilaufgaben des Prozessrechners weitgehend verallgemeinerte algorithmische Lösungen zur Verfügung.
- Diese Lösungsalgorithmen stehen in einer programmtechnischen Realisierung (als vorgefertigte Programmbausteine und Teilsysteme) zur Verfügung, die eine rationelle rechnergestützte Anpassung an die konkrete Aufgabenstellung ermöglichen.
- Die Anpassung und Verknüpfung der Komponenten untereinander sowie mit dem Steuerprogrammsystem zu einem ablauffähigen speicherplatzoptimalen Gesamtsystem von Applikationsprogrammen erfolgt rechnergestützt durch Nutzung des Rechners selbst mittels verfügbarer Übersetzungsprogramme und Generierungsprogramme.
- Zur Erreichung eines minimalen Speicherplatzbedarfs der Applikationsprogramme im Hauptspeicher wurde weitgehend die Maschinenorientierte Programmiersprache eingesetzt.
- Bestandteile der POS 4000 sind methodische Unterlagen in der Art einer Anleitung zum Handeln bei der Einsatzvorbereitung.

2.2. Übersicht

Die POS 4000 wurden im Zeitraum 1972-1974 den Anwendern zur Verfügung gestellt. Sie bestehen aus folgenden drei Hauptbestandteilen (siehe auch Abb. 3):

- a.) Modulares problemorientiertes Programmiersystem PEPS 4000, bestehend aus
 - einer problemorientierten Programmiersprache
 - den zugehörigen Übersetzungsprogrammen
 - einer Bibliothek von vorgefertigten problemorientierten Programmbausteinen.
- b.) Standardprogramme der POS 4000 (STAP 4000)
 - * generierbare Standardprogramme
 - Messwerterfassung und Primärverarbeitung (UNIMEP, MEPS)
 - Protokollierung im Echtzeitbetrieb (PROTOS)
 - Fertigungsüberwachung (FÜ)
 - Auswertung von Steuerworten (STEW)
 - * nicht generierbare Standardprogramme
 - mathematische Standardprogramme (MAST)
 - Standardprogramme für Prozesssteuerung (SPRO)
 - Ökonomische Standardprogramme (OEST)
- c.) Methodische Unterlagen zur Anwendung der POS 4000

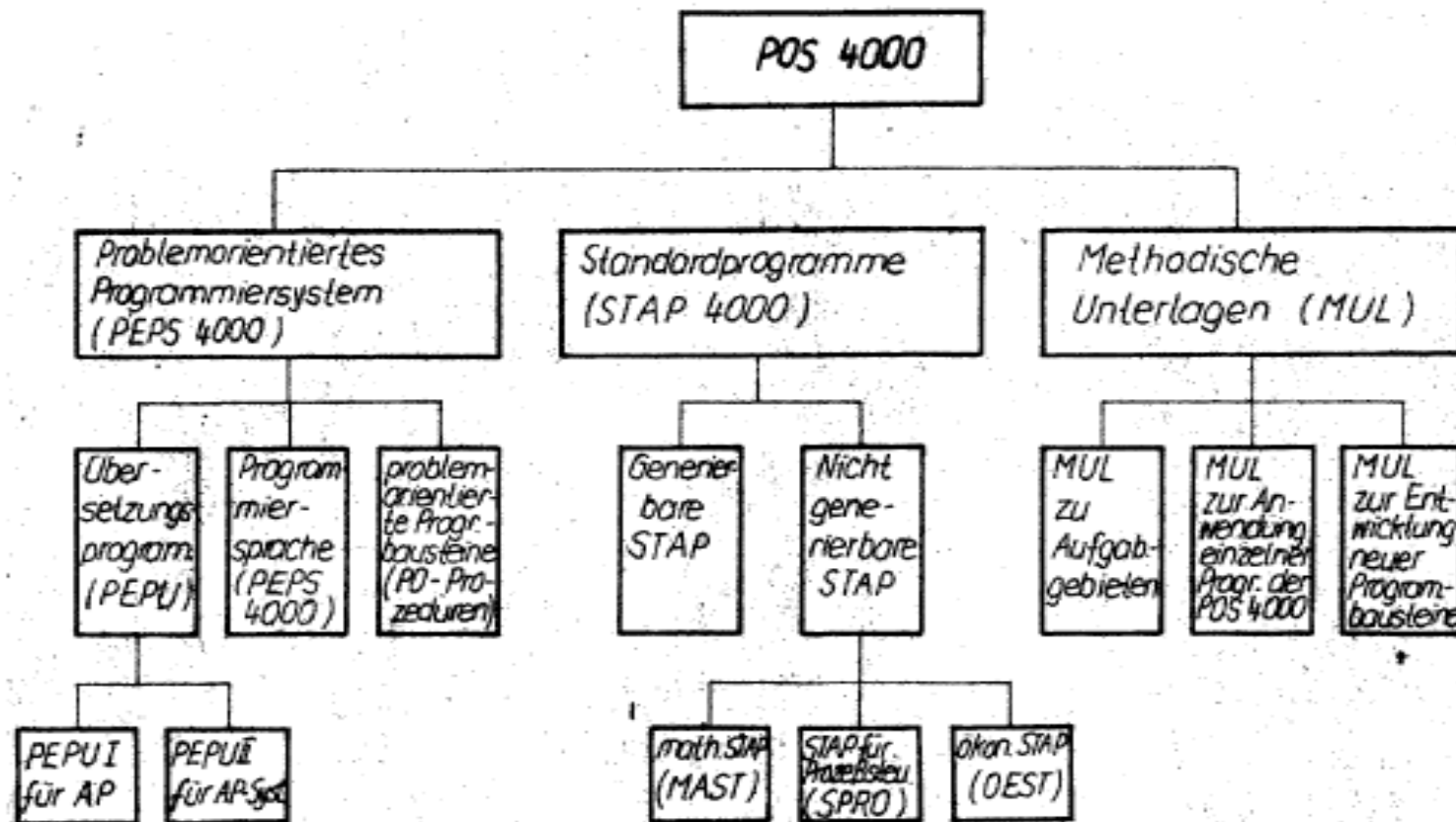


Abbildung 3: Problemorientierte Systemunterlagen für Rechner ROBOTRON 4000/4200 (POS 4000)

Mit diesen Komponenten stehen für unterschiedliche Anforderungen der einzelnen Einsatzfälle geeignete Arbeitsmittel zur Auswahl. Sie sind weitgehend aufeinander abgestimmt, so dass zur Realisierung von Applikationsprogrammsystemen auch verschiedene Komponenten gemeinsam eingesetzt werden können.

Das **Programmiersystem PEPS 4000** ist für ein breites Aufgabenspektrum mit hohem Rationalisierungseffekt einsetzbar und nimmt deshalb eine zentrale Stellung innerhalb der POS 4000 ein. In PEPS 4000 wurde das Prinzip des Bausteinsystems auf die Algorithmierung und Programmierung von Anwendungsprogrammen (AP) angewendet. Dieses Prinzip gestattet eine rationelle Erarbeitung von effektiven, an das zu lösende Problem eng angepassten Programmen. Mit PEPS 4000 können sowohl selbständige AP als auch Systeme von verkoppelten AP für die verschiedenen Steuerprogrammsysteme von ROBOTRON 4000 und ROBOTRON 4000/4200 erzeugt werden. Das Programmiersystem ist vor allem dann vorteilhaft, wenn einer der folgenden Fälle vorliegt:

- Für wesentliche Teile der Aufgabenstellung stehen vorgefertigte Programmbausteine zur Verfügung.
- Eine größere Anzahl von AP ist aufeinander abzustimmen und zu einem System zu verkoppeln.
- Für die Programme sind nachträgliche Korrektur – und Änderungsarbeiten in größerem Umfang zu erwarten, z.B. für
 - Einarbeitung von Erkenntnissen des Probetriebes
 - Anpassung an zeitlich sich ändernde Zielstellungen
 - Übertragung auf ähnlich gelagerte Anwendungsfälle (Systemlösungen).

