
INFORMATION

HEFT 4

JUNI 1977

AUS DEM

INHALT:

- AUS DER ARBEIT DER
PRA

- BENÜTZERFORUM



Herausgegeben von der Abt. Prozessrechenanlage des
EDV-Zentrums der Technischen Universität Wien,
1040 Wien, Gusshausstrasse 25

NEUBACH

Herausgeber: EDV-Zentrum der Technischen
Universität Wien, Abt. Prozeßrechenanlage



Leitung : Dr.M.Paul
Redaktion : Dipl.Ing.H.Havas
Lay-out : E.Kaspar

alle Gußhausstraße 25, 1040 Wien

INHALTSVERZEICHNIS:

	Seite
Seite der Redaktion	4
Aus der Arbeit der PRA	
Unterstützung von pdp 11-Rechnern durch Hostsysteme der PRA (Übersicht)	7
Die Unterstützung der pdp 11-Rechner im Bereich Gußhausstraße	12
Prozeßsatelliten: Einsatzmöglichkeiten, Verbin- dungssoftware	15
Prozeßsatelliten ohne Massenspeicher: Erstellen und Laden von Programmen und Programmteilen	20
Unterstützung eines Prozeßsatelliten LSI-11 durch eine pdp 11/45 unter RSX-11D	23
Intertask-Communication zwischen pdp 11/45 u. pdp 11/10	28
Softwareunterstützung der Plotter und TV-Ausgabe an der pdp 11/34	31
CAMAC an den Rechnern der PRA, Bereich Gußhausstraße	34
Software zur Unterstützung des CAMAC-Ein/Ausgabe- systems unter den Betriebssystemen RSX-11D und RSX-11M	43
CAMSIM-Prozeßperipherie-Simulation	47
Benützerforum	
CNC-System für eine Elektronenstrahlbearbeitungs- maschine	53
Massenspektrometer - IBM-S/7 - Kombination für die Untersuchung pulverförmiger Katalysatoren	56
Prozeßrechnergesteuerte Desorptionsapparatur	64
Wirkungsgrad- und Liefergradoptimierung an ölüber- fluteten Schraubenverdichtern mit Hilfe eines Prozeßrechners	70

SEITE der REDAKTION

In der letzten Nummer von "FEEDBACK" nahm die Übersicht der Institutsprojekte, die an der Prozeßrechenanlage laufen, breiten Raum ein. In der vorliegenden Ausgabe von "FEEDBACK" soll nun ein Einblick in jene Arbeiten der PRA gegeben werden, die es ermöglichen, die zur Verfügung stehende Rechenkapazität möglichst anwenderfreundlich zu nützen. Entsprechend dem modernen Zug zur rationellen zentralen Unterstützung von dezentral aufgestellten Kleinprozeßrechnern stellen die Arbeiten auf dem Gebiete der Rechnerkopplungen einen deutlichen Schwerpunkt der PRA-Entwicklungen dar.

Der im letzten "FEEDBACK" enthaltene Aufruf zur Beteiligung am Benutzerforum hat reges Echo gefunden. Wir hoffen, durch die Veröffentlichung der ersten Berichte Anregungen zu geben, wie die Möglichkeiten eines Prozeßrechenzentrums für die Realisierung eigener Projekte genutzt werden können.

Zur Entspannung des aufmerksamen Lesers haben wir einige verzwickte Denksportaufgaben eingestreut. Wie steht es mit I h r e m IQ? Die Lösung der Aufgaben finden Sie in der nächsten Ausgabe von "FEEDBACK". Dies soll Sie etwas zum geordneten Sammeln von "FEEDBACK" anregen - vielleicht gelingt's!

Die Redaktion

AUS DER ARBEIT DER PRA

UNTERSTÜTZUNG VON PDP 11-RECHNERN DURCH
HOSTSYSTEME DER PRA (Übersicht)

W. Wöber

• Einführung:

Für die folgenden Überlegungen ist eine Trennung der in Frage kommenden Maschinen in zwei Gruppen sinnvoll (Abb. 1):

- 1) Maschinen ohne Hardwareverbindung zu einem zentralen Rechner (Hostsystem) der PRA
- 2) Prozeßsatelliten mit direkter Kopplung an einen zentralen Rechner (Hostsystem) der PRA

• Gruppe 1 (keine Rechnerverbindung)

Für die Entwicklung lauffähiger Anwendungsprogrammpakete für PDP 11 (Zielsysteme) können folgende Möglichkeiten an den zentralen Rechnern der PRA (Hostsysteme) genutzt werden:

- a) Erstellung und Archivierung von Programmteilen und Datenbeständen (Files) auf Massenspeichern (Platten, Magnetbändern).
- b) Übersetzung von Programmen mit schnellen Assemblern oder Compilern (MACRO-11, FORTRAN-IV, FORTRAN-IV-PLUS).
- c) Ausdruck von Übersetzungslisten und Fehlermeldungen am Schnelldrucker, aber auch am Terminal (Syntaxtests).
- d) Programmläufe mit Testdaten unter Ausschaltung hardware-abhängiger Programmteile (Logiktests).
- e) Simulation der Prozeßhardware der Zielmaschine durch Peripherie des Hostsystems oder Simulation durch Software-routinen (CAMSIM, erweiterter Logiktest, siehe "CAMSIM-Prozeßperipherie.-Simulation", S. 46).

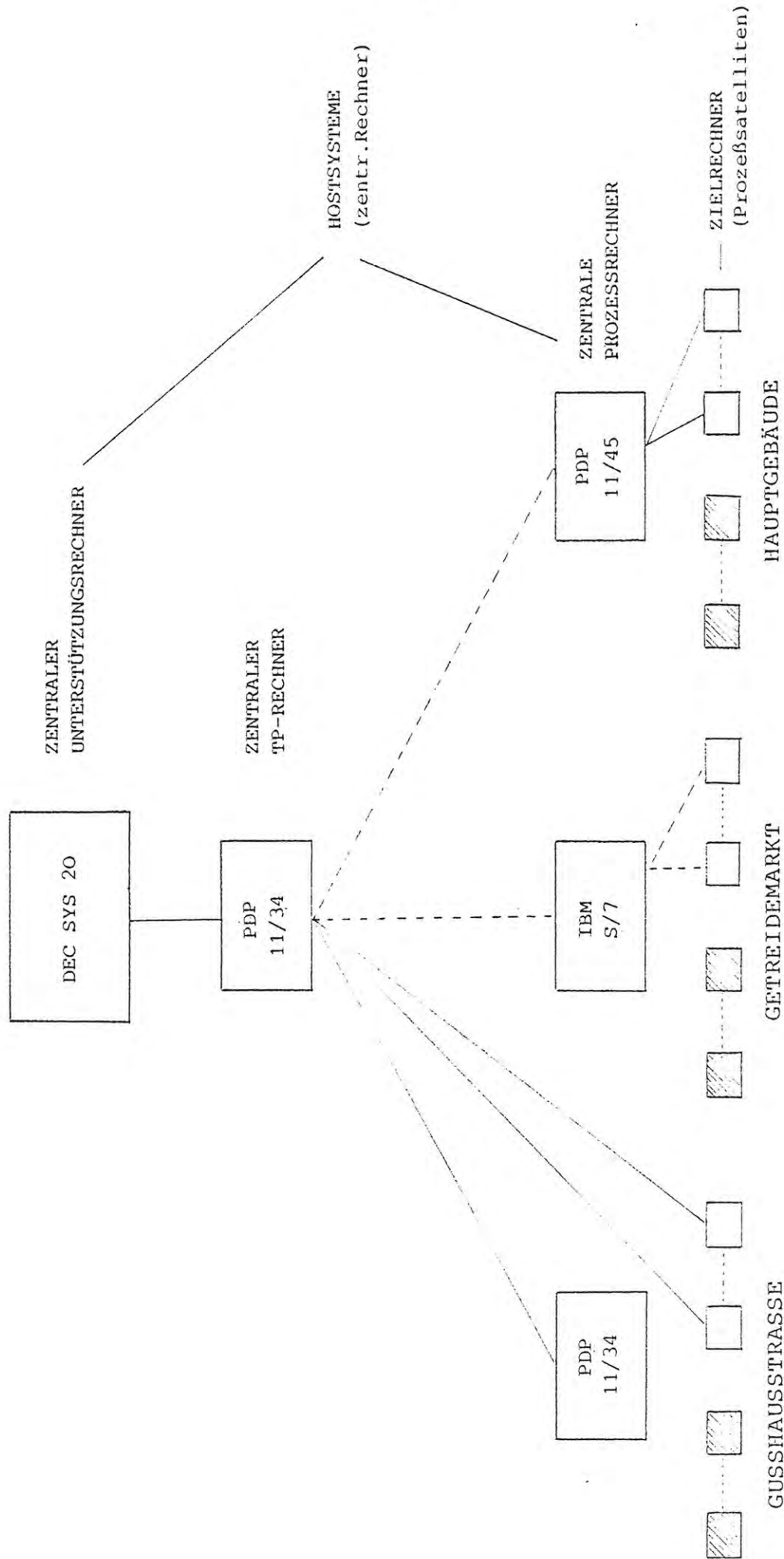


Abb. 1

f) Erstellung ladbarer Programme auf Lochstreifen; diese können direkt mit dem Binärlader der Zielmaschine weiterverarbeitet werden.

• Gruppe 2 (Rechnerkopplung):

Für die Kopplung der Rechner in Gruppe 2 bieten sich zwei Softwarepakete an:

DECNET und PRA-Software.

DECNET ist ein möglichst umfassendes Rechnerkopplungssystem der Firma DIGITAL, während die PRA-Software speziell für die Notwendigkeiten kleinerer Systeme zugeschnitten ist. Die folgenden Zeilen sind daher als Gegenüberstellung gedacht, um bei grundsätzlichen Überlegungen konkrete Anhaltspunkte zu haben:

DECNET

bietet:

- Laden von Programmen und ganzen Betriebssystemen
- Abarbeiten von Commandfiles an der Hostmaschine
- Übertragen von Datenbeständen
- Starten von Programmen am Host- u. Satellitensystem
- Zugriff auf die Peripherie des Hostsystems

im Satelliten

ist notwendig:

- Betriebssystem RSX-11M oder RSX-11S
- Hauptspeicher mind. 16 kWorte, ein größerer Hauptspeicher wird empfohlen
- Übertragungseinrichtung DL-11
- die Generierung des Betriebssystems für den Satelliten kann von der PRA entsprechend seiner Konfiguration durchgeführt werden.

PRA-Software

bietet:

- Laden von einzelnen Programmen oder ganzen Programmpaketen
- Übertragen von Datenbeständen
- Nachladen von Programmteilen
- Start von Programmen am Hostsystem
- Zugriff auf die Peripherie des Hostsystems

im Satelliten
notwendig:

- Betriebssystem kann benützt werden, ist aber nicht erforderlich
- sinnvoll einsetzbar ab 8 kWorte
- Übertragungseinrichtung DL-11 oder Kopplung über vorhandene Prozeßperipherie.

Grenzen:

Die PRA-Software ist primär für die Kopplung kleinerer Satelliten konzipiert. Auf die Realisierung von Funktionen, die DECNET enthält, die aber für hauseigene Rechenanlagen nicht unbedingt erforderlich sind, wurde daher verzichtet:

- Die Fehlererkennungs- und Korrekturalgorithmen setzen eine relativ gute, aber nicht störungsfreie Übertragungsleitung voraus. Stark störungsbehaftete Telefonwählleitungen können nicht mehr gut ausgelastet werden.
- "Route-Through" (Ansprechen eines Zielprozessors über Vermittlungsstationen) wird nicht angeboten, da die Satelliten direkt an ihren Hostrechner gekoppelt sind. Für spezielle Anwendungsfälle könnte eine Durchverbindung zu einem weiteren Satelliten bei Bedarf realisiert werden.
- Der Aufbau von mehreren logischen Verbindungen (links) zwischen mehreren Programmpaaren über ein und dieselbe Leitung ist nicht möglich.

Beispiele von PRA-Softwareentwicklungen für die Kopplung von Satellitenrechnern sind in den Beiträgen: "Prozeßsatelliten, Einsatzmöglichkeiten, Verbindungssoftware", S.14; "Prozeßsatelliten ohne Massenspeicher:Erstellen und Laden von Programmen und Programmteilen", S.19; "Unterstützung eines Prozeßsatelliten LSI-11 durch eine pdp 11/45 unter RSX-11D", S.22, sowie in "Intertask-Communication zwischen pdp 11/45 u. pdp 11/10", S.27, beschrieben.

FEHLENDE MATHEMATISCHE ZEICHEN

Zwischen den nachstehend aufgeführten Ziffern 1 bis 9 sind mathematische Zeichen (Operatoren und Klammern) so einzusetzen, daß als Ergebnis immer 6 herauskommt.

1	1	1 = 6
2	2	2 = 6
3	3	3 = 6
4	4	4 = 6
5	5	5 = 6
6	6	6 = 6
7	7	7 = 6
8	8	8 = 6
9	9	9 = 6

(aus Computer Zeitung)

Auflösung im nächsten "FEEDBACK"!

DIE UNTERSTÜTZUNG DER PDP 11-RECHNER IM BEREICH GUSSHAUS-STRASSE

H. Havas

- Die pdp 11-Rechner

Das Prozeßrechnersystem im Bereich Gußhausstraße besteht aus dem ZENTRALEN PROZESSRECHNER Pdp 11/34 und zwei PROZESS-SATELLITEN pdp 11/04 (aus dem Ausschreibungsrahmen) sowie einer Reihe von Institutsprozeßrechnern der Typen pdp 11/10 und /03 (Abb.1).

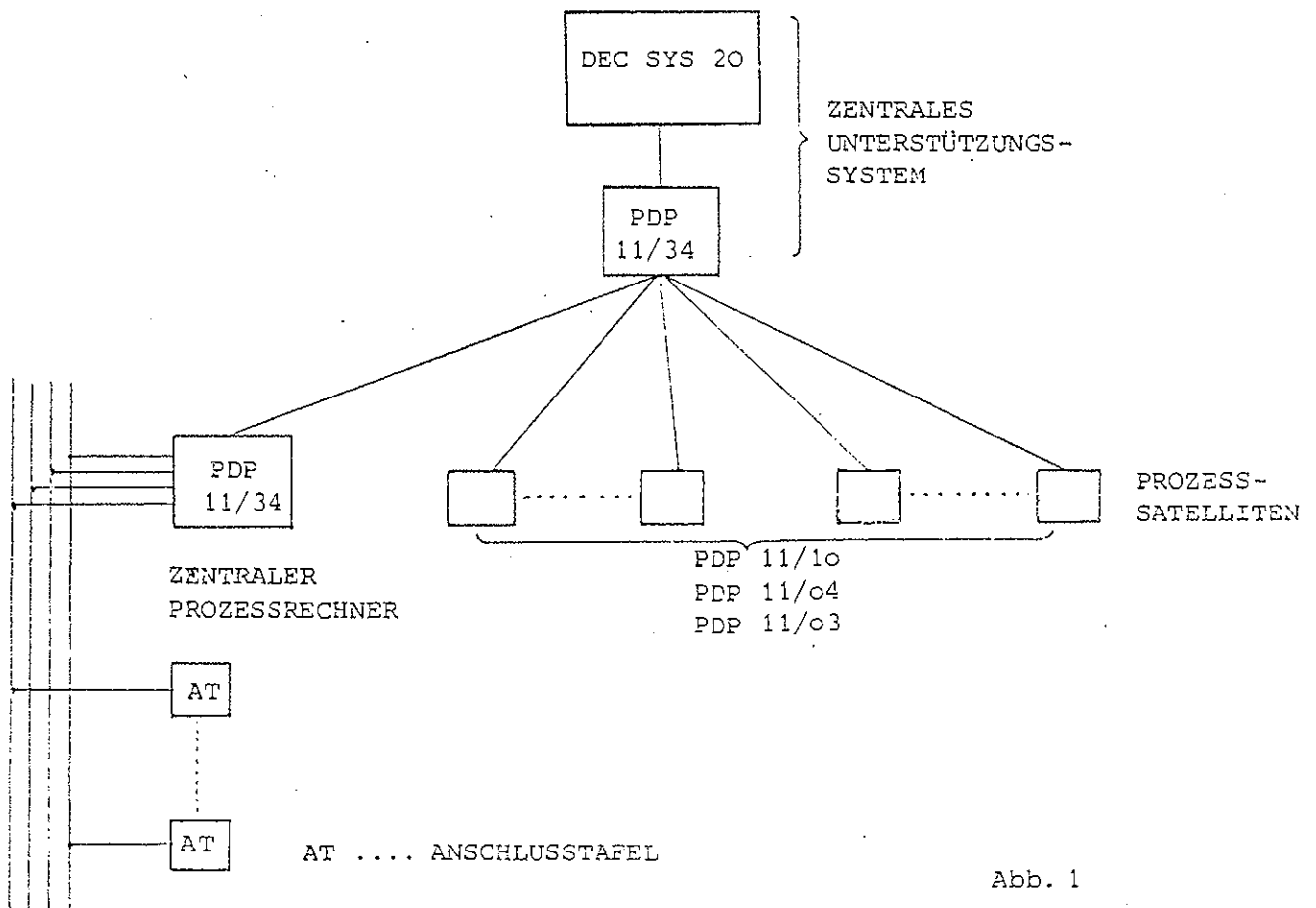


Abb. 1

• Installationsplan

Die Kopplung des zentralen Prozeßrechners pdp 11/34 und der beiden Satelliten pdp 11/04 des Ausschreibungsrahmens an den zentralen Teleprocessing-Rechner pdp 11/34 ist hardwaremäßig seit Februar 1977 abgeschlossen und wird derzeit bei internen Testzwecken eingesetzt.

