

**Projekt Prozeßlenkung mit  
DV-Anlagen**

**PDV-Berichte  
1/1971**

**Gesellschaft für  
Kernforschung mbH, Karlsruhe**

Mit dem vorliegenden Heft beginnt die Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe, eine Berichtsreihe im Rahmen des Projektes Prozeßlenkung mit DV-Anlagen. Die "PDV-Berichte" werden die im Projekt gewonnenen Ergebnisse dokumentieren

Die vorliegende erste Nummer enthält eine Studie zum 2. DV-Förderungsprogramm der Bundesregierung, erstellt von der VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik als Begründung und erste Zielsetzung des Projektes.

Die Veröffentlichung des authentischen Schriftstückes erfolgt mit der freundlichen Genehmigung des Vorsitzenden der Fachgruppe, Herrn Dr. Syrbe.

Karlsruhe, 28.10.1971

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG  
Projekt Prozeßlenkung mit DV-Anlagen

Studie zum 2. DV-Förderungsprogramm

Teilgebiet: Erschließung neuartiger Anwendungen

hier: Prozeßregelung mit Datenverarbeitungsanlagen

<u>Inhalt:</u>	Seite
1. <u>Einführung</u>	1
2. <u>Ausgangslage</u>	2
2.1 Stand der Technik	2
2.2 Bedeutung des Prozeßrechnereinsatzes	4
2.3 Ursachen von Rückständigkeit	4
2.4 Vergleich mit anderen Ländern	6
3. <u>Bewertung der Ausgangslage</u>	9
3.1 Volkswirtschaftlicher Einfluß der Prozeßregelung mit DVA	9
3.2 Abhängigkeit vom Ausland, Konkurrenzfähigkeit der Wirtschaft	10
3.3 Lösungsweg	10
4. <u>Konkrete, ungelöste Probleme des Einsatzes von Prozeßrechnern, Forschungs- und Entwicklungsaufgaben</u>	11
4.1 Systemanalyse, Prozeßführung	11
4.2 Gerätetechnik	13
4.3 Programmierung	14
4.4 Kommunikationssysteme in Prozeßwarten	16
5. <u>Arbeitsplan und Mittelbedarf</u>	18
6. <u>Abwicklung</u>	20
7. <u>Anhang</u>	21

## 1. Einführung

Prozeßrechenanlagen - im folgenden auch kurz Prozeßrechner genannt - werden zur Informationsgewinnung aus sowie Überwachung und Führung von Prozessen eingesetzt. Prozeßrechner bilden eine spezielle Gruppe von Datenverarbeitungsanlagen, die insbesondere durch die Eigenschaft gekennzeichnet sind, über Meßfühler und Stellgeräte direkt mit dem Prozeß gekoppelt zu sein und alle Prozeßereignisse zeitgerecht zu verarbeiten.

Die Aufgaben eines Prozeßrechners bei den verschiedensten Anwendungen sind im wesentlichen folgende:

Erfassen, Umformen, Überwachen, Anzeigen und Protokollieren von Prozeßdaten.

Steuern, Regeln und Optimieren der Prozesse.

Man unterscheidet 4 wesentliche Anwendungsgebiete der Prozeßrechner:

### 1. Verfahrenstechnische Prozesse

Kennzeichen:

Die Güter werden kontinuierlich oder chargenweise erzeugt. Aufgaben und Lösungswege werden vorwiegend bestimmt durch physikalische und chemische Vorgänge.

Typische Industriezweige:

Chemische Industrie, Erdölindustrie, Hüttenindustrie, Energieerzeugung, Papierindustrie, Zementwerke usw.

### 2. Fertigungsprozesse

Kennzeichen:

Die Güter werden einzeln erzeugt. Aufgaben und Lösungswege werden vorwiegend bestimmt durch mechanische Bearbeitung und Disposition.

Typische Industriezweige:

Maschinenbau (insbesondere Automobilindustrie), Elektroindustrie usw.

### 3. Verteilungsprozesse

Kennzeichen:

Objekte werden verteilt und ggf. gelagert. Aufgaben und Lösungswege werden vorwiegend bestimmt durch Objektverfolgung, Disposition und Abrechnung.

Typische Prozesse:

Lagerhaltung und Versand, Energieverteilung, Verkehr und Nachrichtenvermittlung usw.

### 4. Meß- und Prüfprozesse

Kennzeichen:

Ein Objekt wird untersucht. Aufgaben und Lösungswege werden vorwiegend bestimmt durch Gewinnung von Information über Eigenschaften und Funktion des Objekts.

Typische Prozesse:

Prüffeldtest, Erprobungen und Experimente, u.a. bei chemischen und kernphysikalischen Anlagen, bei Luft- und Raumfahrt-erprobungen.

Die Unterstützung des Arztes bei der Diagnose und die Intensivüberwachung von Patienten sind gleichartige Aufgaben, die jedoch im Rahmen dieser Stellungnahme nicht behandelt werden.

## 2. Ausgangslage

### 2.1 Stand der Technik

Prozeßrechner werden eingesetzt

- wenn nur sie eine Problemlösung erlauben,
- als Ergänzung und
- als Ersatz der konventionellen Meß- und Automatisierungseinrichtungen.

Steht man vor der Entscheidung, ob man einen Prozeßrechner einsetzen soll, so sind die wesentlichen Fragen:

- Erzwingt die Problemstellung einen Rechner?
- Lohnt sich rein wirtschaftlich der Einsatz des Rechners?
- Ist der Rechner zuverlässig genug, um ihm die Prozeßlenkung zu übertragen?

Prozeßrechner werden für verfahrenstechnische Prozesse am häufigsten eingesetzt (s. Tab. 2, S. 22 ). Sie erfüllen dabei in überwiegendem Maße die Aufgaben der Prozeßüberwachung und der Prozeßerkennung. Weitergehende Funktionen wie Regeln, Steuern und Optimieren der Prozesse sind in vergleichsweise wenigen Fällen ausschließlich dem Prozeßrechner übertragen. Dafür gibt es zwei Ursachen: Prozeßrechner haben bezüglich der Erfordernisse komplexer Prozesse noch eine zu geringe Zuverlässigkeit. Für den Störfall im Prozeßrechner müssen zusätzliche Mittel zur Prozeßführung bereitstehen. Zum anderen sind zur Erstellung eines zur Prozeßführung geeigneten Programms sowie eines zur Prozeßoptimierung geeigneten Prozeßmodells mangels allgemein verwendbarer Lösungsmethoden sehr große Leistungen zu erbringen.