Die Standardprogramme STAP 4000 und STAP 4200 für die Rechnersysteme ROBOTRON 4000 und ROBOTRON 4200/4201 umfassen die STAP der MOS (Arithmetik- und Konvertierungsprogramme, Standardfunktionen) und die STAP der POS. Bei den STAP der POS werden generierbare und nicht generierbare Standardprogramme unterschieden.

Generierbare Standardprogramme haben einen festen strukturellen Aufbau. Im Rahmen dieser Struktur können sie durch formatgebundene Vorgaben des Anwenders in einem meist maschinell ausgeführten Generierungsvorgang an die konkret zu lösende Aufgabe angepasst werden (z.B. durch Aufbau von Datenstrukturen, Steuerung des Ablaufes innerhalb der STAP).

Die nicht generierbaren Standardprogramme lassen keine Anpassung an die konkrete Aufgabenstellung zu. Ihr Leistungsvermögen geht deshalb häufig über die Anforderungen der zu lösenden Aufgabe hinaus, auf Kosten eines unnötig hohen Verbrauchs an Rechenzeit und Speicherplatz. Lässt der Anwendungsfall diesen Mehrverbrauch nicht zu, sind die flexiblen Bausteine des Programmiersystems PEPS 4000 einzusetzen.

Die methodischen Unterlagen der POS 4000 unterstützen den Anwender in methodischer Hinsicht beim Entwurf und bei der Programmierung der AP und AP-Systeme.

Die folgenden Abschnitte geben eine übersichtsmäßige Darstellung der drei Produktgruppen der POS 4000.

2.3. Programmiersystem PEPS 4000

Die algorithmisch-programmtechnische Einsatzvorbereitung von Prozess- und Kleinrechnern ist sehr zeit- und kostenaufwendig. Infolge der wachsenden Leistungsfähigkeit der Gerätetechnik und der dadurch ermöglichten Bearbeitung von umfangreichen und komplizierten Aufgabenstellungen steigen die Aufwendungen ständig an, sowohl absolut gesehen als auch im Verhältnis zum Gesamtaufwand eines Rechneinsatzes. Die notwendige Rationalisierung der Einsatzvorbereitung war mit den bisher eingesetzten problemorientierten Systemunterlagen in Form von

Programmbibliotheken mit unterschiedlichem Niveau in Anwendungsbreite und Bedienkomfort grundsätzlich nicht zu erfüllen. Es war notwendig, neben diesen Programmbibliotheken integrierte Programmierhilfen bereitzustellen, die durch ihre aufeinander abgestimmten programmtechnischen und methodischen Komponenten eine durchgängige rationelle Bearbeitung aller Phasen in der Herstellung der AP und AP-Systeme (algorithmischer Entwurf, Programmierung, Test und Änderungen) gewährleisten. Weiterhin musste erreicht werden, dass dem Rechner selbst in möglichst starkem Maße automatisierbare Arbeitsgänge bei der Herstellung der Programme übertragen werden.

Günstige Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Forderungen bietet das Arbeitsprinzip einer rechnergestützten Generierung von Applikationsprogrammen aus vorgefertigten, multivalent einsetzbaren Programmbausteinen. In Abbildung 4 sind die wesentlichen Arbeitsstufen einer rationellen Bausteинorientierten Programmerarbeitung dargestellt. Der Rationalisierungseffekt wird vor allem erreicht durch:

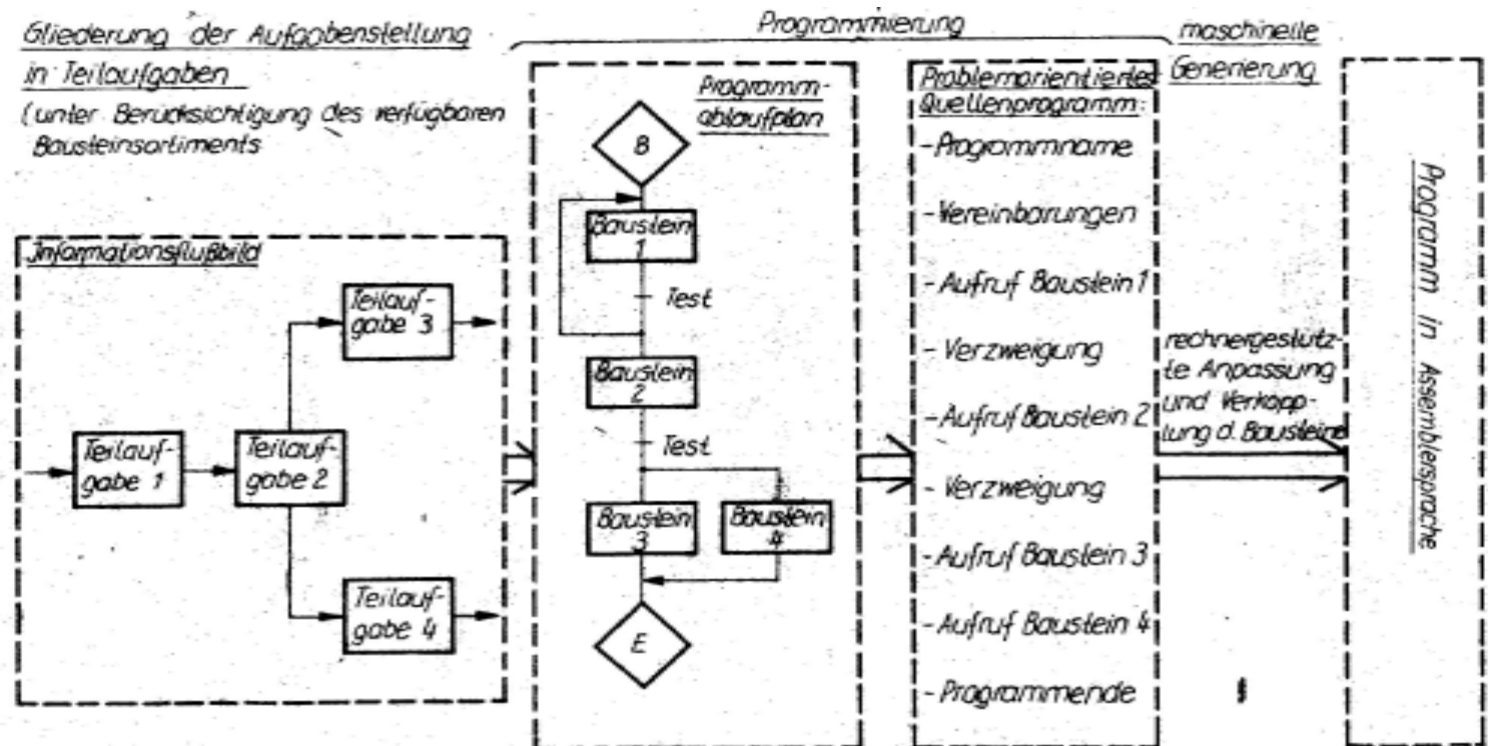
- Einsatz bereits vorliegender, in der Anwendung erprobter Programmbausteine
- Problemorientierte Notation der Bausteinaufrufe und Verbindungsanweisungen
- Anpassung der Bausteine an die konkrete Aufgabenstellung und Verkopplung zum abarbeitungsfähigen Applikationsprogramm in einem rechnergestütztem Generierungsvorgang.