Die Softwareunterstützung dieser Kopplungen wurde durch DECNET, das Teleprocessing-Paket der Firma DIGITAL realisiert, (siehe S. 6 "Unterstützung von pdp-11-Rechnern durch Hostsysteme der PRA")

Die Implementierung von DECNET wurde Mitte April 1977 abgeschlossen. Die Installation des zentralen Unterstützungsrechners DECSYS 20 bzw. der TP-Verbindung zwischen dem System DECSYS 20 und dem zentralen TP-Rechner pdp 11/34 wurde in der 2. Aprilwoche begonnen und in der 1. Maiwoche 1977 abgeschlossen.

Dadurch ist die vollezentrale Unterstützung der pdp 11-Rechner des Ausschreibungsrahmens durch den zentralen Unterstützungsrechner möglich. Alle Unterstützungsfunktionen können dezentral vom Ort des Prozesses aus über Terminal in Anspruch genommen werden.

• Die nächsten Schritte

Nach Inbetriebnahme des Rechnernetzes des Ausschreibungsrahmens werden zunächst die hierfür in Frage kommenden Institutssatelliten der pdp 11-Familie an das zentrale Unterstützungssystem angeschlossen. Hierfür wird je nach Ausbau der einzelnen Institutssatelliten und den spezifischen Anforderungen der Anwendung entweder DECNET oder die hierfür von der PRA entwickelte TP-Software eingesetzt

(siehe S. 14 : "Prozeßsatelliten: Einsatzmöglichkeiten, Verbindungssoftware" und S. 19 : "Prozeßsatelliten ohne Massenspeicher: Erstellen und Laden von Programmen und Programmteilen.")

Bronx gegen Brooklyn

Ein junger Mann wohnt in Manhattan in der Nähe einer Untergrund-Station. Er hat zwei Freundinnen, eine in Brooklyn, eine in Bronx. Um das Mädchen in Brooklyn zu besuchen, muß er den Zug nach Süden, um die Freundin in Bronx zu besuchen, den Zug nach Norden vom selben Bahnsteig benutzen. Da er beide Mädchen gleich gern hat, nimmt er einfach immer den Zug, der als erster im Bahnhof einfährt.

Auf diese Weise läßt er also den Zufall darüber entscheiden, ob er nach Brooklyn oder nach Bronx fährt. Der junge Mann erreicht jeden Sonntag an einem ganz zufälligen Zeitpunkt den Bahnsteig. Die Brooklyn- und Bronxzüge kommen auf der Station gleich oft an - alle 10 Minuten.

Trotzdem verbringt unser Freund aus einem obskuren Grund die meiste Zeit mit dem Mädchen in Brooklyn; tatsächlich fährt er im Durchschnitt von 10 Nachmittagen an 9 Nachmittagen nach Brooklyn. Kann man sich einen plausiblen Grund dafür denken, daß die Wahrscheinlichkeit ausgerechnet Brooklyn so bevorzugt?

(W. Hadrian)

Auflösung im nächsten "FEEDBACK"!

PROZESS-SATELLITEN :
EINSATZMÖGLICHKEITEN, VERBINDUNGSSOFTWARE

W. Selos

• Einführung

Für Prozeßautomatisierungsaufgaben, die eine hohe zeitliche Auflösung oder hohe Betriebssicherheit erfordern, ist es zweckmäßig, nicht unmittelbar den zentralen Prozeßrechner zu verwenden, sondern einen "Prozeß-Satelliten" einzusetzen, d.h. einen Kleinrechner, welcher zusammen mit der Prozeßelektronik direkt am Einsatzort (gemeinsame Stromversorgung!) aufgestellt ist und folgenden Aufgaben gerecht wird:

- Prozeßsteuerung mit sehr kleinen Antwortzeiten
- Aufbereiten und Zwischenspeicherung der Prozeßdaten
- Datentransfer zu und von der Peripherie des Zentralrechners und Aufrufen eines Programmes am Zentralrechner
- Durchführung von Sicherheits- und Alarmfunktionen bei Ausfall des zentralen Rechners oder bei Fehlfunktionen der Prozeßelektronik

Als Prozeß-Satelliten eignen sich am besten Kleinrechner (Abb. 1), deren Befehlssatz mit dem des Zentralrechners möglichst kompatibel ist. Für diese Rechner (pdp 11/03, pdp 11/04, pdp 11/10) gibt es ein von der PRA entwickeltes Programmentwicklungs- und Kopplungssystem, welches eine komfortable Programmentwicklung am Zentralrechner (MACRO-Assembler, Massenspeicher, Lineprinter usw.) sowie das Laden des erstellten Programmes und einen Datenaustausch zwischen dem Satelliten und den peripheren Einheiten des Zentralrechners (ZR) ermöglicht.

KONFIGURATIONSBEISPIEL EINES PROZESS-SATELLITEN

(PDP-11/03)

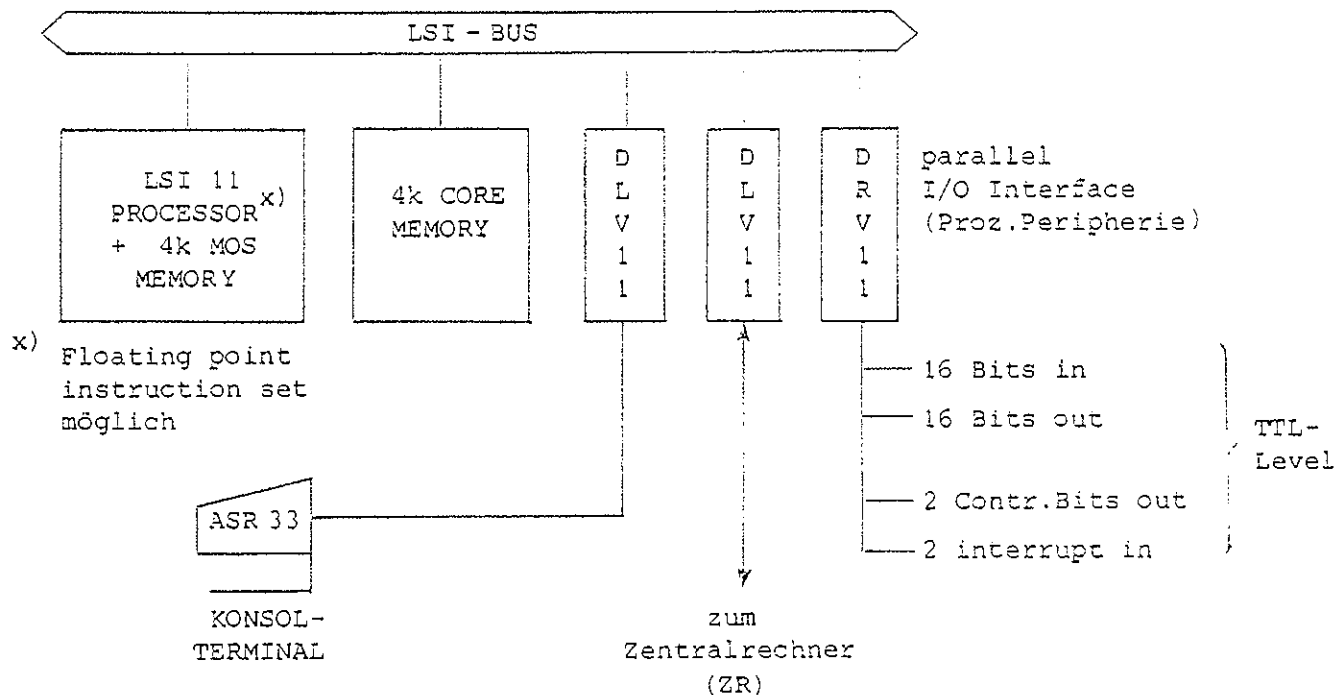


Abb.1

• TP-Software für Satellitenanschluß

Die im Satelliten benötigte Unterstützungssoftware besteht aus 3 Teilen:

- 1) dem absolute loader (DEC-Standard)
- 2) dem downline loader, zum Laden der am ZR erstellten Programme via Rechnerkopplung
- 3) der Kopplungssoftware

Die als Macros aufrufbaren Kopplungsprogramme sind modular aufgebaut und belegen maximal 400 Worte des Arbeitsspeichers im Prozeß-Satelliten. Die wichtigsten Funktionen sind:

- Öffnen eines Datenfiles am Rechner zum Lesen oder zum Schreiben

- Datenaustausch
- Schließen des Datenfiles
- Fehlererkennung
- Aufrufen eines Programmes und Senden von Daten (z.B. Filenamen) an dieses.

• Anwendungsbeispiel

Als Anwendungsbeispiel sei folgende Problemstellung gegeben:
Datentransfer von der am Satelliten angeschlossenen Konsol-
schreibmaschine von und zu der Peripherie des Zentralrechners.
Z.B. Schreiben auf Plattenfile

- Lesen eines Files von der Platte
- Schreiben auf Lineprinter usw.

(Die für die Kopplung erforderlichen Macros sind unterstrichen.)

```

        .TITLE RECV
        .ENABL ABS
        .ASECT
.=2000
FO:     .ASCII'MESSAGE:'<15><12>
F1:     .BYTE 15,12
        .ASCII'FILE'<7>
F2:     .BYTE 15,12
        .ASCII' ***** NOT ACCEPTED BY HOST-COMPUTER *****'<15><12><7>
PE:     .EVEN
        ;
        ;
HOST$ 174000
TTYMAC
REC$   ERROR
XMT$
ERROR:  MOV #P2,R0
        MOV #PE-P2,R1
        JSR PC,TTOUT
        JMP CLOSE
        ;
        ;
START:  MOV #500,SP
        MOV #F1,R0
        MOV #3,R1
        JSR PC,TTOUT
        MOV #MESBUF,R0
        MOV #2,R1
```

```
JSR PC,TTIN
CMP #*RD+100200,MESBUF
BEQ 10$
BR 20$
10$: JMP READ
20$: CMP #*WT+100200,MESBUF
BNE START
JSR PC,FILNAM
XMTBLK FNB, .BCNT.,FNB,EOB,ERROR
MOV #F0,R0
MOV #F1-F0,R1
JSR PC,TTOUT
DAT: MOV #MESBUF,R0
MOV #74,R1
JSR PC,TTIN
CMPB #232,MESBUF
BEQ CLOSE
XMTBLK MESBUF, .BCNT., DAT,EOB,ERROR
JMP DAT
CLOSE: XMTBLK MESBUF, #1,QUIT,EOF,ERROR
JMP START
;
;
;
FILNAM: MOV #F1,R0
MOV #F2-F1,R1
JSR PC,TTOUT
MOV #FNB,R0
MOV #31.,R1
JSR PC,TTIN
RTS PC
;
FNB: . = .+36.
;
;
READ: JSR PC,FILNAM
XMTBLK FNR, .BCNT.,FNR,EOB,ERROR
INC ERROR$
NXTREC: XMTBLK RECL, #1,GET,EOB,ERROR
RECBLK #MESBUF,R0
MOV RO,-(SP)
MOV #MESBUF,R0
MOV (SP)+,R1
JSR PC,TTOUT
MOV #P2,R0
MOV #2,R1
JSR PC,TTOUT
JMP NXTREC
JMP CLOSE
;
MESBUF: . = .+256.
.END START
PIP>
```

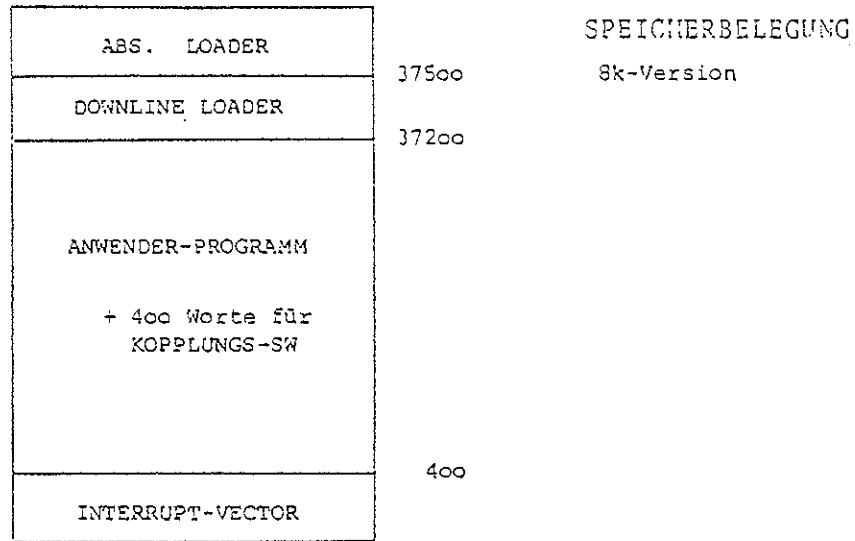
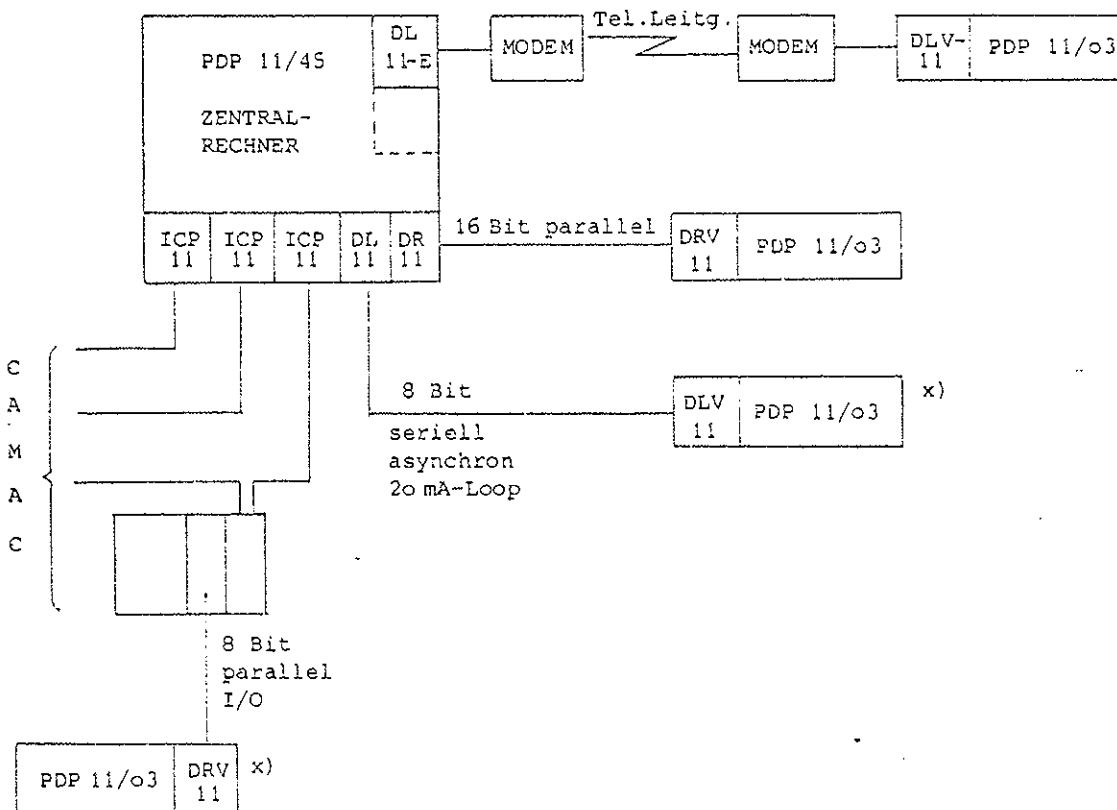