Dernach der Anzahl der installierten Prozeßrechner nächstbedeutende Anwendungsbereich umfaßt die Meß- und Prüfprozesse in der Fertigungskontrolle und für umfangreiche Analyse- und Experimentieraufgaben. Der Prozeßrechner wertet die Prüf- (Experimentier-)daten aus und steuert die Meßeinrichtungen und den Funktionsablauf. Diese Prozesse sind schnell veränderlich. Eine weitere Hauptforderung an einen Prozeßrechner ist für diesen Anwendungsfall die Fähigkeit, auf ein Ereignis im Prozeß innerhalb kürzester Zeit eine erarbeitete Reaktion zur Beeinflussung des Prozeßablaufs oder des Datenerfassungsprogramms abzugeben.

In Fertigungs- und Verteilungsprozessen kommen noch zusätzlich die Aufgaben der Objektverfolgung, der Identifizierung von Teilen und Teilepositionen im Prozeß hinzu. Insbesondere für das Anfahren oder Wiederanfahren eines Prozesses müssen die Probleme des Angleichens von tatsächlichem Prozeßzustand und dem Zustand des Prozeßabbilds im Prozeßrechner gelöst werden.

Für die zuletzt genannten drei Gruppen wirken sich im vermehrten Maße die noch zu überwindenden Schwierigkeiten aus, wie sie für verfahrenstechnische Prozesse genannt wurden. Sie lassen sich in folgenden Feststellungen zusammenfassen:

- Beschränkte Kapazität an Wissenschaftlern und Ingenieuren für die Analyse der Prozesse und die Programmierung.
- Zu wenig allgemein verwendbare Methoden, Programme, Systeme.
- Nicht ausreichende Zuverlässigkeit der Prozeßrechner.
- Zu hohe Kosten.

## 2.2 Bedeutung des Prozeßrechnereinsatzes

Die Entwicklung führt zu immer größeren und komplexeren Produktionseinheiten, deren Betriebsergebnisse entscheidend von einer optimalen Führung der Prozesse abhängen. Prozeßrechenanlagen ermöglichen es, durch die Aufnahme und Verarbeitung vieler Meßgrößen Kriterien für die Prozeßführung zu bilden, die dem Betriebspersonal mit herkömmlichen Automatisierungsmitteln nicht oder nur mit sehr großem gerätetechnischen Aufwand zur Verfügung gestellt werden könnten. Der Prozeßrechner ermöglicht also eine wirtschaftlichere Fahrweise der Prozesse. Andererseits werden bei der Auslegung der Prozesse heute die Fähigkeiten und Eigenschaften der automatischen Prozeßsteuerung als sehr hochwertig vorausgesetzt. Immer häufiger sind deshalb neu entwickelte Anlagen und Verfahren ohne Prozeßrechner nicht mehr zu betreiben. Das gilt sowohl für Fertigungsanlagen, Anlagen der Verfahrenstechnik, Experimentieranlagen und Prüfeinrichtungen wie auch für Transportanlagen. Von den Automatisierungskosten - 5 bis 20 % der Anlagekosten - wird dann ein erheblicher Anteil auf die Prozeßrechner entfallen. Dies zur zukünftigen Bedeutung des Prozeßrechner - Marktes.

## 2.3 Ursachen von Rückständigkeit

Die geschilderten Schwierigkeiten haben im einzelnen folgende Ursachen:

Die Methoden und Verfahren zur Gewinnung und Beschreibung der Aufgabenstellung für eine Prozeßrechenanlage sind sehr aufwendig. Für jedes zu realisierende Prozeßrechnerprojekt wird daher ein hoher Aufwand an Ingenieurarbeiten zur Systemanalyse erforderlich. Für die Realisierung des spezifischen Anwenderprogrammsystems können weiterhin Standardprogramme nur in viel

zu geringem Umfang eingesetzt werden. Große Teile des Anwenderprogramm-systems müssen projektspezifisch erstellt werden. Diese werden weitgehend in Assemblersprache geschrieben. Eine höhere Programmiersprache für diese Anwendungen ist erst im Ansatz vorhanden. Dadurch bedingt werden die Programmier- und Testarbeiten sehr zeitaufwendig. Die Erstellung der Anwenderprogramm-systeme muß in großem Umfang vom Hersteller der Prozeßrechen-anlage durchgeführt werden. Damit werden beim Hersteller große Ingenieurkapazitäten gebunden, die für die Weiterentwicklung der Prozeßdatenverarbeitung dringend benötigt würden.

Die Ursachen für den vergleichsweise seltenen Einsatz von Prozeßrechnern zur optimierenden Führung von Prozessen ist in den hohen Aufwendungen für die Entwicklung eines Prozeßmodells zu suchen.

Prozeßrechner können die herkömmlichen Automatisierungseinrichtungen wie Regler und Steuerungen nicht vollständig ersetzen. Die Wahrscheinlichkeit für einen Prozeßrechnerausfall und damit eines Betriebsstillstandes im Prozeß ist bei den heute verfügbaren Prozeßrechnern noch zu hoch. Die zur Lösung dieses Problems benötigte Technik redundanter Prozeßrechen-systeme ist noch nicht ausreichend entwickelt.

Der Anschluß von Meßfühlern und Stellgliedern am Prozeßrechner ist heute aufwendig. Während die Kosten für Zentraleinheiten und Arbeitsspeicher spürbar fallen, steigen diese Anschlußaufwendungen sogar an. Durch besser an Rechner angepaßte Fühler, Übertragungssignale, Rechnerkanäle und Stellglieder müssen billigere Lösungen eingeführt werden.