Mit dem Programmiersystem wurde dieses Arbeitsprinzip weitgehend realisiert. PEPS 4000 wird durch folgende Anwendungseigenschaften gekennzeichnet:

- Die Programmierung der AP erfolgt in einer komfortablen problemorientierten Programmiersprache (die gleichfalls mit PEPS 4000 bezeichnet worden ist), die besonders für das Verknüpfen vorgefertigter Programmbausteine (der problemorientierten Prozeduren, abgekürzt **PO- Prozeduren**) ausgelegt ist. Es ergibt sich damit eine kompakte und problemnahe Programmierweise, die es gestattet, einen großen Mitarbeiterkreis, der mit den zu bearbeitenden Problemen vertraut ist, mit hoher Effektivität in die Programmierarbeiten einzu-beziehen.
- Für die generierten Programme wird eine hohe Effektivität bezüglich Speicherplatz und Rechenzeit erreicht durch
 - Programmierung der vorgefertigten Bausteine in der Assemblersprache
 - gute Anpassungsfähigkeit der Bausteine an die konkret zu lösende Aufgabe
 - sinnvolle Einschränkung des Leistungsumfanges der problemorientierten Sprache PEPS 4000 gegenüber universelleren Programmiersprachen wie FORTRAN und ALGOL
 - Möglichkeit des Einfügens von Befehlsfolgen in der Assemblersprache direkt in das PEPS- Programm
- In PEPS- Programmen können neben den PO- Prozeduren auch SYPS- Unterprogramme und FORTRAN-Unterprogramme aufgerufen werden
- Arbeitsstufen, die bei konventioneller Programmierweise beträchtlichen Aufwand erfordern, werden in der Generierungsphase selbsttätig vom Rechner ausgeführt (z.B. Modifikation der Bausteine entsprechend der konkreten Aufgabenstellung, Test der Bausteinkopplungen auf Verträglichkeit, Anpassung der generierten Programme an die jeweils verwendeten Rechner und Steuerprogramme, Dokumentation der generierten Programme)

- Spezielle Teile von PEPS 4000 gestatten eine rationelle daten- und programmtechnische Verkopplung von AP zu kompletten AP-Systemen für die Lösung von Echtzeitaufgaben
- Für AP, die in PEPS programmiert sind, kann rechnergestützt eine aussagekräftige Dokumentation erzeugt werden, in die auch der Inhalt der verwendeten Programmbausteine einbezogen ist
- Die umfangreichen methodischen Unterlagen des Programmiersystems geben dem Anwender wirksame Unterstützung beim Entwurf von AP und AP-Systemen, bei der Algorithmisierung von Teilalgorithmen und bei der programmtechnischen Umsetzung der Algorithmen.

Abbildung 4: Arbeitsstufen einer bausteinorientierten Programmerarbeitung



Das Grundprinzip der Generierung von Applikationsprogrammen ist in Abbildung 5 dargestellt. Vom Übersetzungsprogramm PEPU werden entsprechend den in der Programmiersprache PEPS 4000 notierten Quellenprogrammen unter Verwendung von in Bibliotheken bereitgestellten vorgefertigten Programmbausteinen Applikationsprogramme in der Assemblersprache MSYPS 4000 oder MSYPS 4200 erzeugt.

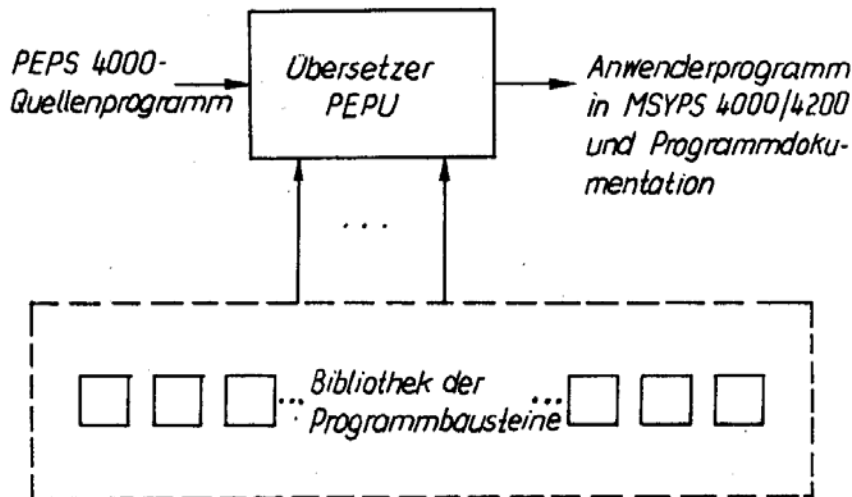


Abbildung 5: Generierung von Applikationsprogrammen mit dem Programmiersystem PEPS 4000

Die von **ROBOTRON** bereitgestellte **Bausteinbibliothek** von PEPS 4000 umfasst im Jahre 1973 ein Grundsortiment von ca. 100 problemorientierten Prozeduren. Sie ist eine offene Bibliothek, d.h., es wird davon ausgegangen, dass bei Realisierung von konkreten Einsatzfällen mit Hilfe der POS 4000 weitere multivalent einsetzbare PO-Prozeduren entstehen und in diese Bibliothek übernommen werden.

Die Bausteinbibliothek ist wie folgt in **Teilsysteme und Aufgabengebiete** gegliedert :

Teilsystem Zentrale Prozeduren

Aufgabengebiet Kommunikation

PO-Prozeduren:

KOMU Kommunikation zwischen Bediener und AP-System über Bedienschreibmaschine

ZEI Zeichnen von Funktionen

Aufgabengebiet Sortieren

PO-Prozeduren:

DAMA Datenmatrix einlesen

STAL Steuerlochband einlesen

SORT Sortieren, Aufbauen und Verändern Zeilenorientierter Felder von nicht automatisch erfassbaren Daten

Teilsystem Primärverarbeitung

Aufgabengebiet Signalanalyse

PO-Prozeduren:

KOFU	Berechnung von Korrelationsfunktionen nach einem Näherungsverfahren
KORE	Berechnung von Korrelationsfunktionen
SPEK	Berechnung der Spektraldichte
MIFE	Berechnung des mittleren quadratischen Fehlers

Teilsystem Direkte Digitale Regelung und Steuerung (DDC)

Aufgabengebiet Regelung

PO-Prozeduren:

RA	Regelung
RU	Regelung Echtzeitbedienung

Aufgabengebiet Steuerung

PO-Prozeduren:

SA	Steuerung
SU	Steuerung Echtzeitbedienung

Aufgabengebiet Steuerwertausgabe

AFR	Einfache Regelung
AGF	Sollwertführung
AGA	Analogausgabe
AGI	Inkrementalausgabe
AGB	Digitalausgabe

Aufgabengebiet Entwurf von Regelungen

KULI	Identifikation nach Kulik
ASTR	Identifikation nach Aström
ASW	Signalaufbereitung
TEPS	Toleranzzeitberechnung
EXT	Extremwertberechnung
VRF	Auswertung von Zeitfolgen
EING	Eingabe
VMZB	Vorbereitung Standardvariante MZB
VQST	Vorbereitung Standardvariante QST
ZMZB	Zielfunktion Standardvariante MZB
ZQST	Zielfunktion Standardvariante QST
VIET	Vietascher Wurzelsatz
PBZ	Partialbruchzerlegung
SORT	Polsortierung
FALT	Faltungssumme
ZERL	Polzerlegung

VQSZ	Vorbereitung Standardvariante QSZ
ZQSZ	Zielfunktion Standardvariante QSZ
SPAP	Spektraldichteapproximation
VQRF	Vorbereitung Standardvariante QRF
ZQRF	Zielfunktion Standardvariante QRF
GROB	Suchverfahren ohne Beschränkung
GRMB	Suchverfahren mit Beschränkung
MULT	Polynommultiplikation
PADD	Polynomaddition
LART	Laplacerücktransformation
ZRT	z-Rücktransformation

Teilsystem Optimierung

Aufgabengebiet **Prozessdatenaufbereitung**

PO- Prozeduren:

BILA	Linearer Bilanzausgleich /Ausgleichmatrix
BILK	Linearer Bilanzausgleich /Wertekorrektur
WAUS	Werteauswahl
SAUS	Wertesatzauswahl
INPO	Interpolation
ZUWE	Zusammenstellung eines Wertesatzes