Abb. 2

• Anschlußmöglichkeiten an der pdp 11/45



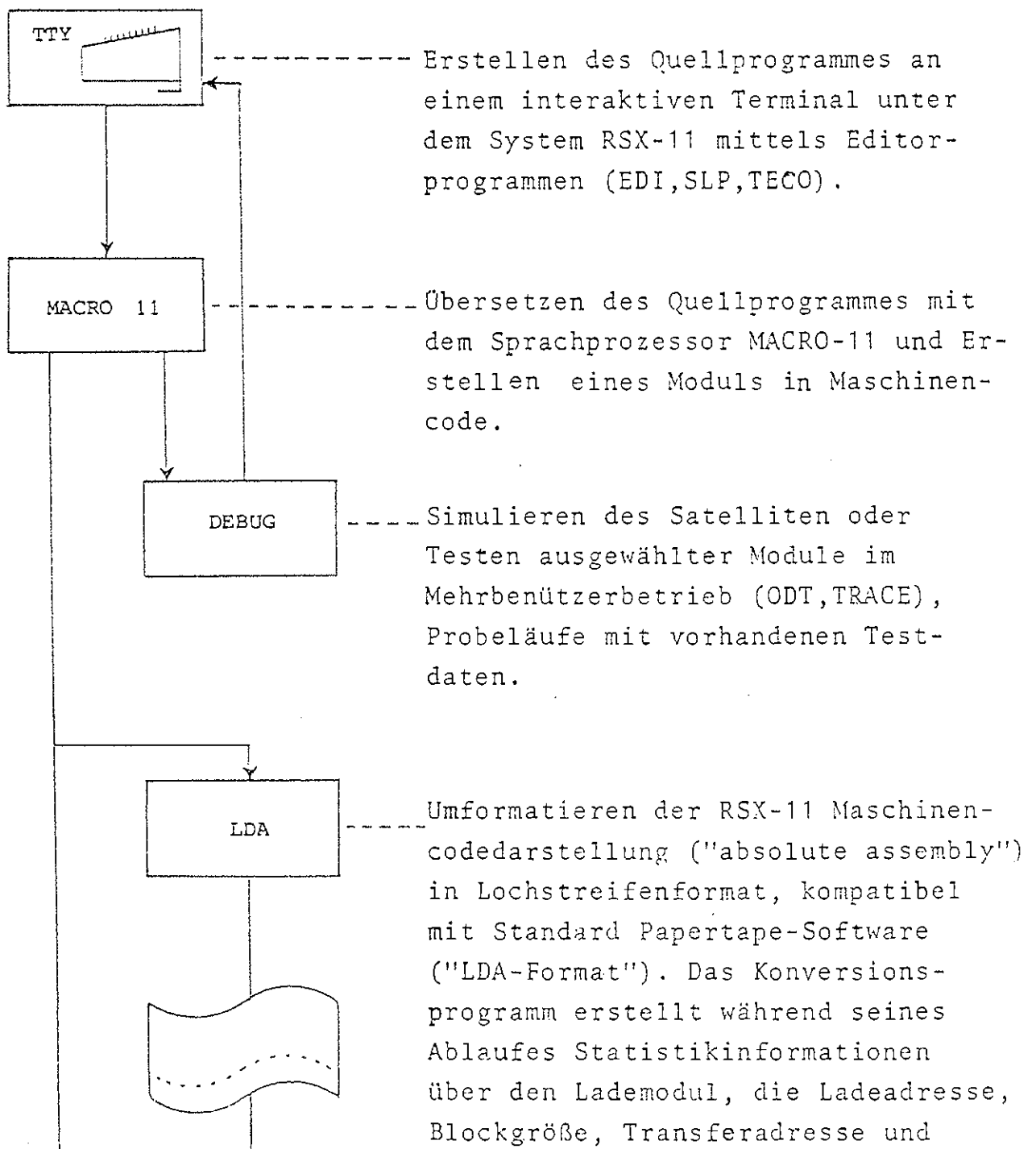
x) bereits realisiert

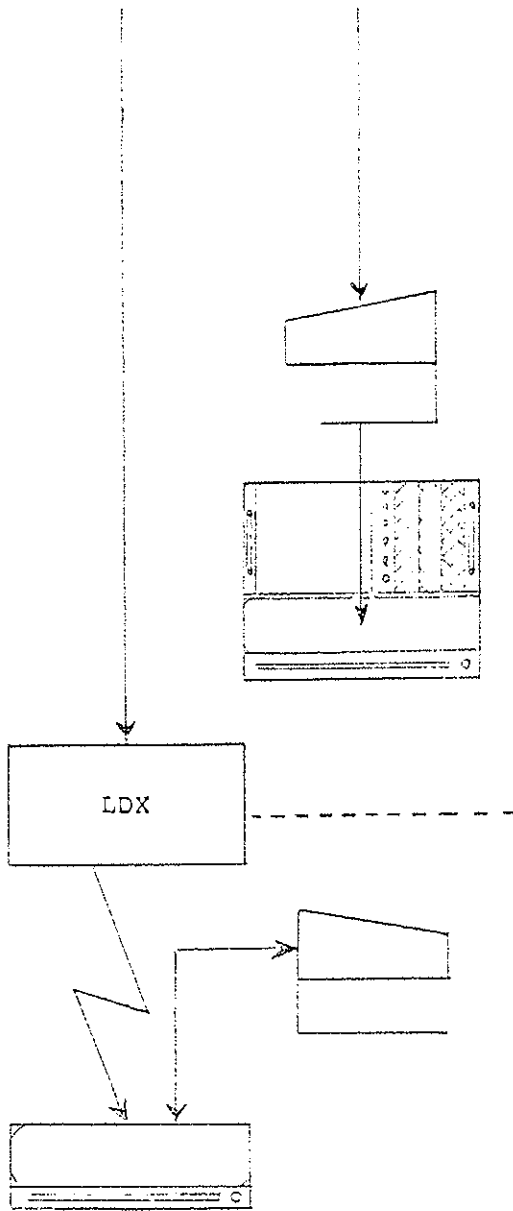
Abb. 3

PROZESS-SATELLITEN OHNE MASSENSPEICHER: ERSTELLEN UND LADEN VON PROGRAMMEN UND PROGRAMMTEILEN

W. Wöber

Der unten beschriebene Ablauf bei Erstellen und Laden von Programmen und Programmteilen für Prozeßsatelliten gilt primär für jene Anwendungen, wo der Prozeßsatellit durch Rechnerkopplung mit einem unterstützenden Rechner betrieben wird.





erlaubt geringfügige Modifikationen (z.B. Startadresse). Abstanzen des Programmes auf Lochstreifen und Einlesen am Zielprozessor über Teletype und Binary Loader.

Das Konversions/Ladeprogramm bietet in groben Zügen denselben Funktionsumfang wie LDA, enthält allerdings keine Möglichkeit, den formatierten Maschinencode abzuspeichern, sondern legt die binäre Information direkt im Hauptspeicher des Zielprozessors ab und erlaubt auch den Start der Maschine an einer variablen Adresse vom entfernten Terminal aus. Wahlweise können Programmblöcke auch nacheinander geladen werden, indem nach jedem Block ein Rücksprung in den Speziallader erfolgt.

Sollten Sie im Rahmen der Institutsarbeit ähnliche Probleme haben und an den genauen Spezifikationen der Programme "LDA" und "LDX" interessiert sein, nehmen Sie bitte mit den Kontaktpersonen der Abteilung Prozeßrechenanlage in Ihrem Bereich Verbindung auf.

```
MCR>HELLO [131,7]
MCR>LDX
INPUT-FILE>LSIFIP.BIN
LOAD-DEVICE>DL11C
FMTVFY -- BLK LOAD ADDRESS IS 2000
FMTVFY -- TRANSFER ADDRESS IS 2414
FORCED XFR <CR> OR <08>>57200
INPUT-FILE>
MCR>BYE
```

```
MCR>HELLO [131,7]
MCR>LDA
ABS-INPUT-FILE>LSIFIP.BIN
LDA-OUTPUT-FILE>PP:
LDA -- BLK LOAD ADDRESS IS 2000
LDA -- TRANSFER ADDRESS IS 2414
ABS-INPUT-FILE>
MCR>BYE
```

PILLENSÄCKE

Sie haben zehn Säcke vor sich, alle mit gleichaussehenden Pillen gefüllt. Die Pillen unterscheiden sich nur im Gewicht. In neun Säcken befinden sich 1 g-Pillen, in irgendeinem jedoch 2 g-Pillen. Stellen Sie mit nur einem Wiegevorgang mittels Federwaage fest, in welchem Sack sich die 2 g-Pillen befinden.

(aus Computer Zeitung)

Auflösung im nächsten 'FEEDBACK'!

UNTERSTÜTZUNG EINES PROZESS-SATELLITEN LSI-11
DURCH EINE PDP 11/45 UNTER RSX-11D

W.Selos, W. Wöber

• Problemstellung

Im Zuge der Realisierung eines dezentralen Prozeßrechner-Systems ergab sich folgende Problemstellung:

Ein Langzeitversuch an einem Physikinstitut sollte möglichst unabhängig von der Verfügbarkeit des zentralen Rechners pdp 11/45, möglichst billig, aber mit Rechnerunterstützung automatisiert werden.

• Randbedingungen

- a) Meßdatenspeicherung und Offlineauswertung unter Verwendung des komfortablen Mehrbenützersystems an der pdp 11/45 (Abb.1)
- b) Meßwerterfassung und Prozeßsteuerung mit Hilfe eines kleinen preiswerten Satellitenrechners
- c) Erstellen der Programme für den Prozeßsatelliten mit möglichst geringem Aufwand am zentralen Rechner
- d) direkte Kopplung von Satellit und Zentralrechner zum Laden der Programme in den Satelliten und Ablegen der Meßdaten auf Platte oder Band des Zentralrechners

• Lösungsweg

Als Lösung wurde gewählt:

Prozeßsatellit LSI-11 und Kopplung mit pdp 11/45 über eine TTY-kompatible Asynchronverbindung.

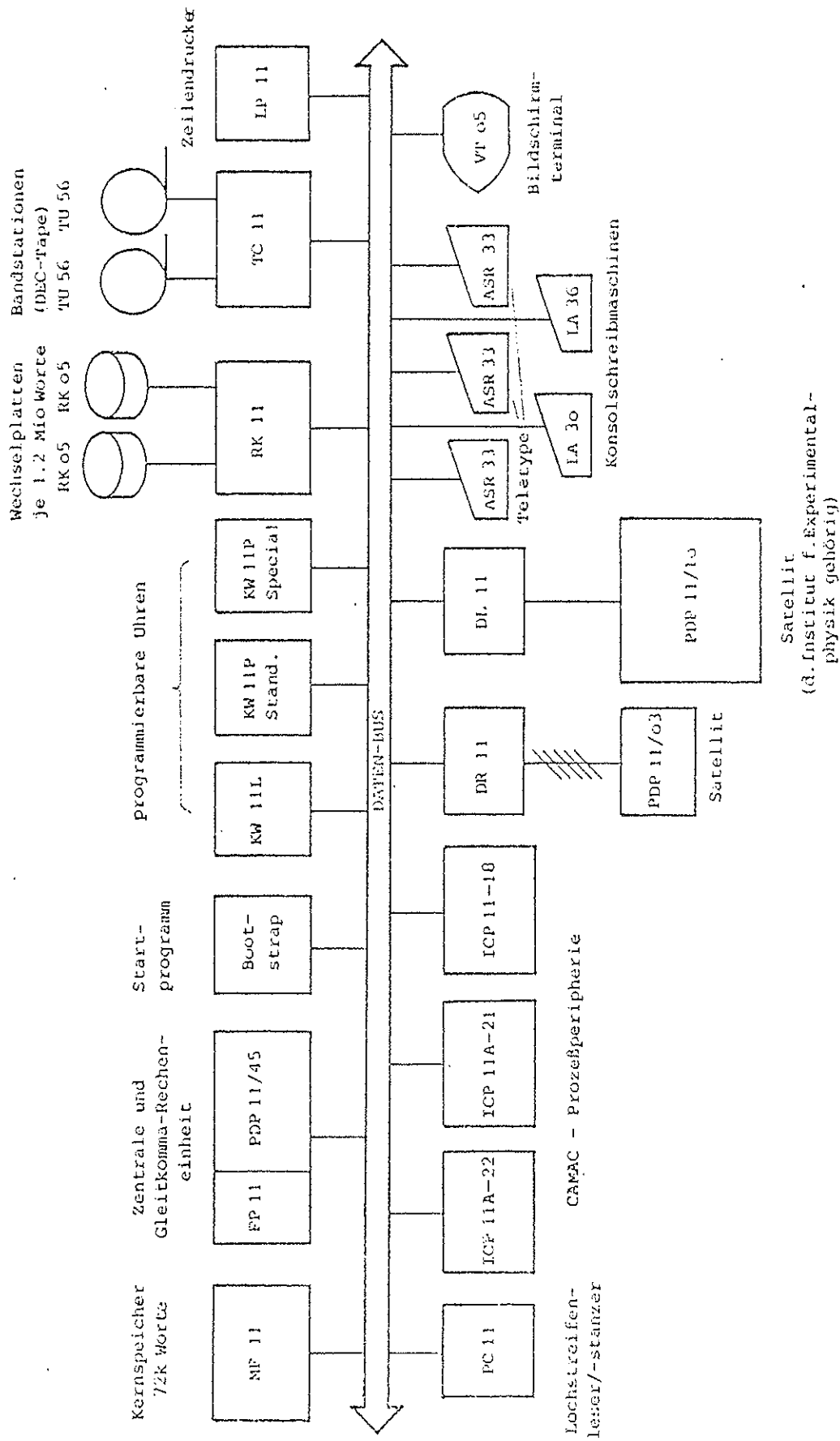


Abb. 1

MASCHINENKONFIGURATION SYSTEM pdp 11/45

Satellit
(d. Institut f. Experimental-
physik gehörig)

Diese Konfiguration bietet folgende Möglichkeiten:

- a) Ausnützung der pdp 11/45 für komfortable Programm-erstellung, da beide Maschinen nach einem weitgehend identischen Befehlssatz arbeiten.
- b) Benützung der Massenspeicherperipherie der pdp 11/45 für die Archivierung der Meßdaten auf Plattenkassetten oder Magnetbändern.
- c) Abarbeitung von interaktiven Auswerteprogrammen an der pdp 11/45 mit guter Antwortzeit unter dem Mehrbenutzerbetriebssystem RSX-11D.
- d) Unabhängigkeit des lokalen Satelliten bei kurzem Ausfall der pdp 11/45 (Stromausfall, Wartung ...), da der Satellit eigene Verarbeitungsmöglichkeiten und Datenpufferung vorsieht.
- e) komfortables Laden der Programme oder der Programmteile über die Rechnerverbindung, da der Umweg über Lochstreifen entfällt (Downlineloading, Overlays).

Da der Rechnerhersteller für die Kopplung von Prozeßsatelliten der Größenordnung LSI keine Standardsoftware zur Verfügung stellt, ergab sich die Notwendigkeit, ein Verbindungs- und Unterstützungsprogramm an der pdp 11/45 zu erstellen, das leistungsfähig genug war, auch erhöhten Anforderungen zu genügen. So mußte berücksichtigt werden, daß der Prozeßsatellit immer als aktiver Teil auftritt, da er die zeitabhängigen Funktionen zu realisieren hat und die Funktionsabläufe durch das Experiment bestimmt werden.

Dem Prozeßsatelliten wird vom Verbindungsprogramm ein Satz von Funktionen angeboten:

- Definition eines Ausgabefiles (open for write)
- Definition eines Eingabefiles (open for read)
- Übertragen eines Blockes in das Ausgabefile (put)
- Lesen eines Blockes vom Eingabefile (get)
- Freigabe des Eingabefiles (close)
- Freigabe des Ausgabefiles (close)
- Übergabe einer Meldung und Start eines Auswerteprogrammes (send & request)
- Ausgabe einer Meldung am zugeordneten Terminal der pdp 11/45
- Abbruch der logischen Verbindung (quit)

o Realisierung:

Halbduplexverbindung:

Der Rechner pdp 11/45 ist Slave und antwortet nur auf Anforderungen. Der Prozeßsatellit ist Master und gibt von sich aus Anforderungen ab.

Übertragungshardware: primär für serielle, asynchrone Verbindung vorgesehen, aber auch für 8 bit-Parallelverbindung über CAMAC realisiert. Eine 16 bit-Parallelverbindung über Digital- I/O ist in Ausarbeitung.