Verfahren und Einrichtungen zum Austausch von Informationen zwischen Prozeßrechnern und dem Bedienungspersonal sind heute noch unzureichend. Der Prozeßrechner könnte bei einer den Fähigkeiten des Menschen besser angepaßten Bedienungsnahtstelle das prozeßführende Personal in weitaus stärkerem Maße als bisher üblich unterstützen.

Letzlich wäre in diesem Zusammenhang die Personalsituation zu nennen. Für die Projektierungs- und Entwicklungsarbeiten fehlt

eine große Anzahl vorwiegend jüngerer Ingenieure, die in der Lage sind, auf dem Gebiet der Prozeßdatenverarbeitung zu arbeiten und gleichzeitig ein Teilgebiet der Anwendung überblicken. Da die meisten regelungstechnischen Hochschulinstitute heute noch nicht über Prozeßrechner verfügen, sind auch während der nächsten Jahre beträchtliche Schwierigkeiten zu erwarten. Von dem Informatik-Förderungs-Programm ist nur teilweise eine Entlastung zu erhoffen, da die Informatik-Ausbildung an den meisten Hochschulen überwiegend an der reinen Datenverarbeitung orientiert ist und die anwendungstechnische Ausbildung dagegen stark zurücktritt.

#### 2.4 Vergleich mit anderen Ländern

Ein Vergleich des Entwicklungsstandes der Prozeßdatenverarbeitung kann sich auf die Länder USA, England und Japan beschränken. Statistisches Material über die Anzahl, Branchenverteilung und Einsatzarten der Prozeßrechner steht nur beschränkt zur Verfügung und ist nur schwer miteinander vergleichbar, da beispielsweise eine Abgrenzung der Prozeßrechner gegen technisch-wissenschaftliche Rechner nicht einheitlich vorgenommen wird. Neben einem Vergleich der Herstellerländer wird ein Überblick über die Anwendungsgebiete der installierten Prozeßrechner gegeben. Diese Angaben wurden aus einer Veröffentlichung der Zeitschrift Control Engineering vom Juli 1968 entnommen. Neuere ähnlich aufschlußreiche Übersichten über den Prozeßrechnermarkt sind nicht bekannt (Tabellen 1, 2 und 3 auf S.21, S.22 und S.23).

##### USA

Mit großem Abstand führender Hersteller von Prozeßdatenverarbeitungsanlagen sind die USA. Die am Markt befindlichen Anlagen sind von der Struktur her den in Deutschland entwickelten vergleichbar. Eine große Überlegenheit wird durch den modernen technischen Aufbau und die damit erzielbaren Leistungen und überlegenen Preis/Leistungsverhältnisse erzielt.

Es werden große Anstrengungen zur Entwicklung einer höheren Programmiersprache zur Formulierung von Prozeßrechenprogrammen gemacht (Workshop on Standardization of Industrial Computer Languages, Purdue University).

Neben den Betriebssystemen bieten die Hersteller standardisierte Anwenderprogrammsysteme für die Prozeßüberwachung, digitale Vielfachregelung und Steueraufgaben an.

Projektierungsarbeiten werden häufig von selbständigen Planungsbüros im Auftrag des Betreibers der Anlage durchgeführt.

Alle namhaften Prozeßrechnerhersteller erhalten bedeutende, staatliche Mittel für ihre Forschungsprogramme, insbesondere durch Beteiligung an militärischen und Raumfahrt (NASA)-Vorhaben. Die dort gewonnenen Ergebnisse kommen sehr schnell dem zivilen Markt zugute. Schwerpunkte der weiteren Entwicklung werden nach unserer Einschätzung sein:

Modular redundante Prozeßrechner in hochintegrierter Technik,

digitale oder quasidigitale Meßfühler mit einem rechnerangepaßten Ausgangssignal.

(Derartige Systeme werden in der Weltraumfahrt und zum Teil auch in der Luftfahrt bereits eingesetzt.)

Höhere Programmiersprachen für Prozeßdatenverarbeitung.

Amerikanische Prozeßrechner dominieren auf allen Märkten, ausgenommen England, Japan und die Bundesrepublik. Dort haben die einheimischen Hersteller merkliche Marktanteile errungen. Die Haupteinsatzgebiete sind Energieerzeugung und -verteilung, Chemie und Petrochemie, Hüttenwerke, Weltraumtechnik und Forschung.

#### England (UK)

Zweites in der Liste der Herstellländer von Prozeßrechnern ist England. Englische Firmen sind mit mehreren Jahren Vorsprung gegenüber Deutschland mit sehr leistungsfähigen, in moderner Technologie aufgebauten Prozeßrechnern am Markt erschienen. Auch hier waren die Prozeßrechner das Nebenprodukt einer im Auftrag des Staates durchgeführten Entwicklung. Die Anfangserfolge waren beträchtlich. Wie aus der Statistik z.B. des Jahres 1968 zu entnehmen ist, war zu dieser Zeit die Firma English Electric nach der amerikanischen Firma General Electric der Welt zweit-

größter Hersteller von Prozeßrechnern, unter den 8 größten Herstellern sind 5 amerikanische und 3 englische Firmen. Englische Prozeßrechner sind für uns eine große Konkurrenz, insbesondere in den Ostblockländern.

### Japan

Die japanische Rechnerindustrie ist in einem schnellen Aufbau. Modernste Technologien werden eingesetzt. Erfolge mit Prozeßrechnereinsätzen in Japan sind bekannt. In letzter Zeit traten die japanischen Firmen auch außerhalb Japans (DDR, Südafrika) erfolgreich in Erscheinung, so daß in nächster Zeit eine ernsthafte internationale Konkurrenz zu erwarten ist. Die japanische Prozeßrechner-technik wurde in ihrem Aufbau durch den Schutz des einheimischen Marktes vor ausländischen Anbietern begünstigt.