Aufgabengebiet **Modellermittlung**

PO- Prozeduren:

UMFO	Umrechnungsformeln
BEZE	Berechnung der Ziel- und Einflussgrößen
NNUL	Normalmatrix NULL setzen
NAKT	Normalmatrix aktualisieren
SPAN	Spezieller Ansatz
REKO	Regressionskoeffizienten und Reststreuung
NSUM	Normalmatrixsumme
MISK	Mittelwert, Streuung und Korrelationskoeffizienten

Aufgabengebiet **Statische Prozessanalyse und Optimierung**

PO- Prozeduren:

AKTU	Aktualisierung der Optimierungsaufgabe
ITER	Iterative Linearisierung
OPNO	Optimierungsaufgabe in Normalform
SIMP	Simplexverfahren
STEB	Steuergrößenbeschränkung

Aufgabengebiet **Modellnachführung**

PO-Prozeduren:

REKU	Rekursive Regression
MOTE	Modellbereichstest
ABSO	Nachführung des absoluten Gliedes

Aufgabengebiet **Test und Variantenvergleich**

PO-Prozeduren:

REAB	Restabweichung
REDU	Reduktion
BMAS	Bestimmtheitsmaße
PRES	Prüfwerte und Reststreuung

Teilsystem Simulation komplexer Steuerungssysteme (SKS)

Aufgabengebiet **Simulation von Signalen**

PO-Prozeduren:

ZZ	Generator für Gleichverteilte ganzzahlige Zufallszahlen
ZGL	Normierte Gleichverteilte Zufallszahlen
ZNOR	Normalverteilte Zufallszahlen
ZEXP	Exponentialverteilte Zufallszahlen
ZPOI	Poissonverteilte Zufallszahlen
BOOL	Boolesche Größen
DRIF	Lineare Funktion
DRIA	Driftfunktion
STOR	Determinierte Störfunktion
STOZ	Stochastische Störfunktion

Aufgabengebiet **Planung, Durchführung und Auswertung von Simulationsversuchen**

PO-Prozeduren:

PLO1	Parametervariation nach vollständigem Versuchsplan
PLO2	Parametervariation um einen Zentrumswert
AMST	Mittelwert und Standardabweichung
AVTL	Berechnung einer Häufigkeitsverteilung
AMAX	Bestimmung des Maximalwertes
AMIN	Bestimmung des Minimalwertes
KONV	Feststellung der Konvergenz eines diskontinuierlichen Prozesses

Aufgabengebiet **Erarbeitung von Prozessmodellen für die Simulation**

PO-Prozeduren:

PMVE	Prozessmodell eines kontinuierlichen statischen Prozesses vor der Prozessdatenerfassung
MLEG	Erweiterung eines Übertragungsmodells zu einem Modell 0ter Stufe
QUAP	Quasiparallele Abarbeitung ablaufender Prozesse

2.4. Anwendungsbeispiel für das Programmiersystem PEPS 4000

Die prinzipielle Anwendung von PEPS 4000 soll an einem Beispiel aus dem Teilsystem Statische Prozessanalyse und Optimierung (im folgenden mit TS Optimierung abgekürzt) demonstriert werden. Das Teilsystem Optimierung dient zur Rationalisierung der Einsatzvorbereitung und des Einsatzes der Prozessrechnersysteme PRS 4000 und KRS 4200/4201 zur experimentellen Prozessanalyse und optimalen Steuerung statischer Systeme.

Mit Hilfe des TS Optimierung kann der Anwender auf Basis des Programmiersystems PEPS 4000 die für den Einsatz des Rechners benötigten Algorithmen und Programme mit wesentlich geringeren Aufwand und in kürzerer Zeit entwerfen, herstellen und erproben, als das auf dem Wege der Assembler- oder Compiler-Programmierung möglich ist.

Mit dem Teilsystem Optimierung können Aufgabenstellungen aus folgenden Einsatzgebieten bearbeitet werden:

- a) Statische Prozessanalyse und statische optimale Steuerung technischer Prozesse in den Rechnerbetriebsarten
 - prozessgekoppelt geschlossener Betrieb
 - prozessgekoppelt offener Betrieb und
 - prozessparalleler Betrieb
- b) Statische Prozessanalyse und Optimierung in ökonomischen Prozessen vorwiegend im prozessparallelen Betrieb des Rechners
- c) Lösung von Identifikations- und Optimierungsaufgaben bei wissenschaftlich-technischen Rechnungen an statischen Systemen im prozessparallelen Betrieb des Rechners

Da die Aufgaben aus dem Einsatzgebiet a) hinsichtlich Komplexität und Schwierigkeitsgrad die höchsten Anforderungen an die Einsatzvorbereitung des Prozessrechners stellen, wurde das TS Optimierung primär für dieses Einsatzgebiet konzipiert. Dabei wurden weitgehend Erfahrungen aus Einsatzfällen genutzt, die in diesem Einsatzgebiet bis zu Beginn der 70er-Jahre in der DDR realisiert worden sind. Einsatzfälle des Einsatzgebietes a) lassen sich deshalb besonders vorteilhaft mit dem TS Optimierung bearbeiten.

Die Lösung der statischen Optimierungsaufgaben erfolgt auf der Grundlage eines quantitativen mathematischen Modells des zu optimierenden Prozesses. Da zur Ermittlung eines Prozessmodells der Rechner selbst sehr zweckmäßig verwendet werden kann, stehen innerhalb des TS Optimierung neben den Optimierungsverfahren besonders auch die Verfahren der experimentellen Prozessanalyse (abgestimmt auf die Bedürfnisse der statischen Optimierung) zur Verfügung.

Voraussetzung für eine gute Prozesssteuerung bzw. hinreichend genaue experimentelle Prozessanalyse sind fehlerfreie Prozessdaten. Aus diesem Grunde wurden in

das Aufgabenspektrum des Teilsystems umfangreiche Möglichkeiten für eine weitere Prozessdatenaufbereitung aufgenommen.

Die zur Verfügung stehenden programmtechnischen Unterlagen sind vorprogrammierte Programmbausteine, so genannte problemorientierte Prozeduren (PO-Prozeduren), die mit Hilfe der PO-Übersetzer PEPU 1 und PEPU 2 sehr rationell zu funktionsfähigen Applikationsprogrammen (AP) und AP-Systemen verknüpft werden können.

Durch die PO-Prozeduren selbst werden Teilaufgaben aus dem Aufgabenspektrum des TS Optimierung gelöst. Für die Lösung dieser Teilaufgaben wurden Algorithmen ausgewählt, die gute Anwendungseigenschaften (z.B. große Anwendungsbreite und hohe Effektivität) besitzen und in den meisten Fällen bereits in Prozessrechner-einsatzfällen erprobt worden sind. Um eine große Anwendungsbreite zu erreichen, werden für ausgewählte Teilaufgaben mehrere Lösungswege in Form von PO-Prozeduren zur Verfügung gestellt. Vom Anwender kann dann die PO-Prozedur ausgewählt werden, die den Anforderungen der speziellen Aufgabe am besten gerecht wird. Auf diese Weise lassen sich mit Hilfe des PO-Übersetzers durch Verkopplung der Teilalgorithmen effektive Gesamtalgorithmen zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen herstellen.

Die methodischen Unterlagen des TS Optimierung bieten eine wirkungsvolle Unterstützung bei der Einsatzvorbereitung durch

- Anleitungen zur Verwendung der programmtechnischen Unterlagen des TS Optimierung zur Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Aufgabenspektrum des Teilsystems mit ausführlichen Beispielen für typische Anwendungsfälle
- Erläuterungen zu theoretischen Grundlagen der in den PO-Prozeduren enthaltenen Algorithmen und Beschreibung ihrer Anwendungseigenschaften
- Hinweise zur Auswahl derjenigen Algorithmen (PO-Prozeduren) des TS Optimierung, die für die Lösung der speziellen Aufgaben des Anwenders am besten geeignet sind
- Anleitungen zur Bestimmung günstiger Werte für die vorgebbaren anwendungsspezifischen Parameter der ausgewählten Algorithmen und zur Programmierung und Einordnung ergänzender Teilalgorithmen
- Hinweise zur Beurteilung der mit den Algorithmen erzielten Lösungen.