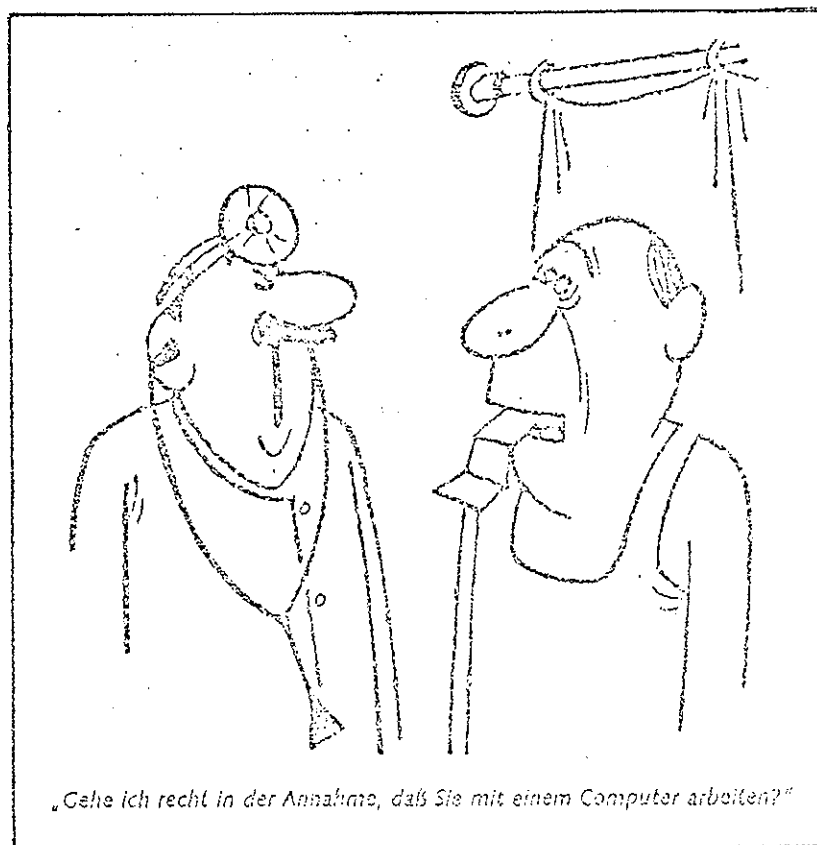
Übertragungsprotokoll: modifiziertes DEC "formatted binary" mit Kontrollteil und Prüfsumme.

Datenblocklänge: \emptyset bis 255 Informationsbytes plus Kontrollinformation und Prüfsumme.

Quittierung: Jeder übertragene Block wird mit einem Antwortzeichen, positiv oder negativ, quittiert.

Senden und Empfangen der Datenblöcke: über Interrupt-Service-routinen.

Die strikte Einhaltung des oben erwähnten Master Slave Verhältnisses bot auch die Möglichkeit, die Kommunikationsroutinen in der LSI-11 extrem speichersparend und flexibel zu entwickeln. In ein Prozeßanwendungsprogramm werden jeweils nur jene Funktionsteile eingebaut, die im Moment benötigt werden, da je nach Experimentverlauf weitere Module über die Verbindung nachgeladen werden können.



INTERTASK-COMMUNICATION ZWISCHEN
PDP 11/45 u. PDP 11/10

W. Kunft, W. Wöber

Wie bereits im Heft 3, 1977 beschrieben, wurde für das Projekt "Weiche Röntgenstrahlen" des Instituts für Experimentalphysik von der Abt. Prozeßrechenanlage eine Rechnerkopplung zwischen der pdp 11/45 der PRA und der pdp 11/10 des Instituts für Experimentalphysik realisiert. Die beiden Rechner sind asynchron über Interfaces vom Typ DL11 gekoppelt.

Da die Kopplungssoftware in der pdp 11/10 in eine bereits entwickelte Programmablaufsteuerung eingefügt werden mußte, wurden für beide Rechner Programmodule entwickelt, die eine Kommunikation zwischen zwei Benützertasks ermöglichen, die in der pdp 11/45 bzw. in der pdp 11/10 gleichzeitig ablaufen und aufeinander abgestimmt sind. In der pdp 11/45 sind diese Module Unterprogramme, die in FORTRAN aufgerufen werden können, in der pdp 11/10 wird auf die Kommunikationsmodule mittels Emulatortraps (EMT) von den Benützertasks aus zugegriffen.

Die pdp 11/10 stellt für die pdp 11/45 ein Terminal dar, d. h. der gesamte Datenaustausch wird in der pdp 11/45 über den Multiteletypehandler abgewickelt. Für die Abwicklung des Datentransfers wurde ein eigenes Leitungsprotokoll entwickelt, das auch den Austausch von Binärdaten ermöglicht.

Abb.1 zeigt das Zusammenwirken der einzelnen Softwaremodule.

Feedback, Heft 4 / 1977

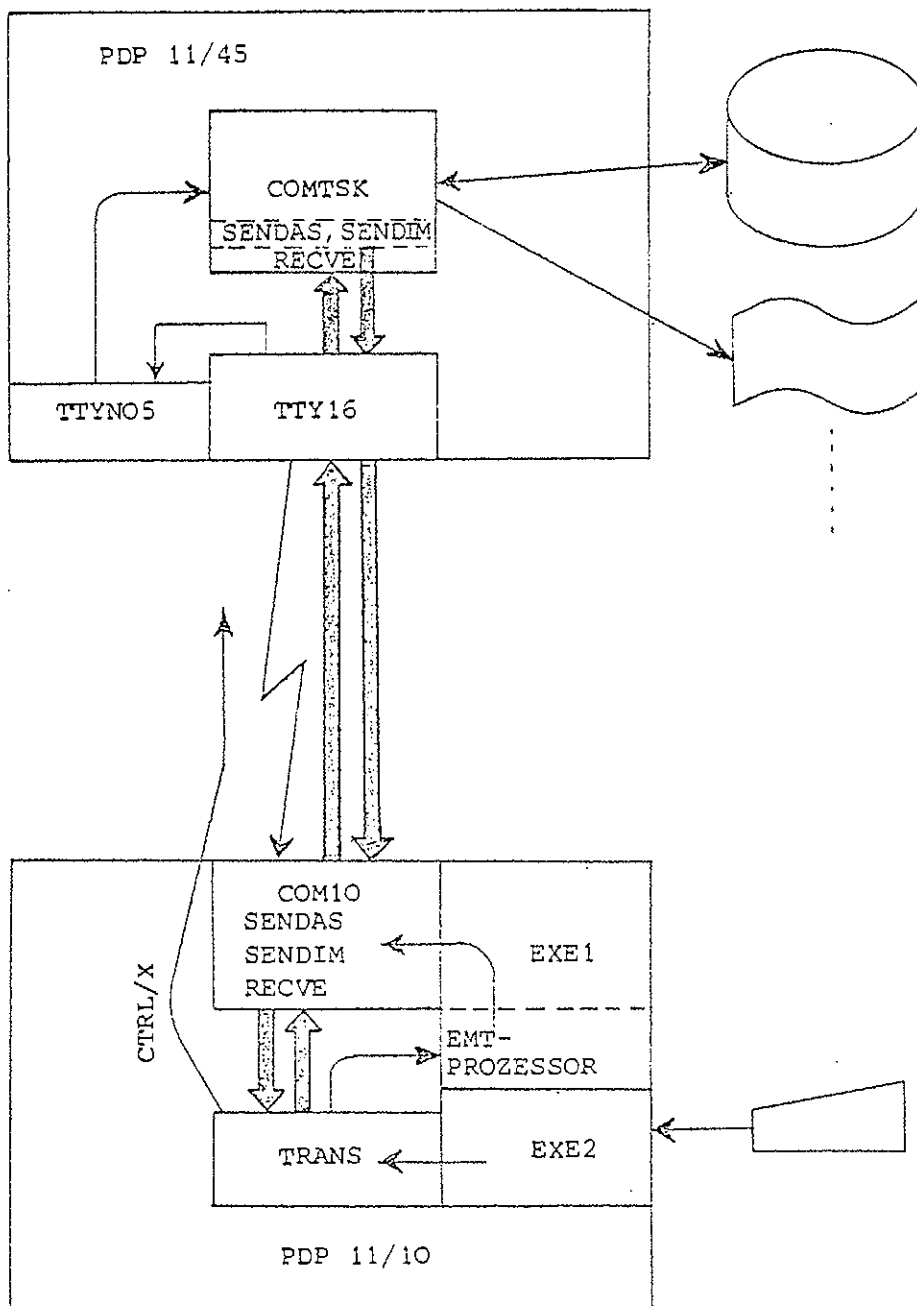


Abb. 1

Die Initiative geht von der pdp 11/10 aus. Der Task, der einen Datenaustausch mit der pdp 11/45 einleiten will (hier mit TRANS bezeichnet), sendet das Zeichen CONTROL/X auf die Leitung. Dieses Zeichen bewirkt, daß der Multiteletypehandler (TTY16) in der pdp 11/45 den Task TTYNOS startet. Dieser ist noch nicht der eigentliche Kommunikationspartner von TRANS, sondern ein kleiner privilegierter Task, der etwaige System- und Fehlermeldungen auf das Operatorterminal der pdp 11/45 umleitet. Dieser Task ruft den Kommunikationspartner (COMTSK) von TRANS auf. Ab jetzt stehen die beiden Benutzertasks in Verbindung. Durch Aufruf der Unterprogramme SENDAS (Sende ASCII Daten), SENDIM (Sende Binärdaten) bzw. RECVE (Empfange ASCII- oder Binärdaten) in den beiden Rechnern erfolgt der eigentliche Datentransfer. Dabei muß berücksichtigt werden, daß TRANS und COMTSK aufeinander abgestimmt sind, das heißt, daß jeweils einem Sendeaufruf in der pdp 11/10 ein entsprechender Empfangsaufruf in der pdp 11/45 gegenübersteht und umgekehrt.

Die Übertragungsmodule versuchen von sich aus mißlungene Übertragungen zu korrigieren. Erst wenn dies nach einer Anzahl von Versuchen, die der Benutzer selbst festlegen kann, nicht möglich ist, gibt das entsprechende Unterprogramm einen Fehlercode an das jeweilige Hauptprogramm weiter.

Die Übertragungsmodule in der pdp 11/10 werden von TRANS über den EMT-Prozessor des Betriebssystems angesprochen. Sie sind unter Ausnutzung der vorhandenen Betriebssystemfunktionen so erstellt, daß die Datenübertragung die pdp 11/10 nicht blockiert, sondern voller Multiprogrammbetrieb gewährleistet ist.

Der Benutzer kann die Programme COMTSK und TRANS durch entsprechendes Einfügen von Aufrufen der Kommunikationsroutinen in einfacher Weise der jeweiligen Applikation anpassen. Vom FORTRAN-Task COMTSK in der pdp 11/45 können alle Peripheriegeräte der pdp 11/45 angesprochen werden. Dadurch ist ein hoher Grad an Flexibilität gegeben.

SOFTWAREUNTERSTÜTZUNG DER PLOTTER UND
TV-AUSGABE AN DER PDP 11/34

W. Laußer

o Umstellung IBM 1800 - pdp 11

Durch die Umstellung der Rechenanlagen der PRA von der IBM 1800 auf Rechner der 11-er Reihe von DIGITAL wurde die Erstellung einer neuen Plotter-Software für diese Rechner und den vorhandenen HP-Analog-Plotter bzw. den Tektronix-Speicheroszillograf (Fernsehausgabe) notwendig.

Um dem Benützer innerhalb der TV-Rechenzentren möglichst hohe Kompatibilität zu bieten, wurde dieser Software als Basis die an der Abt. Hybridrechenanlage verwendete Software zugrundegelegt.

Von den daran durchgeführten Änderungen aufgrund der geänderten Hardware sind für den Benützer nur einige wenige von Bedeutung: diese sind der Beschreibung der Plotter-Software "Plotterprogramme der Prozeßrechenanlage" zu entnehmen. Wesentlicher als diese Änderungen sind die zusätzlichen, nur für die Benützung des Fernsehers als Ausgabemedium nötigen Routinen, die in derselben Broschüre beschrieben sind.

Außerdem werden zu dieser Software Überrouinen zur Verfügung gestellt, die die Syntax der ehemaligen 1800-Plotter-Programme aufweisen. Dadurch wird es möglich, Programme bzw. Programmteile, die den Plotter in der an der 1800 vorhanden gewesenen Form ansprechen, ohne wesentliche Änderungen auf die neue Rechenanlage zu übernehmen. Natürlich können die Programmpakete auch "gemischt" verwendet werden.

o Unterprogramme

Die folgende Zusammenstellung zeigt die an der 1800 bisher üblichen (und aufgrund der angeführten Überrouinen weiterhin gültigen) Routinen und ihre Entsprechung im neuen Programmpaket.

FPLOT, FPLT3 - PLOT; SCALF, SCAL3 - SCALE; FCHAR - SYMBOL;
FGRID - AXIS; POINT - SYMBOL; CIRCL - CIRCLE; SQUAR - RECT.

Folgende Programme sind neu und besitzen im alten Paket keine Entsprechung.

PLOTS, FACTOR, NUMBER, LINE, DASH, DASHLN, GRID.

Programme zur Verwendung des Fernsehers:

PLOTL, ERASE, DARK, LIGHT, STORE, NSTOR.

o Funktionsweise

Der an der PRA, Gußhausstraße eingesetzte Analog-Plotter wird über einen CAMAC-Modul mit 2 DAC-Ausgängen für X und Y (à 1024 Schritte) und 1 Schalter für die Federsteuerung angesprochen. Die tatsächliche Größe der Zeichnung kann über Software (FACTOR, SCALE) oder über Hardware am Plotter selbst kontinuierlich eingestellt werden. Während die SW-Verkleinerung den verwendeten Bildbereich auf einen Teil der maximalen Schrittzahl beschränkt, wird durch die Hardware-Verkleinerung nicht die maximale Schrittzahl, sondern die Schrittweite verringert.

Vom gleichen Modul kann ein Tektronix-Speicher-Oszillograf angesteuert werden, dessen Bild nach interner Abtastung und Umsetzung des Signals auf TV-Frequenz auf einem gewöhnlichen Fernsehgerät dargestellt werden kann. Da dieser Anwendungsfall vor allem dazu eingesetzt wird, um in relativ rascher Folge verschiedene Bilder darzubieten (Einsatz z.B. zur Darstellung von Diagrammen im Vorlesungsbetrieb), kann durch eine Routine (PLOTL) die Zeichengeschwindigkeit, die normalerweise auf ein für die Plotter-Mechanik sinnvolles Maß eingestellt ist, erhöht werden. Dadurch kann dasselbe Zeichenprogramm für beide Ausgabemedien verwendet werden.

TESTZEICHNUNG

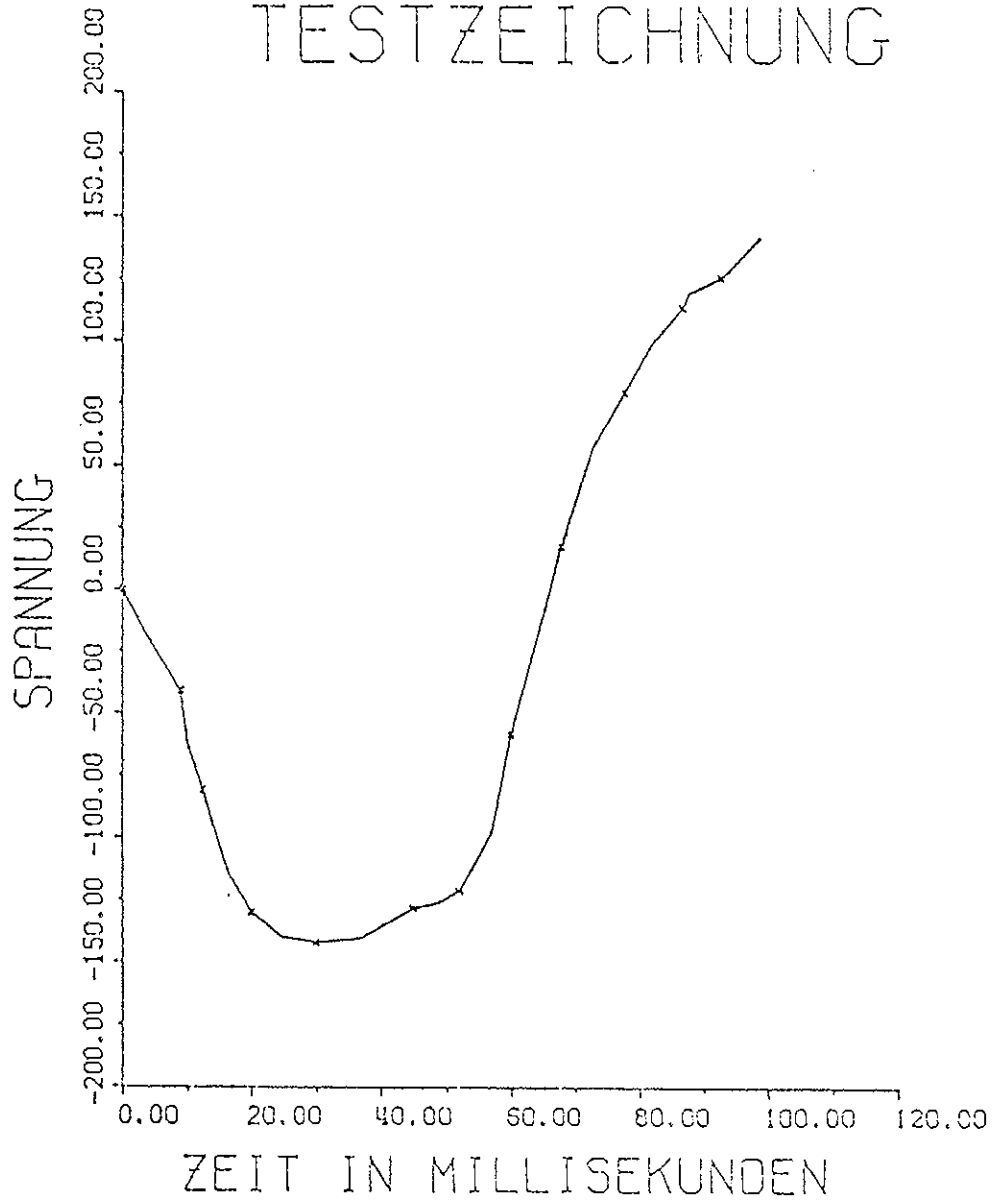


Abb. 1

CAMAC AN DEN RECHNERN DER PRA, BEREICH GUSSHAUSSTRASSE

F. Brichacek, H. Havas

o Was ist CAMAC?