### BR Deutschland

Innerhalb der BRD haben die einheimischen Firmen in den letzten Jahren zwar einen höheren Marktanteil an Prozeßrechnern erungen als er für kommerzielle Rechner erreichbar war, jedoch werden die laufend hohen Vorleistungen aufgrund der geschilderten Lücken nicht abgedeckt werden können und damit Verluste sein. Das Prozeßrechnergeschäft gliedert sich in ein Anlagen- und ein Geräteschäft. Die Stückzahlerfolge werden zu einem wesentlichen Teil durch das mit angebotene know how in der Automatisierung von technischen Prozessen erzielt. Im Geräteschäft - der Prozeßrechnerhersteller liefert dabei die Geräte und Basisprogramme, der Betreiber führt alle mit Einsatzvorbereitung zusammenhängenden Aufgaben in eigener Regie durch - haben deutsche Prozeßrechnerlieferer nur geringe Chancen. In diesen Geschäftsfällen werden vorwiegend Prozeßrechner modernster Technologie amerikanischen Ursprungs eingesetzt. Damit hat die deutsche Herstellindustrie einen schweren Stand gegenüber der US-Industrie:

- Die Entwicklung ausländischer Prozeßrechner, vor allem der US-Rechner, wird weitgehend direkt oder indirekt durch staatliche Aufträge finanziert.
- Den US-Herstellern steht für die Entwicklung ein wesentlich größeres und auch besser geschultes Personalreservoir zur Verfügung.

- Die gesamte elektronische Industrie in den USA ist durch die militärischen Aufträge und die NASA-Aufträge auf einem Zuverlässigkeits-Standard, der in der Welt sonst nirgends erreicht wird.
- Den US-Herstellern steht ein großer inländischer Markt zur Verfügung. Wegen der Preiswürdigkeit und Zuverlässigkeit ihrer Rechner sind ihre Chancen auch im übrigen westlichen Markt sehr gut. Sie erreichen aus diesen Gründen hohe Stückzahlen.

Die Lage der deutschen Anwenderindustrie unterscheidet sich infolge der vielfältigen Verknüpfungen mit den Problemen, insbesondere auch Entwicklungsproblemen, der Hersteller nicht sehr von deren Lage. Die Anwenderindustrie hinkt deshalb bezüglich des Einsatzes von Prozeßrechnern ebenfalls stark hinter der Anwenderindustrie der USA nach (siehe Tabelle 3, S. 23).

### 3. Bewertung der Ausgangslage

#### 3.1 Volkswirtschaftlicher Einfluß der Prozeßregelung mit DVA

Im Gesamt-Bruttosozialprodukt der BRD spielt das Bruttosozialprodukt der besonders automatisierungsintensiven Industrien und Dienstleistungsbetriebe eine ganz bedeutende Rolle. Einige Beispiele aus dem Jahre 1968:

Gesamt-BSP	540 Milliarden DM,
Fertigungsindustrie	100 " "
Verfahrensindustrie	70 " "
Post und Verkehr	20 " "

Man kann annehmen, daß das BSP der BRD mindestens zur Hälfte von Industrie- und Dienstleistungszweigen erbracht wird, deren Leistungsfähigkeit zunehmend von ihrer Automatisierung abhängt, die wiederum den zunehmenden Einsatz von Prozeßrechnern erfordert. Damit wird deutlich, daß ohne ausreichende Leistungsfähigkeit bei Entwicklung, Herstellung, Einsatzplanung und Betrieb von Prozeßrechenanlagen die Aufrechterhaltung eines notwendigen Automatisierungszuwachses nicht gewährleistet ist.

### 3.2 Abhängigkeit vom Ausland, Konkurrenzfähigkeit der Wirtschaft

Ein Rückstand in der Prozeßrechenentechnik bringt eine Abhängigkeit vom Ausland mit sich, in diesem Falle vornehmlich von den USA, in absehbarer Zeit aber auch von Japan. Diese Abhängigkeit wird sich für die Betreiber wie auch für die Errichter neuer Prozesse in einer verminderten Konkurrenzfähigkeit auswirken. Besonders im internationalen Wettbewerb werden diese Nachteile nicht zu überbrücken sein. So ist z.B. Export von vollständigen Industrieanlagen ohne integrierte Automatisierungseinrichtungen nicht denkbar. Ein Rückstand in der Prozeßrechenentechnik wirkt sich ebenso negativ auf Wissenschaft und Forschung aus. Prozeßrechner sind hier wesentliche Einrichtungen zur Durchführung von Experimenten, zum Aufbau von Systemtest-Anlagen, zur Überwachung und Steuerung von Weltraumflugkörpern u.v.a.m.

### 3.3 Lösungsweg

Zur Bewältigung der anstehenden Aufgaben müssen die bei Herstellern, Anwendern, Hochschul- und Forschungsinstituten vorhandenen Entwicklungskapazitäten auf dem Gebiet der Prozeßdatenverarbeitung im Rahmen eines umfassenden Entwicklungsplans zusammengefaßt werden. Durch die heute bestehende Konkurrenzsituation zwischen den Herstellern und die wenig aufeinander abgestimmten Aktivitäten der Hochschul- und Forschungsinstitute werden in der Bundesrepublik in einem volkswirtschaftlich nicht vertretbaren Maße die begrenzten Entwicklungskapazitäten für nichtkoordinierte oder konkurrierende Projekte eingesetzt.

Zur Überwindung dieser Situation müssen die zu fördernden Arbeiten zur Weiterentwicklung der Prozeßdatenverarbeitung zentral koordiniert werden und die Entwicklungsergebnisse unabhängig von der entwickelnden Stelle für alle Lieferer und Anwender von Prozeßrechenanlagen gleichermaßen anwendbar sein. Dabei sind diejenigen Systemgrößen (insbesondere Schnittstellen) zu standardisieren, die die Effektivität des Förderprogrammes merklich beeinflussen.

Die damit verbundenen Auflagen und die dadurch zeitlich befristete Ausschaltung der Konkurrenzsituation zwischen den Herstellern können am ehesten durchgesetzt werden, wenn diese Arbeiten in den

am Projekt beteiligten Industrieunternehmen nicht nur mit 50 % Eigenbeteiligung sondern auch zu 100 % vom Bund gefördert werden.

Die im Rahmen eines derartigen Planes durchzuführenden Entwicklungsarbeiten werden in Abschnitt 4 vorgeschlagen.