Vom Anwender sind bei der Einsatzvorbereitung eines Prozessrechners zur experimentellen Prozessanalyse und statischen Optimierung im Allgemeinen folgende Aufgaben zu lösen:

- A1) Zusammenstellung der über den Prozess vorliegenden Informationen und Kenntnisse
- A2) Aufstellung des groben mathematischen Modells auf der Grundlage der vorhandenen Kenntnisse über den Prozess
- A3) Sammeln und Aufbereiten von Prozessdaten unter Einbeziehung passiver und aktiver Experimente am Prozess
- A4) Ermittlung eines mathematischen Prozessmodells auf der Grundlage des groben mathematischen Modells und der aufbereiteten Prozessdaten
- A5) Entwurf der Überwachungs- und Steuerungsalgorithmen
- A6) Programmierung der Algorithmen
- A7) Erprobung der Programme und Algorithmen im simulierten Betrieb einschließlich Durchführung und Test von Änderungen

- A8) Erprobung der Programme und Algorithmen am realen Prozess einschließlich Durchführung und Test von Änderungen

In Abhängigkeit von der dem Prozessrechner übertragenen Aufgabenstellung sind diese Aufgaben vom Anwender entweder alle oder nur zum Teil bei der Einsatzvorbereitung zu bearbeiten. Dabei sind manche Abschnitte wiederholt zu durchlaufen auf der Grundlage der ständig zunehmenden Kenntnisse über den Prozess und die Eigenschaften der Steuerungsalgorithmen.

Das mit dem TS Optimierung lösbare Aufgabenspektrum wurde auf diese Aufgaben und die genannte Arbeitsweise abgestimmt, es umfasst folgende Aufgabengebiete:

- G1) Prozessdatenaufbereitung
- G2) Modellermittlung
- G3) Modellnachführung
- G4) Statische Optimierung
- G5) Test und Variantenvergleich

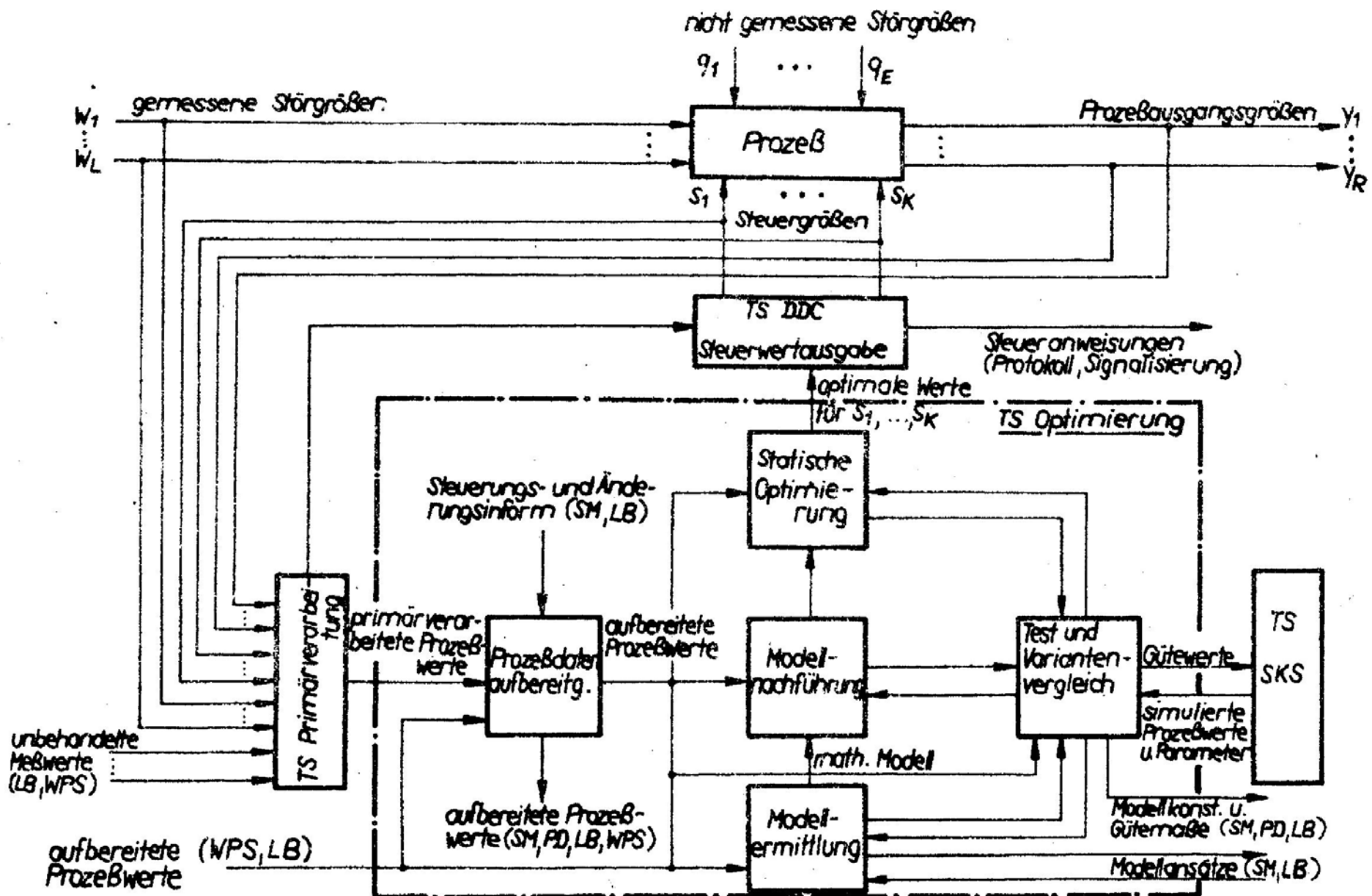
Diese Aufgabengebiete haben innerhalb des Aufgabenspektrums eine selbständige Bedeutung.

Abbildung 6 zeigt die Stellung des TS Optimierung im gesamten Prozesssteuerungssystem mit den im System und zum Prozess bestehenden Informationskopplungen. Das TS Optimierung umfasst **die** Aufgaben innerhalb des Prozesssteuerungssystems, die bei der Identifikation und Optimierung von Prozessen unmittelbar zu lösen sind.

Zur Lösung einer komplexen Aufgabenstellung aus dem Einsatzgebiet a) stehen neben dem TS Optimierung für die algorithmische Verkopplung mit dem Prozess die Teilsysteme Primärverarbeitung und Direkte Digitale Regelung und Steuerung (DDC) der POS 4000 zur Verfügung. Mit Hilfe des Teilsystems Simulation komplexer Steuerungssysteme (SKS) und den Mitteln des Aufgabengebietes G5 können die Aufgaben A5 und A7 bearbeitet werden. Die Wechselbeziehungen zwischen den Algorithmen des gesamten Prozesssteuerungssystems und dem Bedienungspersonal über die zur Verfügung stehenden peripheren Geräte können mit Hilfe des Teilsystems Zentrale Prozeduren realisiert werden.

Im Informationsflussbild Abb.6 wurden die Aufgabengebiete G1 bis G5 des TS Optimierung in ihrer gegenseitigen Verknüpfung dargestellt. Die Lösung einer komplexen Aufgabenstellung kann zwar die Benutzung der Hilfsmittel aller genannten Aufgabengebiete erfordern, jedoch sind die in den Aufgabengebieten liegenden Aufgabenstellungen zu verschiedenen Zeitpunkten zu bearbeiten. Die hierfür benötigten Algorithmen bzw. Programme müssen deshalb auch nicht alle zu gleicher Zeit auf dem Rechner verfügbar sein. In Abb.7 wurden typische Zielstellungen für die Einsatzvorbereitung des Prozessrechners zusammengestellt und diejenigen Aufgabengebiete zugeordnet, die für die zu lösenden Teilaufgaben entsprechende Algorithmen (PO-Prozeduren) enthalten.