CAMAC ist eine international anerkannte Norm für modular aufgebaute, computergesteuerte Meßsysteme. Sie spezifiziert die elektrischen, mechanischen und funktionellen Eigenschaften von Geräten, welche Daten zwischen einer Systemsteuereinheit und einem Prozeß austauschen.

CAMAC-Geräte werden heute zu Meß- und Steuerzwecken bei den verschiedensten Echtzeitprozessen im Forschungs- und Entwicklungsbereich eingesetzt.

CAMAC ist kein patentrechtlich geschützter Standard und kann kostenlos und ohne besondere Erlaubnis von jedermann benutzt werden. Ein großer Vorteil für den Benützer sind die vielen bereits auf dem Markt befindlichen CAMAC-Produkte. Die Flexibilität, mit der ein CAMAC-System an die eigenen Bedürfnisse angepaßt werden kann, ist im Vergleich zu den speziellen Ein/Ausgabesystemen der verschiedenen Hersteller wesentlich größer.

o CAMAC an der PRA

Die PRA besitzt im Einsatz von CAMAC im Institutsbereich der TU-Wien bereits einige Erfahrung. Der bei den Physikinstiuten im Hauptgebäude installierte Rechner pdp 11/45 der PRA ist seit dessen Bestehen mit CAMAC-Prozeßperipherie ausgestattet. Die in den einzelnen Instituten installierten CAMAC-Crates werden vom Rechner pdp 11/45 zentral angesteuert.

Auf mehrheitlichen Wunsch der Benutzer wurde für die neu installierten Rechnersysteme im Bereich Gußhausstraße ebenfalls das System CAMAC als Prozeßperipherie vorgesehen.

o CAMAC an den Rechnern im Bereich Gußhausstraße

Im Bereich Gußhausstraße wird CAMAC in zweifacher Weise eingesetzt.

Zentraler Prozeßrechner

Am zentralen Prozeßrechner pdp 11/34 ist über einen CAMAC-Crate Controller CA 11-F ein CAMAC-Crate angeschlossen, das unmittelbar neben dem Rechner installiert ist. In diesem Crate befinden sich eine Reihe von Modulen, die den Bedarf an Prozeßdaten-Ein/Ausgabefunktionen am zentralen Prozeßrechner abdecken. In Tab.1 sind die derzeit am zentralen Prozeßrechner im Bereich Gußhausstraße verfügbaren Module und deren wichtigste Kenndaten zusammengestellt. Über detailliertere Spezifikationen gibt Ihnen die PRA gerne weitere Auskünfte.

Die Anschlüsse der Module im Crate des zentralen Prozeßrechners werden über die noch vom Rechner IBM 1800 verfügbaren Ringleitungen an die Anschlußtafeln der einzelnen Institute verteilt. Von den Buchsen der Anschlußtafeln in den einzelnen Laboratorien kann so auf die zentral installierten CAMAC-Module zugegriffen werden. (Abb. 1).

FUNKTION	ANZAHL d. MODULE	ANZAHL d. EIN/AUSGÄNGE	SPEZIFIKATIONEN
Analoge Ausgänge	2	2	Ausgangsspannung ± 10 V Ausgangsstrom 20 mA Auflösung 12 bit
Digitale Ausgänge	1	32	Ausgang logisch \emptyset 0.0 - 0.4 V logisch 1 0.8 - 27.0 V, max. 100 mA open collector Temperaturbereich 0 °C - 45 °C logisch \emptyset und 1 vertauschbar
Digitale Eingänge	2	40 (davon 8 über Optokoppler)	Eingang logisch \emptyset < 250 μ A logisch 1 > 16 mA ($U_p \sim 1,4$ V) Grenzwert 60 mA Isolationsspannung 200 V Temperaturbereich 0 °C - 60 °C min. Pulsdauer 11 μ s Schaltverzögerung 10 μ s (durch Optokoppler)
JXY-10 Plotter Treiber	1	2 + 1	Koordinaten ± 5 V, Feder: dig. Ausgang
Analoge Eingänge	1	8	Eingangsspannung ± 5 V hochohmiger Eingang Auflösung 12 bit Einschwingzeit 5 μ s

Tab. 1

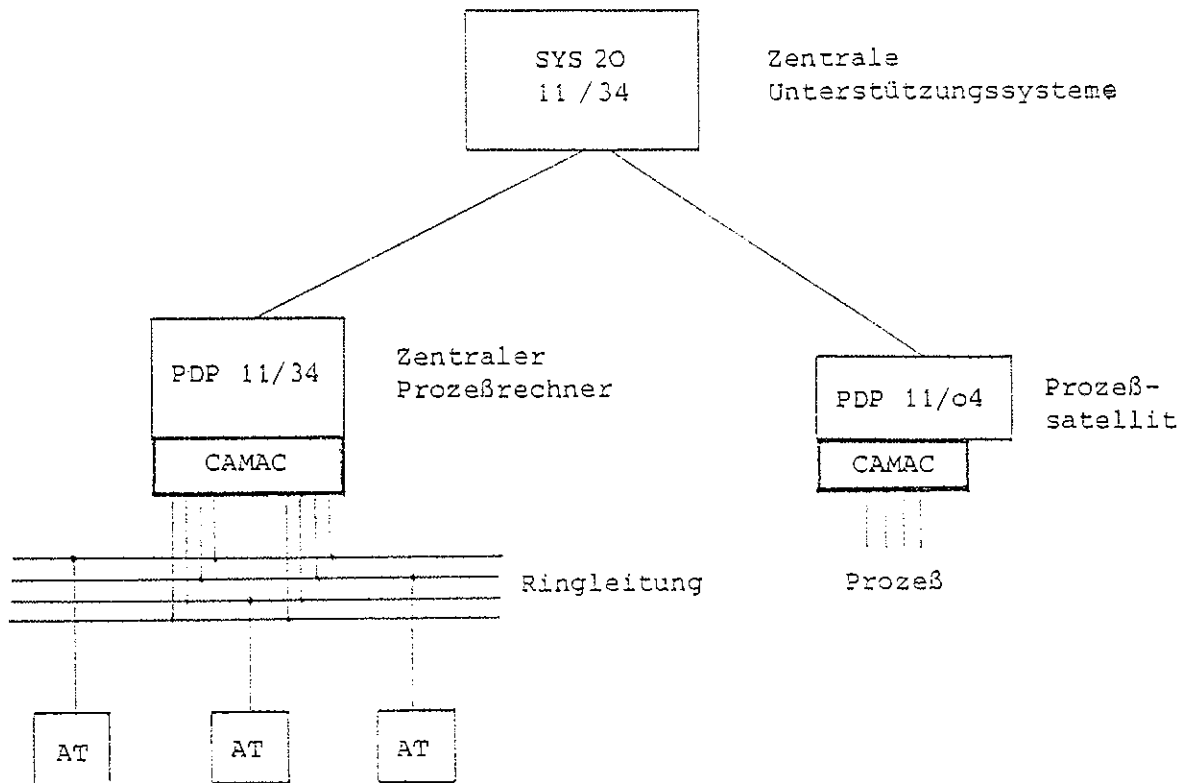


Abb.1

AT Anschlußtafeln
in den Instituten

Prozeßsatelliten

Für höhere Anforderungen an Sicherheit und Geschwindigkeit der Prozeßdatenübertragung zwischen Rechner und Prozeß ist der Einsatz von Prozeßkleinrechnern zielführender. Als Prototyp hierfür wurden im Rahmen der Ausschreibung zwei Systeme pdp 11/04 vorgesehen. Einer dieser Rechner ist ebenfalls mit CAMAC-Peripherie ausgerüstet. An diesem System pdp 11/04 der PRA ist ebenfalls über einen CAMAC-Crate-Controller CA 11-F ein CAMAC-Crate angeschlossen, in dem eine Reihe von Modulen untergebracht sind.

Die Auswahl dieser Module entspricht der jeweiligen Anwendung in jenen Instituten, denen der Satellit vorübergehend von der PRA zur Verfügung gestellt wird.

④ CAMAC-CRATE-Controller CA 11-F

Der Controller CA 11-F

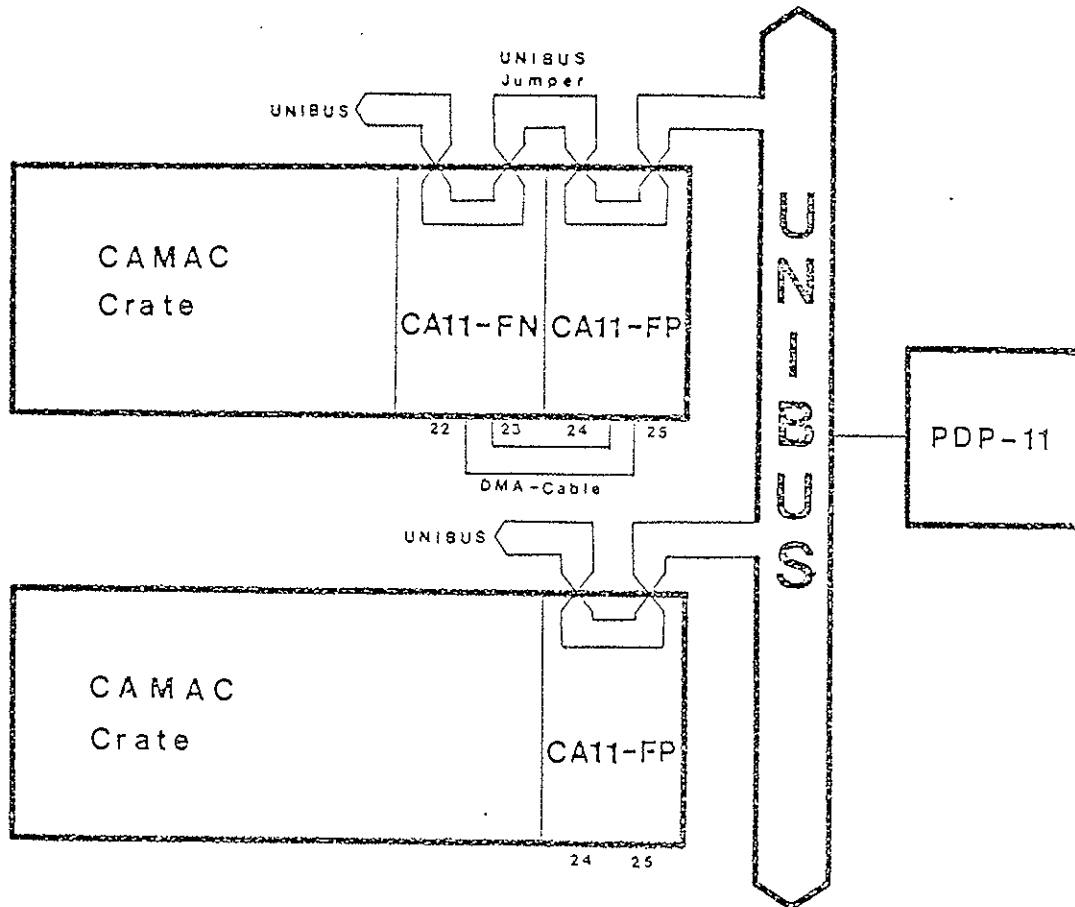
Der Controller CA 11-F ist der CAMAC-Controller zum Anschluß an den UNIBUS der pdp 11-Rechnerfamilie. Er besteht aus einem doppeltbreiten Single Crate I/O-Controller CA 11-FP, welcher durch ein weiteres doppeltbreites DMA-Modul CA 11-FN ergänzt werden kann.

Der I/O-Controller besitzt 6 UNIBUS-Adressen und ist für die Befehlsausführung und programmierte Datenübertragung zwischen Rechner und CAMAC-Modul, sowie für die Interruptbehandlung der CAMAC LAM-Signale oder Fehlermeldungen verantwortlich. Für schnelle Datenübertragung kann der DMA-Controller CA 11-FN mit weiteren 8 UNIBUS-Adressen neben dem CA 11-FP im CAMAC-Crate installiert werden. Auf diese Weise können bis zu 8 CAMAC-Module gleichzeitig einen LAM-synchronisierten Datentransfer durchführen. Die Daten werden dabei über 8 Datenkanäle zwischen dem Speicher und den CAMAC-Modulen übertragen.

Für jeden Datenkanal sind 2 Betriebsarten, LIST- oder DMI-Modus, möglich:

LIST-Modus bedeutet Blocktransfer zwischen einer CAMAC-Adresse und einer Reihe von aufeinanderfolgenden Speicheradressen. Dieser Modus wird vorwiegend für schnelle Datenerfassung benutzt. Im DMI-Modus werden die Daten als Zeiger zu einer Speicheradresse benutzt, deren Inhalt automatisch erhöht wird. Dies findet beispielsweise Anwendung bei der Puls-Höhen-Analyse (PHA).

Der Controller CA 11-FP ist beim zentralen Prozeßrechner pdp 11/34 und der Controller CA 11-FN beim Prozeßsatelliten pdp 11/04 eingesetzt.



I/O-Controller CA 11-FP

Der CAMAC-I/O-Controller enthält nur 6 programmierbare Register; dadurch wird der Nachteil der Belegung einer großen Anzahl von UNIBUS-Adressen vermieden.

Das Laden des Command Registers (NAFR) triggert einen CAMAC-Zyklus, welcher das Buffer Register (BR) lädt bzw. liest

oder einen CAMAC-Befehl ausführt. Der Inhalt des NAFR wird während jedes Zyklus zum CAMAC-Datenweg übertragen.

Das Control Status Register (CSR) erzeugt die CAMAC-Signale INITIALIZE (Z) und CLEAR (C) und zeigt den Zustand der X-, Q- und I-Leitungen an. Zusätzlich enthält es Bits zur Interruptmaskierung und besondere Bits für nicht genormte Zwecke, die vom Benutzer spezifiziert werden können.

Die beiden Datenregister BR (16 Bit) und HOBR (8 Bit) dienen zur Pufferung der zwischen den Rechner und dem CAMAC-System auszutauschenden Daten.

Die Alarmregister LR und HOLR puffern den Zustand aller LAM-Signale der CAMAC-Module. Das obere Byte des HOLR enthält einen 7-Bit Vektoroffset, der es ermöglicht, die Vektoradresse per Programm festzulegen.

DMA-Controller CA 11-FN

Der CAMAC DMA-Controller ist über einen separaten Stecker mit dem I/O-Controller verbunden. Bis zu 8 CAMAC-Module können gleichzeitig im DMA-Modus arbeiten. Jeder CAMAC-Steckplatz zwischen 1 und 21 kann wahlweise unter Programmkontrolle oder mittels DMA betrieben werden.

Um den simultanen parallelen Betrieb von 8 DMA-Kanälen zu ermöglichen, sind das Word Count Register (WCR) und das Bus Address Register (BAR) achtmal vorhanden.

Die 8 Kanäle werden durch eine schnelle Logik nacheinander abgetastet.

Falls ein CAMAC-Modul für den DMA-Betrieb vorgesehen ist, so ist es trotzdem möglich, das Modul vom I/O-Controller anzusteuern. Die LAM-Signale sind allerdings nur dem DMA-Controller zugänglich.

Jeder DMA-Kanal kann den gesamten Speicherbereich von 128 k Worten adressieren.