#### 4. Konkrete, ungelöste Probleme des Einsatzes von Prozeßrechnern, Forschungs- und Entwicklungsaufgaben

Für einen breiteren Prozeßrechnereinsatz sind vor allem folgende Probleme zu lösen, die fast durchwegs sehr umfangreiche Forschungs- und/oder Entwicklungsaufgaben beinhalten:

##### 4.1 Systemanalyse, Prozeßführung

Bei der rasch zunehmenden Bedeutung des Einsatzes von Prozeßrechnern für die Steuerung und Regelung in Zusammenhang mit der Optimierung von Prozessen sind die genauen und oft sehr aufwendigen Prozeßbeschreibungen durch Systemanalysen zu gewinnen und die Erstellung von Prozeßmodellen und besondere Optimierungs- und Steuerungs- und Regelungsverfahren zu erarbeiten. Dabei müssen Verfahren zur Systemanalyse und zur Erstellung, Änderung und Verbesserung von Prozeßmodellen sowie zur leichteren Anwendung der Prozeßoptimierung gefunden werden. Auch sind Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß schon während des Projektstadiums eines Prozesses mit vertretbarem Aufwand an Mannjahren auch das Prozeßmodell und eine geeignete Optimierungsmethode gewonnen werden kann. Für häufig wiederkehrende Aufgaben des Prozeßrechnereinsatzes müssen fertige Programme erarbeitet werden.

In diesem Zusammenhang ist auf folgende Einzelaufgaben hinzuweisen:

##### 4.1.1 Modellerstellung

- a) Modelle für die Teilsysteme von verfahrenstechnischen, Fertigungs-, Verteilungs-, Meß- und Prüfprozessen.
- b) Stationäre Prozeßmodelle zur Optimierung in offener oder geschlossener Prozeßkopplung.
- c) Dynamische Prozeßmodelle zur Optimierung mit Rechnerregelung.

Im Fall a) erfolgt die Modellerstellung in einfachen Fällen durch mathematische Zusammenhänge und durch systematisches Aufschreiben der von der bekannten Verfahrensvorschrift vorgegebenen Teilschritte. Eine befriedigende Darstellung für alle anderen Fälle muß gefunden werden.

Für b) und c) müssen analytische Methoden herangezogen werden: Beschreibung durch physikalische Gesetze, Verfahren mit gezielter Versuchsplanung (factorial design) und/oder statistische Verfahren wie Regressionsverfahren (für dynamische Modelle). Beschreibung durch physikalische Gesetze ist wegen der allgemeineren Gültigkeit der damit gewonnenen Modelle - soweit möglich - vorzuziehen. Hier sind aber noch - insbesondere zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens - erhebliche Lücken in den theoretischen Grundlagen zu schließen. Bei der Regressions- und Korrelationsanalyse können auch Prozeßrechner zur Datensammlung und -auswertung eingesetzt werden. Für die Rechnerregelung - vor allem für dynamische Störgrößenaufschaltung und Entkopplungen bei Mehrgrößenregelung - können mitunter auch stark vereinfachte dynamische Modelle ausreichen. Zu beiden Punkten sind noch grundsätzliche Untersuchungen dringend erforderlich.

#### 4.1.2 Optimierungsverfahren

Zur Ermittlung des praktischen Optimums anhand eines vorliegenden Prozeßmodells kommen je nach Art des Prozesses und der Aufgabenstellung u.a. folgende Verfahren in Frage:

- a) lineares Optimieren (Programmieren),
- b) nichtlineares Optimieren (Programmieren),
- c) klassisches Verfahren der Variationsrechnung,
- d) Hill climbing - Verfahren (Methoden des optimalen Gradienten, des konjugierten Gradienten, des steilsten Anstiegs, Newton'sche Methode u.a.),
- e) dynamisches Optimieren (Programmieren),
- f) Verfahren nach Pontryagin.

Am häufigsten werden bis jetzt Verfahren a) und d) benutzt. Es ist notwendig, diese noch besser und weitere Verfahren überhaupt für die praktische Anwendung zu erschließen und

gegenseitig kritisch abzuwägen. Das gesamte Gebiet beinhaltet sehr umfangreiche und wichtige Aufgaben.

#### 4.1.3 Verfahren der digitalen Rechnerregelung und -steuerung

Zur Verbesserung der Prozeßführung durch Rechnerregelung sind folgende Probleme anwendungsgerecht zu lösen, die ebenfalls sehr umfangreiche und wichtige Aufgaben bilden:

- a) Wirksamere Steuerungs- und Regelungsalgorithmen für einzelne Regelkreise,
- b) dynamische Störgrößenaufschaltung,
- c) Kopplung bei Mehrgrößenregelung,
- d) adaptive Steuerung und Regelung,
- e) schritthaltende Parameter- und Strukturidentifikation,
- f) schritthaltende Mittelwertbildung bei stark schwankender Regelgröße.

#### 4.2 Gerätetechnik

Der zunehmende Automatisierungsgrad verlangt sichere Automatisierungsmittel und eine bessere Kommunikation zwischen Mensch und Anlage. Diese Forderung führt zu drei wesentlichen Gruppen von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben:

##### 4.2.1 Zuverlässige Prozeßrechnerysteme

Es sind Strukturen für Prozeßrechneranlagen einschließlich der peripheren Einheiten zu finden und entsprechende Geräte zu entwickeln, die bei vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand hohe Zuverlässigkeit bieten. Die Methoden der vollständigen Fehlererkennung sind dabei das wesentliche Problem. Eine Lösung könnten modular-redundante Prozeßrechnergeräte bilden.

##### 4.2.2 Bedienungseinrichtungen

Zur besseren Kommunikation zwischen Bedienungspersonal und Prozeß sind integrierte Bedienungseinrichtungen zu entwickeln, die einerseits für analoge, alphanumerische und symbolische Darstellung von Prozeßinformation geeignet sind, andererseits auch die Möglichkeit des Eingreifens in den Prozeßablauf und des Anforderns gewünschter Informa-

tion bieten. Derartige Sichtgeräte müssen optimal an die Fähigkeit des Menschen, Information aufzunehmen und durch Handlungen zu beantworten, angepaßt sein und erfordern eine spezielle Datenorganisation und Programmiersprache (siehe Aufgaben 4.3.4 und 4.4).