Abbildung 6: Informationsflussbild zum Teilsystem Optimierung



typische Zielstellungen der Einsatzvorbereitung	Die typischen Zielstellungen benutzen Algorithmen aus folgenden Aufgabengebieten:				
	Prozeßdaten- aufbereitung	Modeller- mittlung	Modellnach- führung	Statische Optimie- rung	Test u. Varianten- vergleich
Z1 Programme für optimale Prozeßsteuerung	x	-	x	x	-
Z2 Programme für experimen- telles Prozeßanalyse	x	x	-	-	-
Z3 Programme für Prozeß- datenaufbereitung	x	-	-	-	-
Z4 Programme für Test u. Variantenvergleich von Prozeßmodellen	x	x	-	-	x
Z5 Programme für Test u. Variantenvergleich von Optimierungsalgorithmen	x	-	x	x	x
Z6 Programme für den Entwurf günstiger Parameter für Modellnachführung	x	-	x	-	x

Abbildung 7: Zuordnung der Aufgabengebiete des TS Optimierung zu typischen Zielstellungen der Einsatzvorbereitung

Bei Aufwandsabschätzungen (Speicherplatzbedarf) ist zu beachten, dass von den genannten Zielstellungen in der Regel die Zielstellung z1 diejenige ist, die für den Dauerbetrieb des Rechners in Frage kommt. Die Zielstellungen z2 bis z6 stehen in der Entwurfs- und Testphase des Programmsystems für den Dauerbetrieb und sind in Abhängigkeit von den Anforderungen an die Rechnersteuerung in den einzelnen Entwurfsetappen zu bearbeiten. Die zugehörigen Programme müssen also während des Dauerbetriebes nicht im Rechner verfügbar sein.

Die für die Aufgabengebiete G1 bis G5 zur Verfügung stehenden PO- Prozeduren und methodischen Unterlagen des TS Optimierung werden in Abb.8 angegeben.

Teilsystem Stat. Prozeßanalyse und Optimierung					
programmtechn. Unterlagen für folgende Aufgabengebiete:					methodische Unterlagen
Prozeßdaten- aufbereitung	Modell- ermittlung	Modellnach- führung	statische Optimierung	Test u. Varianten- vergleich	
ZUOR	UMFO	MOTE	AKTU	BMAS	Beschreibung des TS OPT
BILA	BEZE	ABSO	STEB	PRES	Meth. Unterlage zur Prozeßdatenaufbereitung
BILK	NNUL	REKU	OPNO	REDU	Meth. Unterlage zur Modellermittlg. u. zum Test von Modellen
WAUS	NSUM	(REKO)	OPAL	REAB	
SAUS	NAKT		SIMP	PMON	Meth. Unterlage zur Modellnachführung
WERS	SPAN		ITER		
INPO	REKO		GRAL		
ZUWE	MISK		GRAN		Meth. Unterlage zur stat. Optimierung u. zum Test v. Opt.-Alg.
	MAUS (REKU)				

Abbildung 8: Problemorientierte Prozeduren des TS Optimierung

Programmbeispiel aus dem Aufgabengebiet Modellermittlung und Test von Prozessmodellen

Die verfügbaren Algorithmen und PO- Prozeduren unterstützen die Ermittlung von quantitativen statischen Prozessmodellen mit Hilfe der experimentellen Prozessanalyse sowie die Überprüfung der Genauigkeit der gewonnenen Modelle.

Das Prozessmodell kann durch explizite Modellbeziehungen

$$y_1 = g_1(s_1, \dots, s_k; w_1, \dots, w_l)$$

.....

$$y_r = g_r(s_1, \dots, s_k; w_1, \dots, w_l)$$

oder implizite Modellbeziehungen

$$F_1(y_1, \dots, y_r; s_1, \dots, s_k; w_1, \dots, w_l) = 0$$

.....

$$F_n(y_1, \dots, y_r; s_1, \dots, s_k; w_1, \dots, w_l) = 0$$

dargestellt werden, wobei mit

s_i die Steuergrößen

w_i die gemessenen Störgrößen und

y_i die Ausgangsgrößen

des Prozesses bezeichnet werden.

Bei der experimentellen Prozessanalyse werden unter Benutzung zusammengehöriger gemessener Werte dieser Prozessgrößen in der Regel mit Hilfe statistischer Verfahren Modellbeziehungen bestimmt, die den Prozess mit hinreichender Genauigkeit beschreiben.

Mit den Mitteln des Aufgabengebietes können auch Modelle, die durch theoretisch – physikalische Ableitungen gewonnen worden sind, einem Test auf Übereinstimmung mit dem Prozess unterzogen werden.

Im Beispiel werden zur Modellermittlung und den Test des Prozessmodells die **PO-Prozeduren** BEZE, SPAN, NNUL, NSUM, NAKT, REKO, REKU, BMAS, PRES, MISK, REAB, REDU, PMON, MAUS und UMFO eingesetzt.

Für die Vorgehensweise zur Modellermittlung mittels experimenteller Prozessanalyse gilt das in Abb.9 dargestellte verallgemeinerte Ablaufschema.