Jeder Registersatz des CA 11-FN besteht aus acht 16-Bit Registern.

Das Control Register (CTRL) dient zur Steuerung der Interrupts und Fehlermeldungen und zeigt außerdem den aktuellen Abtast-Status an.

Das Active Register (ACTR) enthält ein Byte, um einen der DMA-Kanäle zu aktivieren. Das andere Byte bestimmt den Betriebszustand, LIST oder DMI, für jeden Kanal.

Im DMI-Modus wird die aktuelle zu erhöhende Speicheradresse im Memory Increment Adress Register (MIAR) gespeichert.

Das Command Register (CMDR) hat die gleiche Aufgabe wie das NAFR im I/O-Controller, wobei die Stationsadresse N jedoch nicht spezifiziert werden muß. Der Inhalt des CMDR wird während eines jeden CAMAC-Zyklus auf den Datenweg geschaltet.

Im LIST-Modus enthält das Bus Adress Register (BAR) die Speicheradresse, auf die gerade zugegriffen wird. Die Adresse wird bei jedem UNIBUS-Zyklus um 2 erhöht, ebenso wird das Word Count Register (WCR) um 1 erhöht.

Im DMI-Modus wird der Inhalt des jeweiligen Offset Registers (OFSR) zu dem vom CAMAC-Modul kommenden Datenwort addiert, um daraus die zu inkrementierende Speicheradresse zu gewinnen. Diese Eigenschaft ermöglicht die Ablage des zu akkumulierenden Spektrums in einem beliebigen Speicherbereich.

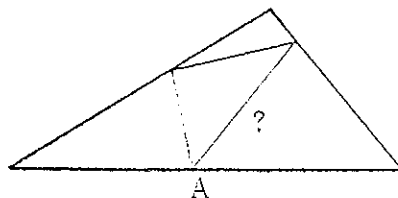
Ein Limit Register (LIMR) legt die obere Grenzadresse fest und verhindert, daß geschützte Speicherbereiche unbeabsichtigt überschrieben werden.

Alle Operationen mit den vorher genannten Registern sind nur wirksam, nachdem eine gültige Kanalnummer in das CTRL geladen wurde.

◦ CAMAC-Software

Die Ansteuerung der bisher beschriebenen CAMAC-Peripherie ist durch einfache Unterprogrammaufrufe möglich. Diese sind im Bericht "Software zur Unterstützung des CAMAC-Ein/Ausgabesystems unter den Betriebssystemen RSX-11D und RSX-11M", S.42, beschrieben.

Die Abbildung zeigt ein Dreieck mit einem festen Punkt (A) auf einer Seite.



Gesucht ist das eingeschriebene Dreieck mit minimalem Umfang, das einen Eckpunkt in A hat. Die Lösung soll rein konstruktiv ermittelt werden!

(W. Hadrian)

Auflösung im nächsten "FEEDBACK"!

SOFTWARE ZUR UNTERSTÜTZUNG DES CAMAC-EIN/AUSGABE-
SYSTEMS UNTER DEN BETRIEBSSYSTEMEN RSX-11D UND
RSX-11M

W.Selos

• Überblick

Zur leichteren Handhabung des CAMAC-Systems auf den Rechnern pdp 11/45 und pdp 11/34 wurde ein FORTRAN-kompatibles Programmpaket geschrieben.

Obwohl bei beiden Rechnern eine andere Hardwareschnittstelle (Interface) Verwendung findet, ist die Syntax der CAMAC-Unterprogramme auf beiden Rechnern gleich.

Die Verwendung dieser Routinen ermöglicht auch FORTRAN-Benutzern die CAMAC-Peripherie einzusetzen. Auf die sehr unterschiedlichen Eigenheiten der CAMAC-Module, die sehr flexibel gestaltet sein können, ist besonders Rücksicht zu nehmen.

Vor Beginn der Programmerstellung ist es unbedingt nötig, sich anhand der Manuals und Schaltpläne über die elektrischen und programmiertechnischen Eigenheiten des jeweiligen Moduls zu informieren. Es ist offensichtlich, daß große Flexibilität und Vielfalt eines Prozeß-I/O-Systems durch eine größere Anzahl von Parametern erkauft werden muß.

Die Unterprogramme sind so aufgebaut, daß in einer Parameterliste die CAMAC-Parameter N, A und F (bei der 11/45 noch Branchnummer und Cratenummer) anzugeben sind und, wenn nötig, noch eine Integer-Variable, welche das zu transferierende Datenwort enthält.

Die Ein- und Ausgabe erfolgt durch direkten Zugriff auf die Interface-Adressen, so daß diese den Realzeitanforderungen eher gerecht wird als die Standard-Ein/Ausgabe über Warteschlangen.

Ein zusätzliches Programm (privilegierter Task) serviciert die LAM-Interrupts durch Setzen von vorher definierten "Eventflags" (siehe RSX-11 Betriebssystem Spezifikationen).

- CAMAC-FORTRAN-INTERFACE für DEC-CA-11 + HANDLER unter
RSX-11M für MULTIUSERBETRIEB " C A M F O R " _ _ _ _

Verfügbare allgemeine Routinen:

- 1) CALL CAMFN (DUMMY,LUN,N,A,F)
CAMAC-Funktionen ohne Datentransfer
- 2) CALL CAMRD (DUMMY,LUN,N,A,F,IVAR)
Datentransfer CAMAC→INTEGER-VARIABLE
- 3) CALL CAMWT (DUMMY,LUN,N,A,F,IVAR)
Datentransfer INTEGER-VARIABLE→CAMAC
- 4) ICCS() INTEGER FUNCTION
Funktionswert = CSR-Inhalt
Der übergebene CSR-Inhalt wurde so modifiziert,
daß Bit 15 = Q-Response und Bit 0 = Errorbit
sind, was eine leichtere Abfragemöglichkeit er-
gibt.

LAM-Handling Routine:

- 5) CALL ASSLAM (DUMMY,LUN,N,LAM;EFN)
Zuordnung: LAM-CAMAC-MODUL→EVENTFLAG
Mit der Systemroutine CALL WAITER (EFN,) kann
auf die vom LAM gesetzte EVENTFLAG gewartet
werden.

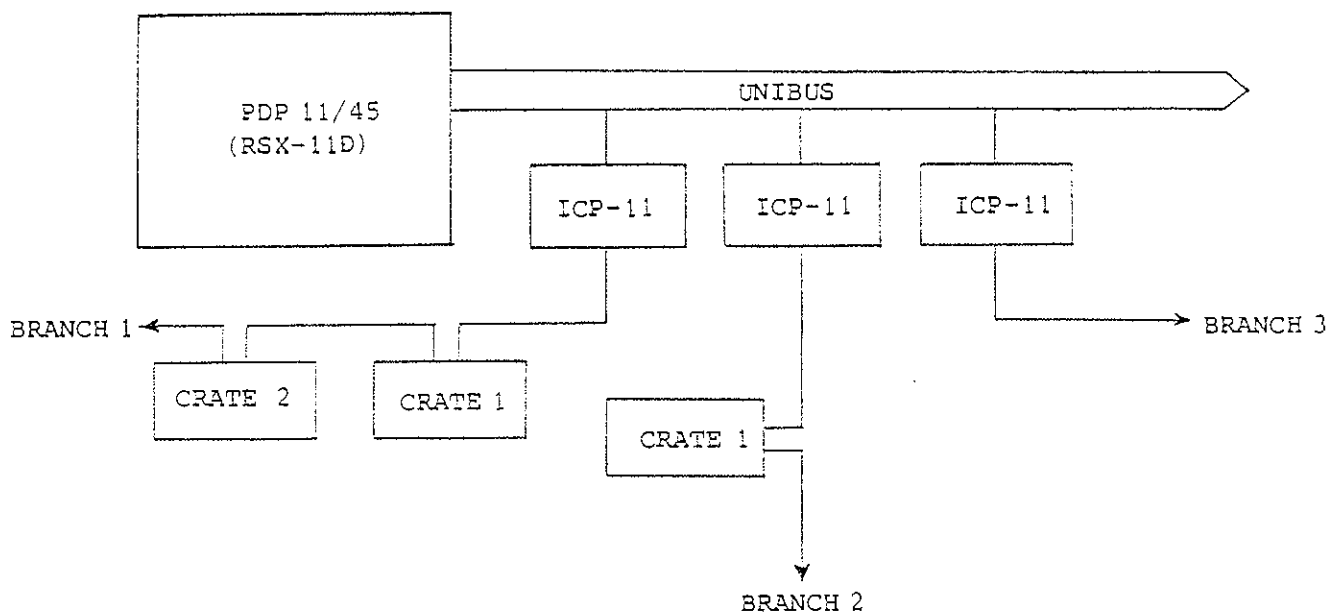
• Anwendungsbeispiel

Bei Drücken der LAM-Taste am Borer-Manual-Input-Register 1041, welches sich auf Station 23 befindet, soll ein Ausdruck am Terminal erfolgen. Für das CAMAC-I/O-System soll die LUN 5 verwendet werden.

Programmschritte:

	INTEGER DUMMY	
	CALL ASSLAM(DUMMY,5,23,23,4)	LAM-MODUL-EFN-ZUORDNUNG
	CALL CAMFN(DUMMY,5,23,Ø,26)	ENABLE LAM IM MODUL
	CALL WAITFR(4,)	WARTEN AUF EVENTFLAG
	WRITE(6,1ØØ)	AUSGABE AUF TERMINAL
1ØØ	FORMAT('***LAM OCCURING***')	
	CALL EXIT	
	END	

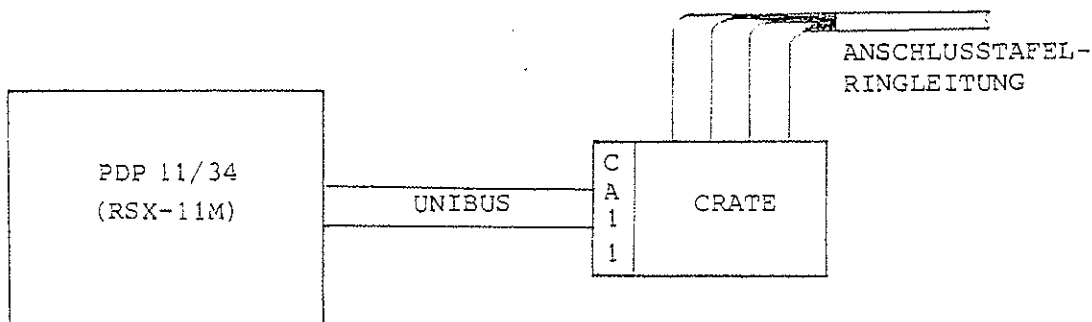
Unter dem Betriebssystem RSX-11D (11/45) muß, bedingt durch die Hardwarestruktur der an der 11/45 verwendeten CAMAC-Interfaces (Branch-System), in der Parameterliste anstelle von (DUMMY, LUN ...) (BRANCH,CRATE) angegeben werden.



PROZESSRECHNER PDP 11/45, BRANCH-SYSTEM (Hauptgebäude)

3 BRANCHES mit je einem ICP-11 Interface (Schlumberger), 7 CRATES/BRANCH möglich.

Abb. 1



PROZESSRECHNER PDP 11/34 (Gußhausstraße)

UNIBUS INTERFACE = CRATE CONTROLLER, CRATE steht beim Rechner

1 Interface CA-11 pro CRATE erforderlich

kein CAMAC BRANCH, Verteilung über Ringleitung.

Abb. 2

CAMSIM- PROZESSPERIPHERIE-SIMULATION

P. Tinkl

• Einführung

Beim Erstellen von Programmen, insbesondere bei Prozeßprogrammen, kommt dem Testen und Debuggen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Bequeme Testhilfen können hier eine wesentliche Zeitersparnis bringen und lassen oft wichtige Aussagen über die bei Prozeßprogrammen so wichtige Frage der Programmsicherheit zu.

Zu diesem Zweck wurde von der PRA ein Programmpaket entwickelt, das durch eine Simulation der gesamten Prozeß-Ein/Ausgabe ein erstes Austesten eines Prozeßprogrammes im "Offline-"Betrieb ermöglicht. Damit können nicht nur so wichtige Funktionen wie Programmabläufe und Regelalgorithmen im Detail und ohne Gefahr einer Hardwarezerstörung untersucht werden, sondern es kann auch eine Abgrenzung in der oft strittigen Frage: "Hardware- oder Softwarefehler?" getroffen werden. Solchermaßen von den "Kinderkrankheiten" befreit, lassen die Programme dann einen wesentlich verkürzten Testbetrieb und einen raschen Einsatz in der Prozeßsteuerung erwarten.

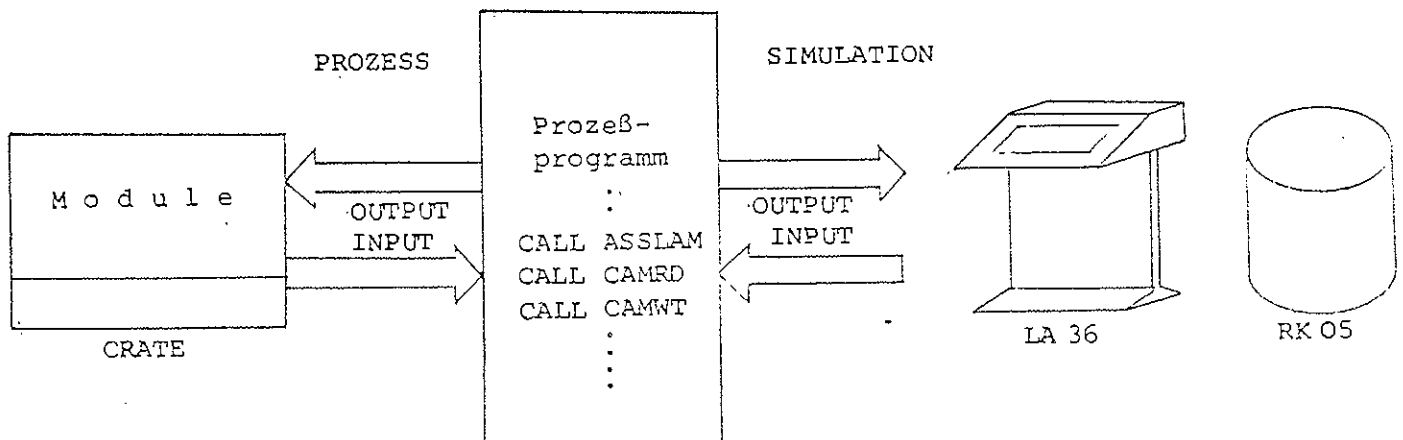


Abb.1 PROZESSEIN/AUSGABE-SIMULATION

Die Simulation selbst kann auf mehrfache Art erfolgen, wobei die gewünschte Möglichkeit mittels des ersten Parameters in der Parameterliste gewählt wird. Dieser Wert wird bei der CAMAC-Ein/Ausgabe nicht verwendet, sodaß mit der gleichen Parameterliste sowohl Prozeß als auch Simulation betrieben werden kann, (gilt nur für pdp 11-Rechner Gußhausstraße!).

• Kurze Beschreibung der Unterprogramme

Zum besseren Verständnis der Funktion der einzelnen CAMAC-Ein/Ausgabe-Routinen siehe Bericht "Software zur Unterstützung des CAMAC-Ein/Ausgabesystems unter den Betriebssystemen RSX-11D und RSX-11M", S. 42 .

CAMFN: Da mit dieser Routine kein Datentransfer verbunden ist, sondern bloß die CAMAC-Peripherie selbst angesprochen wird, ist dieses Unterprogramm für die Simulation von untergeordneter Bedeutung. Als Testhilfe ist lediglich die Möglichkeit der Ausgabe der Parameterliste zur Kontrollzwecken gegeben.

CAMRD und CAMWT: Diese Programme leisten den Datentransfer vom (read = RD) bzw. zum (write = WT) Prozeß. Die Simulation besteht nun darin, daß der Rechner beim Lesen den Eingabewert entweder vom Terminal angefordert oder von einem vorher mit dem Editor auf der Magnetplatte erstellten File liest bzw. beim Ausgeben etwa einer Regelgröße diese am Terminal oder auf ein Plattenfile schreibt. Es können so mit genau definierten Eingabewerten - entweder vom Terminal oder bei zeitkritischen Programmen von Plattenfiles gelesen - die Reaktionen der Programme sofort am Terminal überprüft bzw. auf Files Protokolle der Ausgabewerte angelegt werden. Die Wahl, ob ein Terminal oder ein Plattenfile verwendet werden soll, ob die Ein/Ausgabe dezimal oder oktal erfolgen soll, ferner ob die Parameterliste zu Kontrollzwecken ausgegeben werden soll, erfolgt wiederum mittels des ersten Parameters.