#### 4.2.3 Prozeßrechnerangepaßte Meß- und Regelungssysteme

Eingeführte Meß- und Regelungssysteme arbeiten mit analogen Signalen. Signalparameter ist die Amplitude. Der Anteil der direkt mit einem Prozeßrechner verkehrenden Meß-, Steuer- und Regelkreise wird mit fortschreitendem Automatisierungsgrad immer größer. Für den Anschluß dieser Geräte an den Prozeßrechner müssen große Aufwendungen für störssichere Verkabelung und die Analog-Digitalumsetzung bzw. die Digital-Analogumsetzung erbracht werden. Es sind deshalb besser an Prozeßrechner angepaßte Meß- und Regelungssysteme und die dazu gehörigen Prozeßrechnereingabegeräte und -ausgabegeräte zu entwickeln. Insbesondere sollte in diesem Zusammenhang der Einsatz integrierter Schaltkreise zur Meßdatengewinnung und -verarbeitung untersucht werden.

### 4.3 Programmierung

Fragen der Programmierung sind für eine rationelle Projektierung und damit für eine Ausdehnung des Anwendungsgebietes von Prozeßrechnern besonders wichtig und vordringlich. Sie erfordern aber auch einen besonders großen Aufwand an wissenschaftlicher Arbeit. Folgende Programmentwicklungen sollten durchgeführt werden:

#### 4.3.1 Betriebssysteme

Die Entwicklung leistungsfähiger Betriebssysteme ist insbesondere in Zusammenhang mit der in Abschnitt 4.2.1 vorgeschlagenen Entwicklung von zuverlässigen Prozeßrechnersystemen zu sehen. Darüber hinaus müssen die Betriebssysteme den besonderen Forderungen an ein Prozeßrechnersystem nach Echtzeitverhalten, Multiprogrammierung, schneller Interruptverarbeitung, modularem Aufbau und minimalem Arbeitsspeicherplatz, Multiprocessing (in Rechnernetzen) genügen und mit der allgemeinen Prozedursprache verträglich sein. Für die Realisierung neuer Betriebssysteme

sind grundlegende Untersuchungen notwendig. Es ist eine maschinenunabhängige Beschreibung der Betriebssysteme (Sprache) notwendig.

#### 4.3.2 Allgemeine Prozedursprache

Eine allgemeine Prozedursprache ist für eine einfachere und effektivere Programmierung von Prozeßrechnern dringend erforderlich. Neben einer einfacheren Programmierung von Operationen muß diese Sprache vor allem die Programmierung im Hinblick auf Realzeitverhalten, Betriebsmittelzuweisung, Interruptverarbeitung, Multiprogrammierung und Ein-Ausgabeoperationen erleichtern. (Ein von den deutschen Herstellern von Prozeßrechneranlagen, den Hochschul- und Forschungsinstituten gemeinsam erarbeiteter Entwurf einer allgemeinen Prozedursprache wurde unter dem Namen PEARL veröffentlicht und zur Diskussion gestellt.)

#### 4.3.3 Anwenderprogrammsysteme

Für immer wiederkehrende Funktionen der Prozeßdatenverarbeitung wie Meßwertverarbeitung, digitale Rechnerregelung, Ablaufsteuerung u.a. wird eine Reihe von modular aufgebauten standardisierten Programmsystemen benötigt, aus welchem durch Vorgabe anwendungsspezifischer Parameter das spezielle Anwenderprogramm durch einen Generierprozeß gewonnen wird. Prozeßmodelle sollten auch aus einem Satz von Programmbausteinen zusammengestellt werden. Mit diesen Hilfsmitteln verringert sich der Aufwand für anwendungsspezifische Programmierarbeiten so entscheidend, daß große Investitionen in diese Anwenderprogrammsysteme gerechtfertigt sind.

#### 4.3.4 Spezielle problemorientierte Sprachen

Spezielle problemorientierte Sprachen bauen auf die allgemeine Prozedursprache auf und ermöglichen für ein bestimmtes Anwendungsgebiet eine besonders effektive Programmierung. Beispiel einer speziellen problemorientierten Sprache ist EXAPT für die Programmierung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen oder die für den Verkehr mit

dem Prozeßrechner benötigte Bedienungssprache.

#### 4.3.5 Programmieretechniken für Kleinrechneranwendungen

Mit kleinen Prozeßrechnern kann schon heute ein Teil der konventionellen Automatisierungstechnik kostengleich ersetzt werden. Diese eignen sich aber nicht für eine direkte Verwendung der obengenannten Programmiersprachen. Deshalb müssen Wege gefunden werden, diese Rechner mit Hilfe großer Rechenanlagen zu programmieren. Neben der erforderlichen Normung der benötigten Geräte- und Programmschnittstellen für kleine Prozeßrechner müssen folgende Aufgaben gelöst werden:

- a) Das Programm in der Assemblersprache des Kleinrechners soll auf Großanlagen assembliert werden.
- b) Das Prozeßrechnerprogramm wird in einer allgemeinen Prozedursprache formuliert (FORTRAN, PL 1 oder eine andere Programmiersprache). Die Großanlage compiliert dieses Programm in die Maschinensprache des Prozeßrechners. Dabei wäre es besonders interessant, wenn der Übersetzer ein Programm für einen Kleinrechner erzeugen würde, dessen Befehlsumfang in einem bestimmten Rahmen variabel ist. Das compilierte Maschinenprogramm muß durch eine gleichzeitige und automatisch erzeugte Dokumentation einen hohen Grad von Durchsichtigkeit haben.
- c) Der kleine Prozeßrechner soll zu Testzwecken als virtueller Rechner auf der Großanlage simuliert werden.

#### 4.4 Kommunikationssysteme in Prozeßwarten

Die Einführung von Prozeßrechnern höchster Zuverlässigkeit ermöglicht es, die Kommunikation zwischen dem Prozeß und dem Bedienungspersonal immer ausschließlicher über die Bedienungsgeräte des Prozeßrechners zu führen. In die Betrachtungen über die Zuverlässigkeit einer Prozeßrechnergesteuerten Anlage ist auch der Bediener und damit die Nahtstelle zwischen dem Prozeß und dem Bediener mit einzubeziehen. Trotz weitgehender Automatisierung ist der Mensch als Bedienungsmann technischer Anlagen unentbehrlich. In vielen Fällen ist er das wirtschaftlichste Element zur Sicherung einer Anlage.