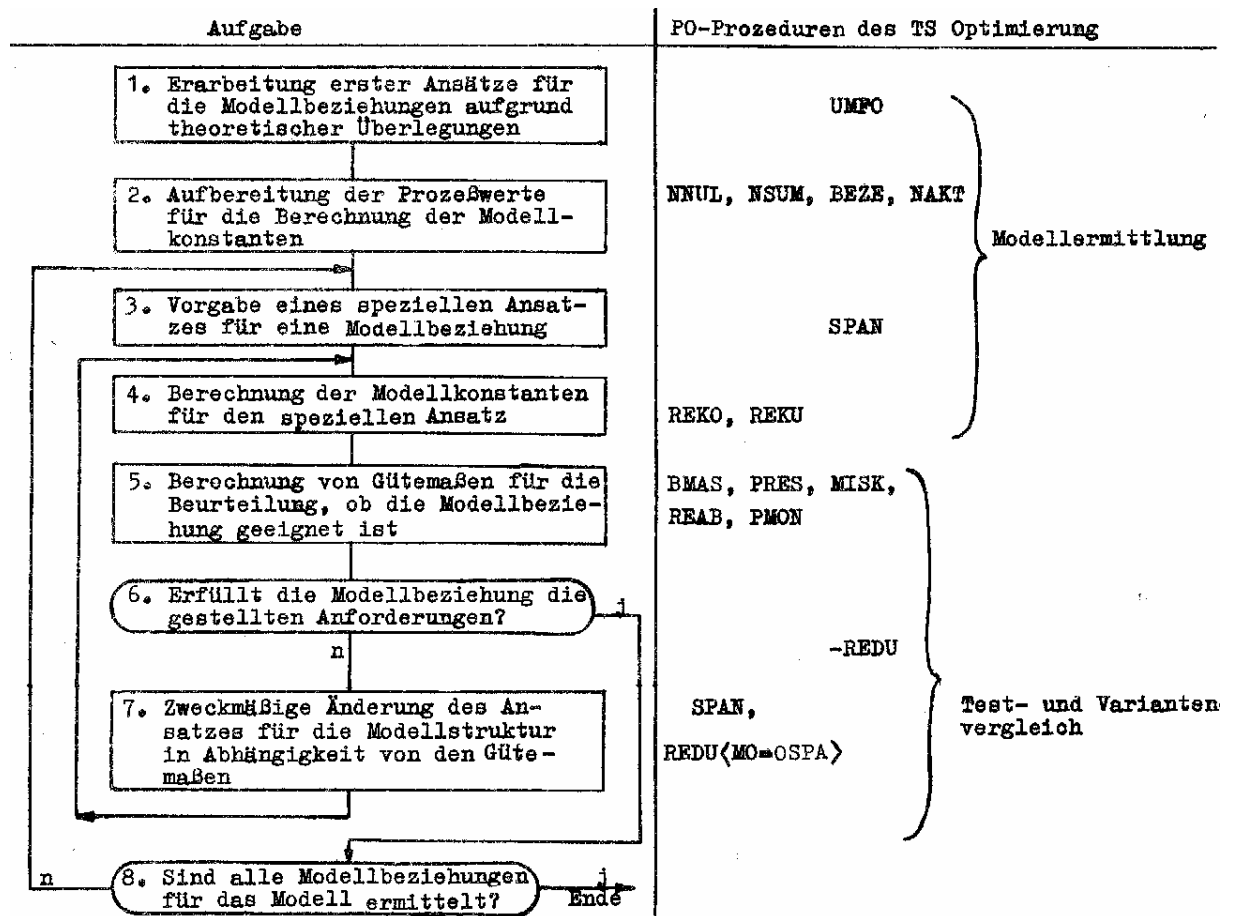


Abbildung 9: Ablaufschema für die Ermittlung von Prozessmodellen

Abb.10 zeigt den Programmablaufplan für ein Applikationsprogramm (MOKO genannt) zur Berechnung von Modellkonstanten aus einer bereitgestellten Normalmatrix mit Hilfe des Verfahrens der linearen Regression für eine Modellstruktur bestehend aus 17 Modellbeziehungen. Zur Lösung der Teilaufgaben werden die vorstehend genannten vorgefertigten Programmbausteine des Aufgabengebietes Modellermittlung eingesetzt.

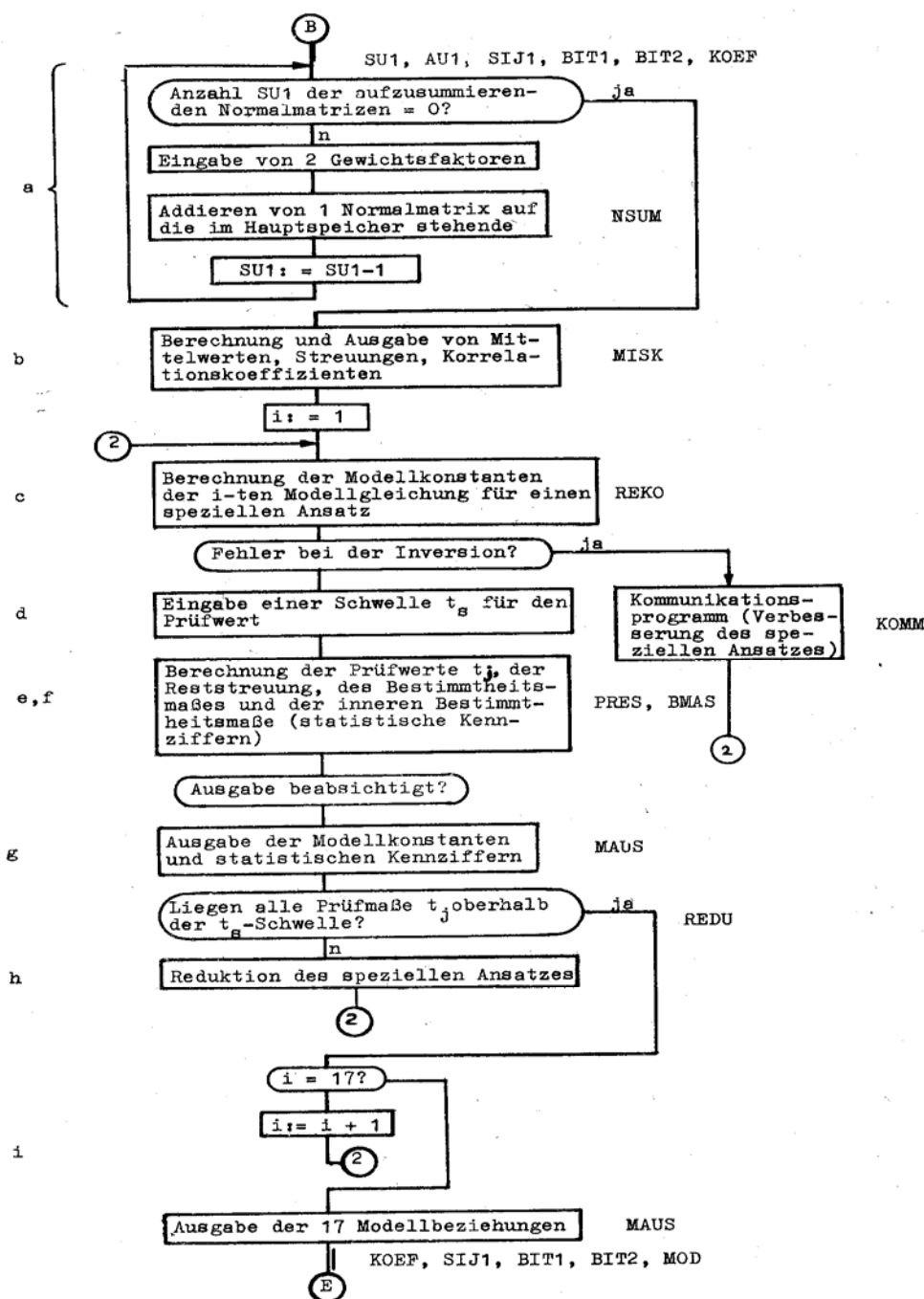


Abbildung 10: Programmablaufplan für ein AP zur Ermittlung der Modellkonstanten

Mit Hilfe des Programmiersystems PEPS 4000 können die genannten PO- Prozeduren zu einem unter dem Steuerprogrammssystem ESKO 4000 ablauffähigen Applikationsprogramm MOKO verknüpft werden. Die aus dem Programmablaufplan abgeleitete Notation des für die Übersetzung mit PEPU 4000 erforderlichen Quellenprogrammes zeigt Abb.11.

PEPS-4000-Notation des AP MOKO zur Ermittlung der Modellkonstanten, der statistischen Maßzahlen und der Modellstruktur

```

* AP : MOKO <EK 32> ;
* IG : N/I, GF / RGFD (34), TWER (34), BEST, INBE (33), MIWE (50), STR (50), KORR (1225),
      G / G1, G2
* AG : N / SU1, AU1, MOD, GF / SIJ1, BIT1, BIT2, KOEF (51,17)
* TS/OPT ;
  WEIT : * WENN: SU1 = 0 * DANN: * SPRUNG: ANF;
* GERAET: SE1, SA1;
* AUS : 'NSUM : 2 GEW - FAKT.' ;
* EIN : G1, G2;
  NSUM (G1, G2, SIJ1, 1326, T, 'LL1');
  SU1 = SU1 - 1;
* GERAET: SE1, - ;
* SPRUNG : WEIT ;
  ANF: MISK (SIJ1, 1326, 50, MIWE, STR, KORR, 1225);
      MAUS (MIWE, 2, 50, 14, 6, 'PD G', 'GE', MITTELWERTE STREUUNGEN);
      MAUS (KORR, 49,49, 14, 6, 'PD D', 'GE', 'KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN');
* FUER : I=1 * BIS : 17 ;
* ZYKA : REKO (LIJ, 612, CIJ, 595, KORR, 2450, RGFD, 34, ABS, BIT1 (1,I), BIT2 (1,I), 4,
      KOEF (1,I), 51, SIJ1, 1326);
* WENN : BIT : 15 * VON : ABS = 0 * DANN: * SPRUNG:NOR1;
* AUS : 'INVERS.-FEHLER, ANS.-AEND., GLCHG'/I ;
* START : KOMM;
* SPRUNG : END;
NOR1: * AUS: 'T-SCHWELLE';
  * EIN: TS;
PRES (LIJ, 612, CIJ, 595, RGFD, 34, ABS, T, REST, TWER);
TPR = 0 ;
  * SPRUNG : BMA1 ;
RED1: REDU (MO = AUTO) (BIT1 (1,I),4, TS, LIJ, CIJ,612,595, RGFD,34, REST, T, TWER, TPR)
BMA1 : BMAS (LIJ,612,CIJ,595,RGFD,34,ABS,BEST,INBE) ;
  * WENN: AU 1=0 * DANN: * SPRUNG:NIAU;
MAUS (RGFD,3,34,14,6, 'PD G', 'GE'), 'RG-KOEFFIZ. ... T-WERTE.... B-MASS, INN.BMASS');
MAUS (REST, 1,1,14,6, 'PD G', 'RESTSTREUUNG');
NIAU: * WENN: TPR=0 * DANN : * SPRUNG: RED1;
  * ZYKE;
MAUS (KOEF, 17,51,14,6, 'PD G', 'GE', 'MODELLKOEFF. ');
MOD=1;
  * START:MOTE;
END: * ENDE;