ICSR: Die Funktion übergibt den Inhalt des Control-Status-Registers des CAMAC-Crate-Controllers an das aufrufende Programm. Die Simulation retourniert hierverschiedene typische CSR-Werte, insbesondere mit gesetztem Q-bit zur Abfrage, ob ein Vorgang erfolgreich beendet wurde oder nicht.

ASSLAM: Die zeitliche Synchronisation mittels Interrupts ist naturgemäß am schwersten zu simulieren. Das Simulationsprogramm bietet hier vorerst die Möglichkeit, das Programm zu verzögern und mittels eines simulierten Interrupts vom Terminal her eine Eventflag zu setzen.

So kann teilweise die Funktion des "CAMAC-Look-At-Me" ersetzt werden. Außerdem kann die Eventflag auch sofort gesetzt und ferner wieder die Parameterliste ausgedruckt werden.

Alle Programme der Prozeßsimulation sind bezüglich Aufruf, Parameterliste und Funktion nach außen mit den Programmen der normalen Prozeß-Ein/Ausgabe voll kompatibel. Mit denselben Namen wie die CAMAC-Ein/Ausgaberoutinen versehen, stehen sie in einer eigenen Library, sodaß beim Wechsel von Simulation auf CAMAC-Peripherie einzig und allein ein neuer Taskbuilderlauf, nicht jedoch etwa eine Programmänderung nötig ist. Somit kann auf vergleichsweise bequeme Art und Weise die Testphase von Programmen wesentlich verkürzt werden.

• Beispiel: Einlesen eines Analogwertes

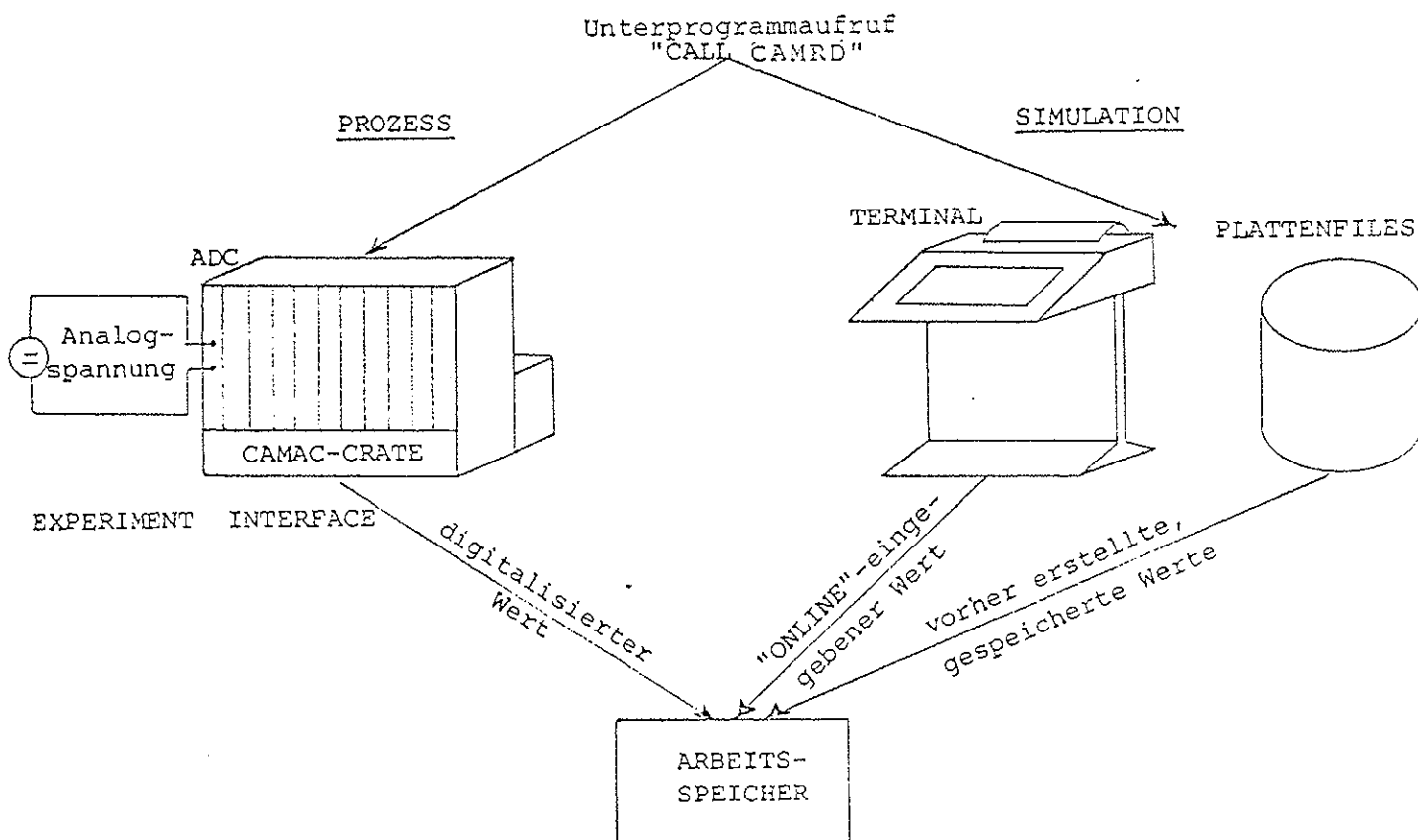


Abb. 2

B E N Ü T Z E R F O R U M

CNC-SYSTEM FÜR EINE ELEKTRONENSTRAHLBEARBEITUNGSMASCHINE

A. Schuler, Institut für Industrielle Elektronik der TU-WIEN

Seit ungefähr 15 Jahren werden Elektronenstrahlen hoher Energiedichte zur Materialbearbeitung verwendet, wobei vor allem die hohe Energiedichte im fokussierten Brennfleck neue Bearbeitungsmethoden (z.B. Tiefschweißen von Stahl bis zu 25 cm, Lochbohrungen innerhalb von μs und Gravieren von Mikrostrukturen im μm -Bereich) erschließt.

Die hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit (Vorschübe beim Schweißen bis zu 20 cm/s, beim Gravieren bis zu 10 m/s), die Anzahl der zu regelnden Größen (im Extremfall bis zu 7 Achsen) sowie die angestrebten Genauigkeitstoleranzen von $\pm 2 \mu\text{m}$ bei einem Arbeitsfeld von etwa 30 cm im Quadrat erfordern eine computerunterstützte numerische Steuerung (CNC) mit einem Datenfluß, der um Größenordnungen höher liegt als z.B. bei konventionellen CNCs für den Betrieb von klassischen Werkzeugmaschinen.

Abb. 1 zeigt eine schematische Anordnung der Elektronenstrahlmaschine und der mit ihr verbundenen Steuerung. Das Werkstück wird mittels eines Koordinatentisches bewegt, die Istposition wird durch ein optisches Meßsystem mit einer Genauigkeit von $2 \mu\text{m}$ erfaßt. Der Strahlstrom wird über einen Wehneltzylinder gesteuert und auf die Bearbeitungsfläche fokussiert. Um hohe Ablenkgeschwindigkeiten zu erreichen, werden Ablenkspulen möglichst niedriger Impedanz verwendet.

Die zu regelnden Größen sind:

- Position und Geschwindigkeit des Koordinatentisches,
- Strahlablenkung,
- axiale Fokusslage,
- Strahlstrom.

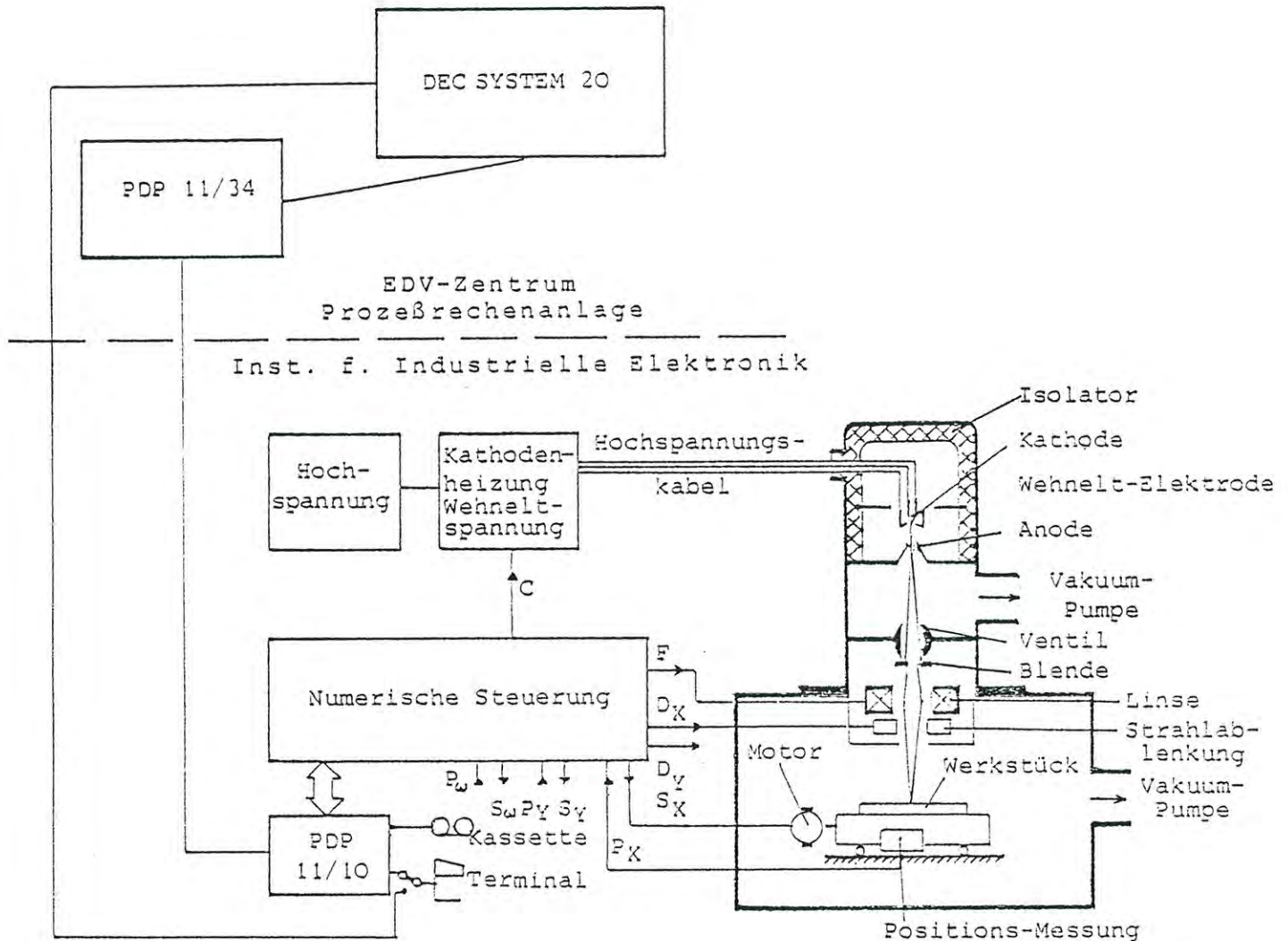


Abb. 1

Schematische Anordnung der Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlage mit rechnerunterstützter numerischer Steuerung.

Es bedeuten:

- S_x, S_y, S_w : Stellsignale für Tischsteuerung
- P_x, P_y, P_w : Positionsrückmeldung
- D_x, D_y : Strahlableitung
- F : Fokussierung
- C : Strahlstromsteuerung

Der institutseigene Kleinrechner (pdp 11/10) ist über DECNET mit dem Unterstützungssystem (pdp 11/34 und DEC SYSTEM 20) des EDV-Zentrums gekoppelt.

Zufolge der hohen Geschwindigkeitsansprüche, die vom konventionellen Kleinrechner nicht mehr erfüllt werden können, entschied man sich für einen hierarchischen Aufbau, dessen Aufgaben prinzipiell in 4 Gruppen einteilbar sind:

- a) Verarbeitung und Aufbereitung der Eingabedaten durch den Kleinrechner,
- b) Interface zwischen Strahlmaschine und Computer,
- c) Schnelle Sollwertbildung durch einen festverdrahteten DDA-Prozessor (INTERPOLATOR),
- d) Steuerung und Überwachung des technologischen Prozesses.

Die unter b),c) und d) genannten Funktionen werden durch schnelle Hardware-Einheiten realisiert, die im wesentlichen parallel arbeiten. Der Kleinrechner ermittelt aus den geometrischen Eingabedaten nur mehr charakteristische Parameter der Bahnkurve (Stützpunkte, Kreisradien etc.) und stellt sie in einem FIFO^{*)}-Speicher der Numerik zur Verfügung. Der Interpolator kann dann abschnittsweise die Sollwerte mit einer Frequenz bis zu 1 MHz interpolieren, während der Kleinrechner mit der Datenaufbereitung beschäftigt ist. Parallel erfolgt über eine zentrale Steuerungseinheit eine automatische Überwachung und Steuerung des Prozesses (Überwachung des Strahlablenkbereiches, Korrektur der Fehlposition des Tisches über die Strahlablenkung, Ermittlung und Verteilung von Statusinformationen usw.).

Zum automatischen Betrieb wird die bereits vorhandene, für die Anlage IBM 1800 entwickelte, interaktive Prozeßsprache PREBA (Programmierung von Elektronenstrahl-Bearbeitungs-Anlagen) für die neue Maschinenkonfiguration weiterentwickelt. Damit wird es auch in Zukunft möglich sein, geometrische Strukturen einfach zu programmieren und für die Bearbeitung mit technologischen Kenngrößen zu verknüpfen.

dort vorhandene Softwareunterstützung zur Programmerstellung genutzt werden.

*) First in - First out

MASSENSPEKTROMETER - IBM-S/7 - KOMBINATION FÜR DIE UNTERSUCHUNG PULVERFÖRMIGER KATALYSATOREN

J. Latzel, Institut für Physikalische Chemie der TU-Wien

Abstract: Die Reaktionsprodukte und Desorptionsprodukte von pulverförmigen Katalysatoren werden mittels massenspektrometrischer Messungen analysiert. Durch Aufnahme, Speicherung, Korrektur und Präsentation von massenspektroskopischen Daten mittels Prozeßrechner konnte die Effizienz dieser Untersuchungen wesentlich gesteigert werden.

• Einleitung

Die Massenspektrometrie (1) ist eine physikalische Analyse-methode. Verdampfbare Substanzen werden im Vakuum ionisiert. Dabei tritt auch Bruch des Moleküls ein. Die entstandenen Molekül- und Bruchstückionen werden im Massenspektrometer nach ihrer Masse getrennt und liefern ein Massenspektrum (Abb.1). Jede Substanz hat ein charakteristisches Massenspektrum. Das Spektrum von Gemischen kann als Linearkombination der Spektren der Gemischkomponenten angesehen werden. Die Kenntnis der Einzelspektren vorausgesetzt, kann durch Lösen eines linearen Gleichungssystems die quantitative Zusammensetzung des Gemisches ermittelt werden. Dies wäre eine Alternative zur Gaschromatographie (1) (2). Auch intensive Bruchstücke können als Charakteristikum einer Substanz angesehen werden. Verfolgt man zeitliche Konzentrationsänderungen durch kontinuierliche Registrierung von Massenspektren, so ist die zeitliche Intensitätsänderung dieser charakteristischen Signale von Bedeutung. Diese Technik wird "Massenfragmentographie" genannt (= Intensität einer bestimmten Masse aufgetragen gegen Zeit oder Temperatur).