Die Untersuchung der Beziehungen zwischen Mensch und Maschine ist das Arbeitsgebiet der Anthropotechnik. Das Ziel der Anthropotechnik ist die funktionsgerechte Gestaltung der optischen und akustischen Anzeige- und der Bedienelemente von technischen Anlagen unter Beachtung der physiologischen und psychologischen Gegebenheiten des Menschen. Die funktionsgerechte Gestaltung wird heute von Fall zu Fall experimentalpsychologisch angenähert. Es gibt keine quantitative Theorie zur Übertragung von Ergebnissen auf verschiedene Anordnungen. Es ist dringend erforderlich, die an wenigen Stellen versuchten Ansätze zur theoretischen Beschreibung des Informationsflusses mit Anzeigeeinrichtungen und für eine Reihe von Teilmodellen des beobachtenden und handelnden Menschen weiterzuentwickeln. Hierdurch sollen schrittweise immer wirksamere Regeln zur richtigen Auslegung von Anzeige- und Bedienelementen in technischen Anlagen erhalten werden.

Diese Erkenntnisse werden bei der Entwicklung neuer Bedienungsgeräte und programmierter graphischer Funktionen für Prozeßrechner angewendet. Ergebnisse dieser Arbeiten sind u.a. Gestaltungsregeln für die Auslegung von Prozeßwarten und eine Symbolsprache, die es erlaubt auch komplexe Bilder aus Programmelementen zusammensetzen.

## 5. Arbeitsplan und Mittelbedarf

Aufgrund sorgfältiger Analyse der Einzelaufgaben (siehe Abschnitt 4) nach Bedeutung und Umfang und aufgrund einer Abschätzung des verfügbaren eigentlichen Entwicklungspersonals wurde für die Einzelaufgaben ein Arbeitsplan (Mannjahre für Entwicklungspersonal aufgegliedert nach Aufgaben und Jahren) für das Förderungsprogramm aufgestellt, der aus der weiter unten folgenden Tabelle ersichtlich ist. Es ergibt sich daraus ein gesamter Entwicklungsaufwand von 1000 Mannjahren ab Mitte 1971 bis Ende 1975, der für eine spürbare Verbesserung der Lage als notwendig angesehen wird. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Bearbeitungskapazitäten ab Mitte 1971 von anfangs insgesamt rund 130 Mann auf einen maximalen Stand von etwa 265 Mann für das Jahr 1974 gesteigert werden können.

Es kann angenommen werden, daß nach Abwicklung des Förderungsprogramms nach vorgeschlagenem Arbeitsplan der Anschluß an die Entwicklung in den USA erreicht ist.

Aus der unten folgenden Tabelle ist außerdem der Mittelbedarf ersichtlich. Diesem sind DM 100.000,-- pro Mannjahr eigentliches Entwicklungspersonal zu Grunde gelegt. Dieser Betrag enthält außer den Personalkosten für das Entwicklungspersonal selbst auch Hilfspersonalkosten, Materialkosten, Gerätebeschaffungs- und Rechenkosten. Diese Zusatzkosten werden also nicht gesondert ausgewiesen. Der Betrag von DM 100.000,-- ist außerdem ein Mittelwert aus den Personalkosten pro Mannjahr, die für nichtindustrielle Institute mit etwa DM 80.000,-- und für die Industrie mit etwa DM 120.000,-- angesetzt werden müssen. Unter den gemachten Voraussetzungen ergibt sich, wie aus der Tabelle ersichtlich, ein gesamter Mittelbedarf ab Mitte 1971 bis Ende 1975 von 100.000.000,-- DM.

Erläuterungen zur Tabelle:

MJ = Mannjahre

Es ist zu beachten, daß für ganzjährige Beschäftigung die Zahl der Mannjahre gleich der Zahl der Entwickler ist. Für das Halbjahr 1971 ist aber zur Erreichung der angegebenen Mannjahre jeweils die doppelte Zahl von Entwicklern notwendig.

Mio DM = Millionen DM

Titel	Zeitraum											
	2.Hj.1971		1972		1973		1974		1975		gesamter	
	MJ	Mio DM	MJ	Mio DM	MJ	Mio DM	MJ	Mio DM	MJ	Mio DM	MJ	Mio DM
(1) <u>Systemanalyse, Prozeßführung</u>												
(1.1) Modellerstellung	20	2,0	45	4,5	45	4,5	45	4,5	45	4,5	200	20,0
(1.2) Optimierungsverfahren	5	0,5	15	1,5	20	2,0	20	2,0	20	2,0	80	8,0
(1.3) Verfahren der digitalen Rechnerregelung und -steuerung	4	0,4	12	1,2	17	1,7	17	1,7	-	-	50	5,0
(2) <u>Gerätetechnik</u>												
(2.1) Zuverlässige Prozeßrechensysteme	2	0,2	6	0,6	20	2,0	20	2,0	22	2,2	70	7,0
(2.2) Bedienungseinrichtungen	2	0,2	4	0,4	8	0,8	8	0,8	8	0,8	30	3,0
(2.3) Prozeßrechnerangepaßte Meß- und Regelungssysteme	5	0,5	12	1,2	13	1,3	10	1,0	10	1,0	50	5,0
(3) <u>Programmierung</u>												
(3.1) Betriebssysteme	5	0,5	20	2,0	25	2,5	25	2,5	25	2,5	100	10,0
(3.2) Allgemeine Prozedursprache	10	1,0	20	2,0	20	2,0	20	2,0	20	2,0	90	9,0
(3.3) Anwenderprogrammsysteme	4	0,4	22	2,2	30	3,0	44	4,4	50	5,0	150	15,0
(3.4) Spezielle problemorientierte Sprachen	-	-	10	1,0	20	2,0	30	3,0	40	4,0	100	10,0
(3.5) Programmiertechniken für Kleinrechneranwendungen	4	0,4	12	1,2	12	1,2	22	2,2	10	1,0	60	6,0
(4) <u>Kommunikationssysteme in Prozeßwarten</u>	3	0,3	5	0,5	6	0,6	4	0,4	2	0,2	20	2,0
(Spaltensummen:)	64	6,4	183	18,3	236	23,6	265	26,5	252	25,2	1000	100,0