```

Abbildung 11: Notation des für die Übersetzung mit PEPU 4000 erforderlichen Quellenprogrammes

2.5. Standardprogramme der POS 4000 (STAP 4000)

2.5.1. Generierbare Standardprogramme

Generierbare Standardprogramme bzw. generierbare Systeme von Standardprogrammen können maschinell oder von Hand in ihrem Leistungsumfang an die Anforderungen eines konkreten Einsatzfalles angepasst werden. Im Generierungsvorgang werden entsprechend den Vorgaben des Anwenders u. a. die erforderlichen Datenstrukturen aufgebaut und Parameter zur Steuerung des Programmlaufes gesetzt. Die POS 4000 enthalten generierbare Standardprogramme für folgende Aufgabengebiete:

- Messwerterfassung und – Primärverarbeitung

Programmsystem UNIMEP bzw. UNIMEP/P

UNIMEP ist ein universell einsetzbares Programmsystem zur automatischen Erfassung und Primärverarbeitung (z.B. Dimensionierung, Glättung) von am Prozess gemessenen Analog- und Digitalwerten mit dem Rechner ROBOTRON 4000 unter Regie des Steuerprogrammsystems ESKO 4000. Der Anwender notiert seine Forderungen an die Erfassung und Primärverarbeitung problemnah in Listenform (z.B. Messstellenlisten, tabellarische Angaben zu Verarbeitungsalgorithmen). Ein Generierungsprogrammsystem (GEPS) erzeugt anhand dieser Listen das an die konkrete Aufgabenstellung angepasste ablauffähige Programmsystem UNIMEP.

Für das Steuerprogrammsystem ESPO 4000 ist das Programmsystem UNIMEP/P einzusetzen. Es berücksichtigt die Besonderheiten des Plattenspeicherbetriebes.

Programmsystem MEPS

MEPS dient zur automatischen zyklischen Erfassung und Primärverarbeitung von Messwerten sowie zur Ausgabe von Steuerwerten mit dem Rechner ROBOTRON 4200 unter Regie des Steuerprogrammsystems ESKO 4200. Analog zu UNIMEP wird MEPS durch Generierung maschinell an die Aufgabenstellung des Anwenders angepasst. Reicht der Leistungsumfang von MEPS für die zu lösenden Aufgaben aus, kann es auch für den Rechner ROBOTRON 4000, ablauffähig unter ESKO 4000, generiert werden.

- Protokollierung im Echtzeitbetrieb

Programmsystem PROTOS

PROTOS dient zur Aufbereitung und Ausgabe von Protokollen an den Rechnern ROBOTRON 4000 unter der Regie kernspeicherorientierter Steuerprogrammsysteme. Die Anforderungen über Inhalt und FORM der Protokolle sind vom Anwender in einer verschlüsselten Form problemnah zu notieren. PROTOS verhindert durch eine zentrale Organisation der Ausgabe die wechselseitige Beeinträchtigung für das gleiche Ausgabegerät und vermittelt den Zugriff zu den mit UNIMEP erfassten und verarbeiteten Daten. Durch einen manuellen Generierungsvorgang erfolgt die Anpassung an die jeweils vorgesehene Gerätekonfiguration.

- Überwachung diskontinuierlicher Fertigungsprozesse

Das Programmsystem Fertigungsüberwachung (FÜ) dient zur Erfassung und Verarbeitung von Produktionsdaten mit den Rechnern ROBOTRON 4200/4201 unter Einsatz des Gerätesystems **darö 1600**. In einem maschinellen

Generierungsvorgang erfolgt die programmtechnische Umsetzung der vom Anwender vorgegebenen Datenstrukturen.

- Auswertung von Steuerwörtern
Das Generierungsprogramm STEW erzeugt nach formalisierten Angaben des Anwenders ein Applikationsprogramm, das entsprechend den in Steuerwörtern gesetzten Bits Maßnahmeprogramme aktiviert.

2.5.2. Nichtgenerierbare Standardprogramme

- Mathematische Standardprogramme (MAST)
Das Programmpaket MAST enthält Programme für die Aufgabenkomplexe
Funktionsanalyse
Matrixoperationen
Lösung linearer Gleichungssysteme
Interpolation und numerische Integration
Statistische Berechnungen
Lösung von Differentialgleichungen.
MAST gibt es in selbständigen Fassungen sowohl für ROBOTRON 4000 als auch für ROBOTRON 4200/4201. Alle MAST haben die programmtechnische Form von BUP-Unterprogrammen. Sie enthalten keine Ein- und Ausgaben.
- Standardprogramme für Prozesssteuerung (SPRO)
Das Programmpaket SPRO enthält Programme für die Aufgabenkomplexe
Primärverarbeitung von Messwerten
Ermittlung und Nachführung von Prozessmodellen
Lineare und nichtlineare Optimierung
Regelung
Simulationsuntersuchungen.
Es gibt sie als BUP-Unterprogramme und in ausgewählten Fällen auch als ablauffähige Applikationsprogramme mit realisierten Ein- und Ausgabefunktionen zur Kommunikation mit dem Anwender. Überschreiten die Anforderungen an die Applikationsprogramme den Standardaufgabenumfang, können durch Symboldefinition beim Assemblieren Anpassungen vorgenommen werden. SPRO existieren sowohl für ROBOTRON 4000 als auch für ROBOTRON 4200/4201.
- Ökonomische Standardprogramme (OEST)
Das Programmpaket ÖST enthält Programme zur
Berechnung Vorgangsnummerierter Netzpläne nach PERT
Lösung des Rundfahrproblems nach Habr/Vogel
Allgemeine Transportprobleme unter Berücksichtigung von Beschränkungen
Lösung des Standortproblems für Zwischenlager

Sortieren und Mischen von Dateien, die im Hauptspeicher, auf Lochband oder/und auf Magnettrommelspeicher vorliegen.

3. Literatur

- [1] Weise, L.: Das Prozeßrechnersystem PRS 4000 , Rechentechnik Datenverarbeitung 1971, Heft 10, S. 28-31
- [2] Schmieder, F.: Stand der Gerätetechnik und Anwendung des Kleinrechnersystems robotron 4201, Neue Technik im Büro 1978, Heft 3, S. 68-71
- [3] Urlaub, H. ; Köckritz, J.: Die maschinenorientierten Systemunterlagen des PRS 4000, Rechentechnik Datenverarbeitung 1971, Heft 10, S. 35-40
- [4] Gerhardt, J.: Maschinenorientierte Systemunterlagen des Kleinrechnersystems KRS 4200 , Neue Technik im Büro 1974, Heft 2, S. 42-47
- [5] Willem, H.: Stellung und Aufgaben des Prozessrechners im komplexen Automatisierungssystem, Rechentechnik Datenverarbeitung, 2. Beiheft 1971, S. 2-15