### Abwicklung

Aufgrund der Erfahrungen des 1. DV-Förderungsprogramms will das BMBW die technisch-wissenschaftliche Koordinierung und die Effizienz des Förderungsprogramms weiter erhöhen. Hierzu soll für jede größere Vorhabensgruppe in der Regel nur e i n Projektträger eingesetzt werden, der genügend Fachwissen besitzt, um diese Zielsetzung zu erfüllen. Hierfür sollen vorzugweise bundeseigene Gesellschaften herangezogen werden. Weiter soll dem Projektträger als Beratungs- und Entscheidungsgremium ein Projektbegleitender Ausschuß beigeordnet werden, der mit Vertretern des Bundes, der Anwender, der Hersteller, der Wissenschaft und des Projektträgers zu besetzen ist.

Deshalb wird vorgeschlagen, als Projektträger das Institut für "Datenverarbeitung in der Technik" der Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe, (Dr. K r ü g e r ) einzusetzen.

#### Aufgabe des Projektträgers:

Vertretung des Projekts gegenüber Bund und Projektbegleitendem Ausschuß. Koordinierung aller Entwicklungsaufgaben mit den entwickelnden Instituten und Industriefirmen. Entscheidungsvorbereitung für die Vergabe von Entwicklungsaufgaben und Überwachen dieser Arbeiten. Durchführung von Entwicklungsaufträgen.

#### Aufgaben des Projektbegleitenden Ausschusses:

Beratung des BMBW und des Projektträgers. Entscheidung über Entwicklungsziele. Empfehlung zur Vergabe aller Entwicklungsaufträge des Förderungsprogramms.

Funktionen, Befugnisse und Arbeitsweise von Projektträger und Projektbegleitendem Ausschuß werden in einer Geschäftsordnung festgelegt.

7. Anhang

Auswertung der Prozeßrechner-Marktübersicht aus Control Engineering, Juli 1968, S. 79 - 90.

Tabelle 1                      Marktanteile der Prozeßrechner-  
Hersteller

Land	Hersteller	absolut	Anteil in der Welt in %
USA	General Electric	326	11,3
GB	English Electric (Elliott)	307	10,6
USA	IBM	270	9,3
USA	Westinghouse	240	8,3
USA	Scientific Data Systems	216	7,5
USA	Honeywell CCD	195	6,7
GB	GEC AEI	145	5,0
GB	Ferranti	119	4,1
USA	Systems Engineering Labs.	119	4,1
USA	Digital Equipment Corp.	117	4,0
BRD	Siemens	115	4,0
USA	Bunker Ramo	91	3,2
USA	Bailey Meter	74	2,6
Japan	Toshiba	48	1,6
Japan	Hitachi	45	1,6
USA	Control Data	43	1,5
USA	Leeds & Northrup	40	1,4
USA	Foxboro	38	1,3
übrige		342	11,9
		<u>Summe</u> 2.890	100,0
		=====	
	Summe USA	2.111	73,2
	Summe GB	571	19,8
	Summe BRD	115	4,0
	Summe Japan	93	3,2

Tabelle 2  
Branchenaufteilung der Prozeßrechner

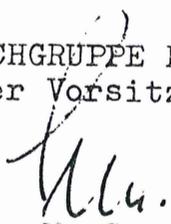
	Chemie	Metall	Energie	Zement und Glas	Papier Gummi Textil	Herst. und Produkt.	Test u. Inspek- tion	Transp.	Luft- fahrt	For- schung	div.	gesamt
General Electric	87	61	107	5	4	4	1	-	-	-	57	326
English Electric	56	27	17	1	1	9	3	14	9	29	141	307
IBM	95	21	21	19	7	23	1	3	1	33	46	270
Westinghouse	30	80	85	-	2	1	4	3	-	5	30	240
Scientific Data Systems	7	6	1	-	-	26	4	-	51	5	116	216
Honeywell CCD	28	16	13	-	-	2	2	1	41	39	53	195
GEC AEI	26	10	20	3	2	-	6	2	-	6	70	145
Ferranti	38	17	17	1	10	-	-	2	-	13	21	119
Systems Eng. Labs.	8	-	1	-	-	42	-	-	10	11	47	119
Digital Equipment Corp.	16	8	6	1	2	26	4	3	-	2	49	117
Siemens	6	13	12	2	-	7	3	41	6	18	7	115
Bunker Ramo	49	11	6	-	-	-	-	-	-	-	25	91
Bailey Meter	5	13	49	2	-	-	-	-	-	-	5	74
Toshiba	6	16	19	-	-	-	-	-	-	-	7	48
Hitachi	4	8	17	-	-	-	-	1	-	4	11	45
Control Data	14	4	16	-	-	-	-	-	-	1	8	43
Leeds & Northrup	2	3	27	4	-	-	-	-	-	-	4	40
Foxboro	22	4	11	-	1	-	-	-	-	-	-	38
übrige	63	79	59	1	2	3	4	7	30	10	84	342
Summe	562	397	504	39	31	143	32	77	148	176	781	2.890

Tabelle 3

Aufteilung der Prozeßrechner, die seit einem vorhergehenden Bericht (Control Engineering, März 1967) neu installiert wurden, nach Anwenderländern

Anwenderland	absolut	Anteil in %
USA	722	54,7
GB	125	9,5
BRD	97	7,4
Japan	26	2,0
übrige	349	26,4
Summe	1319	100,0
=====		

VDI/VDE-FACHGRUPPE REGELUNGSTECHNIK  
Der Vorsitzende

  
Dr. M. Syrbe

Anschrift des Vorsitzenden:

Dir. Dr.rer.nat. M. Syrbe  
Institut für Informations-  
verarbeitung in Technik und  
Biologie der Fraunhofer-Ge-  
sellschaft

75 Karlsruhe-Waldstadt  
Breslauer Str. 48

Fernsprecher 681814