MSPRO4, MS-STRICHESPEKTRUM

REC# = 195
 GRUPPEN# = 1
 SPEKTREN# = 75
 MASSENBEREICH = 11-50

DATE = 77- 3-18
 UHRZEIT = 1044.13
 REL.ZEIT(SEC) = 1858
 TEMPERATUR(CELS) = 532

KORR.GRUNDLINIE = MIN.INTENSITAET = 28

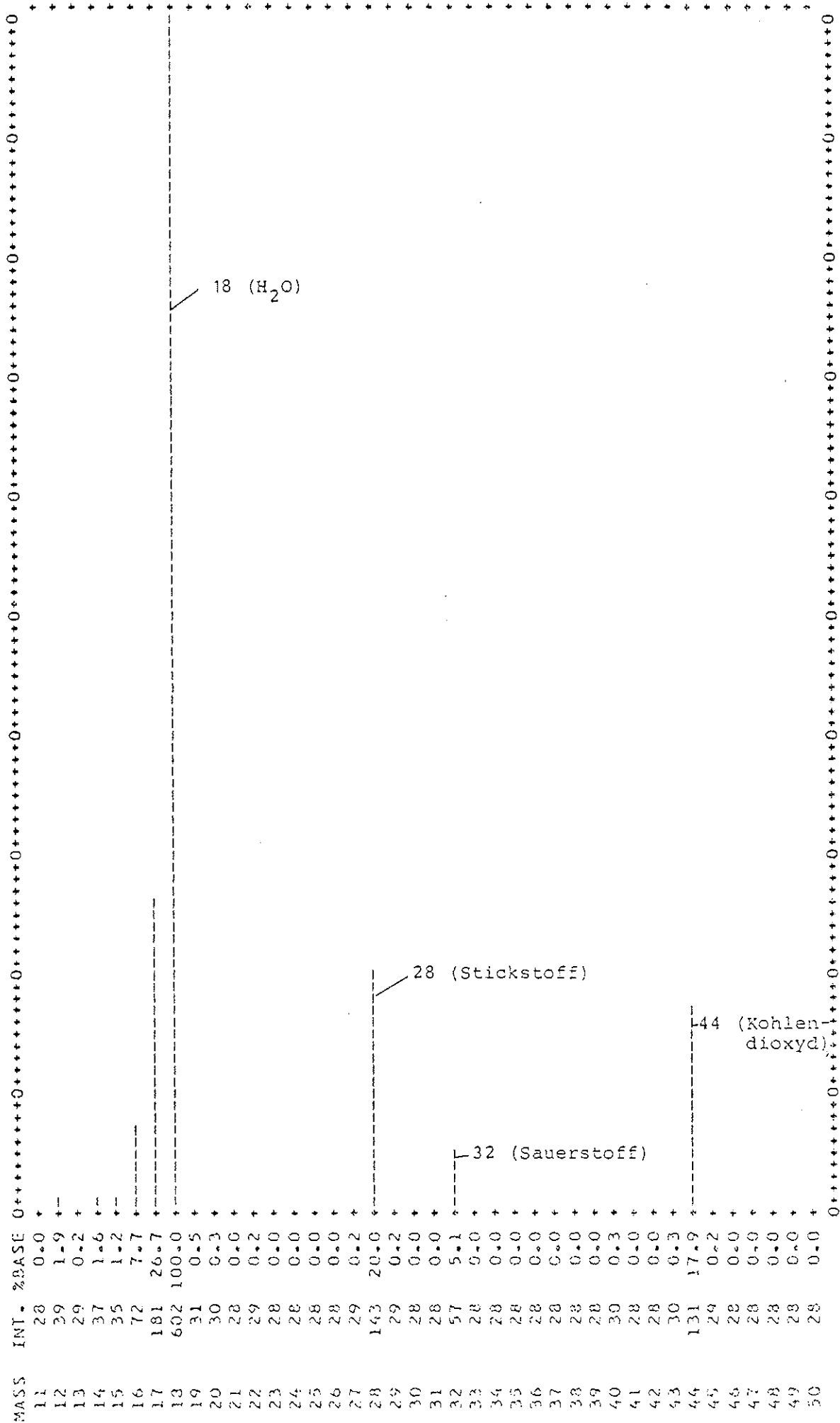


Abb. 1

MASSENSPEKTRUM EINES GASGEMISCHES

Bei der Untersuchung von pulverförmigen Katalysatoren interessiert den Chemiker u.a. wie rasch der Katalysator die (gasförmigen) Ausgangsstoffe umsetzt, bzw. welche Reaktionsprodukte entstehen. Dazu sind in definierten Zeitabständen Gasanalysen des Reaktionsgemisches notwendig mit dem Ziel, Konzentration/Zeit-Diagramme für die beteiligten Substanzen zu erhalten. Ebenso interessieren die bei Temperaturerhöhung von der Katalysatoroberfläche freiwerdenden (gasförmigen) Substanzen. Durch wiederholte Analyse der desorbierenden Verbindungen erhält man hier ein Temperatur/Konzentration-Diagramm, das sogenannte "Desorptionsspektrum" (5). Diese Techniken können zwar durch Registrierung der Massenspektren auf Papier und manuelle Auswertung durchgeführt werden, jedoch ist der Aufwand sehr groß. Aufnahme, Speicherung und gewünschte Präsentation der Daten mittels EDV machen hingegen diese Techniken zu raschen und wirkungsvollen Untersuchungsmethoden bei der heterogenen Katalyse.

Obwohl das erste Konzept zur Realisierung von Auswertungen massenspektroskopischer Daten durch den Prozeßrechner IBM-S/7 Mitte 1975 erstellt und erste Aufnahmeversuche durchgeführt worden waren (3), schafften erst die Ende 1976 von der PRA neu angebotenen Routinen zum Betreiben der Prozeß-Peripherie (4) die Startbasis für ein größeres Programmsystem.

• die EDV-Unterstützung mittels QMS77

Das Aufnahme- und Auswertesystem QMS77 (Quadrupole mass spectrometer system 1977) besteht aus etwa 30 Programmen. Programmiersprache ist FORTRAN, erweitert durch spezielle, von der PRA zur Verfügung gestellten Subroutinen (4). Die Aufnahmen der Spektren erfolgt im MPOS/7 (4), die Auswertung und Verwaltung der gespeicherten Daten im DSS/7 (4). Darüber hinaus existiert zur User-Unterstützung eine kleine Datenbank mit Kommentaren und Kurzbeschreibungen der Programme, die im Bedarfsfall abgefragt werden kann. Der Datenflußplan in Abb.2 gibt einen Überblick über das System.

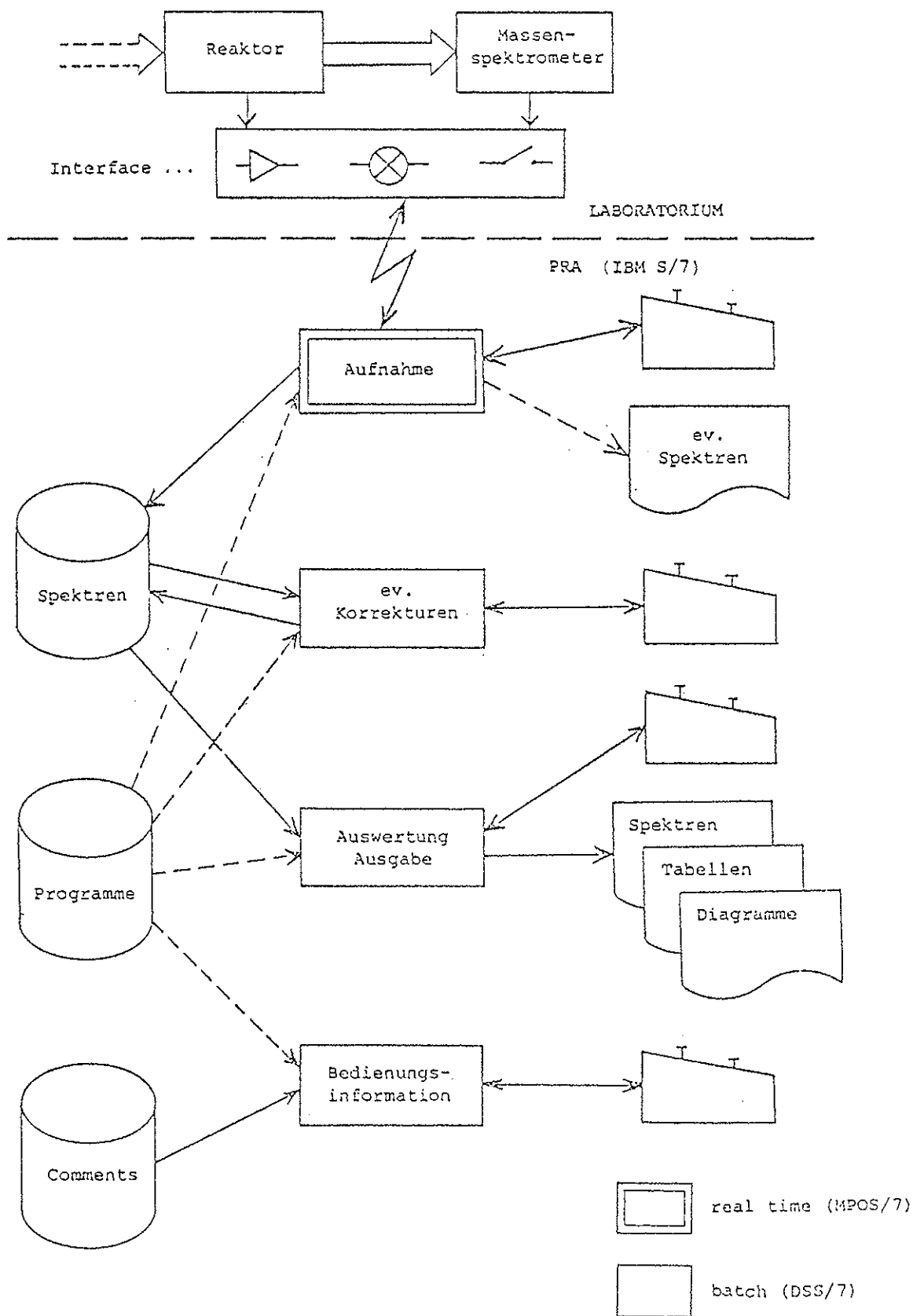


Abb.2 DATENFLUSSPLAN DES QMS77

• im MPOS/7 (Real Time)

Aufnahmeprogramme und Testprogramme zur Eichung und Überprüfung laufen in Echtzeitverarbeitung. Das allgemeine Aufnahmeprogramm MSINØ1 kann, nach Eingabe diverser Parameter über Keyboard vom Interface aus gestartet werden (DI). In der Folge werden beliebig viele (max.1200) Massenspektren in periodischen, mittels Parameter frei wählbaren Zeitabständen bis zu einer eingegebenen End-Zeit aufgenommen. Immer wenn der Rechner ein Spektrum vom Massenspektrometer übernimmt, leuchtet zur Kontrolle am Interface der Aufnahmeindikator (DO). Zusammen mit den massenspektroskopischen Daten werden Reaktortemperatur, Zeit, Datum und Aufnahmeparameter auf ein Direct Access File (Magnetplatte) geschrieben. Am Ende einer Aufnahmeserie (= wenn die End-Zeit erreicht ist) wird ein Report über den belegten Plattenbereich (record numbers) über TTY ausgegeben. Dies ist für die Wiederfindung der Daten bei der Auswertung notwendig. Es kann damit auch eine Versuchskartei angelegt werden (Abb. 3).

Durch geeignete Wahl der Parameter kann man nicht nur ganze Spektrenserien (für Verfolgung zeitlicher Abläufe), sondern auch Einzelspektren mittels Startsignal aufnehmen.

Das Programm MSINØ1 benötigt etwas weniger als 7 k Speicher.

• im DSS/7 (Batch)

Die Auswertung und eventuelle Veränderung der auf Platte gespeicherten Daten erfolgt im Batchbetrieb. Zwei allgemein gehaltene Programme geben Zeit- bzw. Temperatur/Intensität-Diagramme einzelner Molekülionen oder Bruchstückionen am Zeilendrucker (5024) aus. Der File-Zugriff erfolgt über record numbers (bekannt aus dem End-of-job-report).

Intensität-, Zeit- und Temperaturskala können in Bereich und Maßstab variiert werden. Ebenso ist es möglich, das Untergrund-

spektrum des Massenspektrometers zu eliminieren (Spektrensubtraktion), Ausreißer zu ignorieren und Kurven zu glätten.

Weitere Batch-Programme dienen dem Erstellen von Wertetabellen, Strichspektren (Abb.1) und der Korrektur oder Umrechnung von Daten.

• Beispiel einer Thermodesorptionsmessung an Calciumoxid (CaO)

Die Oberfläche von CaO wird während der Lagerung von Wasser (H₂O) und Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre bedeckt. Durch lineare Temperaturerhöhung und kontinuierliche Massenspektren-Registrierung kann mittels QMS77 ein Desorptionsspektrum erstellt werden (Abb. 4). Der Temperatur/Intensität-Verlauf des Massensignals 18 repräsentiert die Desorption des Wassers (Maximum bei 440°C), der der Masse 44 (640°C) die Kohlendioxid-Desorption.

• Problemorientierte Programme

Zur Unterstützung spezieller Meßtechniken wurden einige problemorientierte Programme entwickelt. So wird die Dehydratisierung und Dehydrierung von 2-Butanol mit Massenspektrometer und Rechner derart untersucht, daß nicht nur die Massenspektren des Reaktionsgemisches aufgenommen, sondern diese gleich in Mol% der Gemischkomponenten umgerechnet und ausgegeben werden (Abb.3). Gegenüber der Gaschromatographie (1)(2) bringt dies eine Zeitersparnis von ca.80%.

Bei Testreaktionen für Oberflächeneigenschaften von Katalysatoren genügt nicht nur eine graphische Auswertung (z.B. Zeit/Intensität-Diagramm), sondern es werden bestimmte Größen ermittelt (Reaktionsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitskonstanten, etc.). Ein derartiges spezifisches Auswerteprogramm liefert

eine Maßzahl für die Basizität von Katalysatoroberflächen entsprechend dem Deuteriumaustausch zwischen Aceton- d_6 und Wasser in der Gasphase (6).

• Ausblick

In Zukunft sind folgende Erweiterungen geplant:

- Ausgabe von Diagrammen über Bildschirm und X/Y-Schreiber
- Automatische Aufnahmeparameter-Optimierung
- Erweiterung und Abschluß der Informationsdatenbank für den Benutzer
- Erstellung weiterer problemorientierter Programme
- Errichtung einer (externen) Datenbank für katalysatorspezifische Desorptionsspektren (siehe auch (5)).

• Dank

Herrn L.TAUER von der PRA möchte ich für viele Hinweise und Auskünfte danken, ebenso Herrn G.KAES für Erstellung diverser Programme und Fr1.S.HERZL und Herrn VATHILAKIS für die Durchführung von Tests.

• Literatur

- (1) Analytikum, VEB, Leipzig 1971
- (2) G.WEHRBERGER, Feedback Heft 1, 49 (1976)
- (3) L.TAUER, Feedback Heft 1, 40 (1976)
- (4) L.TAUER, Feedback Heft 2, 17 (1976)
- (5) G. KAES, J. LATZEL, Feedback Heft 4,63 (1977)
- (6) J. LATZEL et al., Z.physik. Chemie.

PROZESSRECHNERGESTEUERTE DESORPTIONSAPPARATUR

G. Kaes, J. Latzel, Inst.f.Physikalische Chemie der TU-Wien

Abstract: Mit Hilfe der IBM-S/7 wurde ein Programmpaket zur Kopplung einer Desorptionsapparatur mit einem Prozeßrechner, bestehend aus einem Steuer- und Aufnahmeprogramm sowie diversen Auswertungsprogrammen, erstellt.

Die temperaturprogrammierte Desorption (TPD) liefert dem Chemiker wichtige Hinweise auf Art und Charakter (Acidität, aktive Zentren etc.) von Katalysatoroberflächen (1). Im Prinzip wird an einem Katalysator eine geeignete Substanz adsorbiert. In einem Edelgasstrom (He) werden die vom Katalysator mit steigender Temperatur desorbierenden Substanzen mit zwei Gaschromatographiedetektoren (Wärmeleitfähigkeits- und Flammenionisationsdetektor) registriert. Die Kombination dieser beiden Detektoren ermöglicht die Unterscheidung von organischen und anorganischen Verbindungen. Das erhaltene Temperatur/Intensitäts-Diagramm (Desorptionsspektrum) (Abb. 1) ist für das betrachtete Adsorptionssystem charakteristisch. Für eine geplante Systematik solcher Systeme ist eine Vielzahl von Versuchen und, damit verbunden, eine sehr große Datenmenge erforderlich. Zur Durchführung derartiger zeitintensiver Routineuntersuchungen und zur Datenreduktion bot sich Automation unter Verwendung eines Prozeßrechners der Prozeßrechenanlage (PRA) des EDV-Zentrums der TU-Wien an.

Die Programme wurden in FORTRAN IV mit Hilfe der von der PRA ausgearbeiteten Routinen (2) erstellt, mit denen es möglich war, in einem FORTRAN Programm System Resources wie z.B. Analog-Input, Timer, asynchronen Start von Subroutinen mit Events etc. anzusprechen. Nachdem es gelungen war, Batch- und Real-timeprogramme in einer Partition automatisch hintereinander auszuführen, wurde das Programmpaket von einer Default-Auswertung mit dem Zeilendrucker (5024) und einem Lochstreifen-

 = TPO - AUSWERTUNG =

INSTITUT FUER PHYSIKALISCHE CHEMIE
 GRUPPE ICA-X 100% / BENZOL

TU-WIEN
 VERSUCH NR. 1

DATE : 77- 3- 3
 TIME : 15-16-58

ANFANGSTEMPERATUR 50 GRD
 ENDTEMPERATUR 600 GRD
 SPREIZUNG VON 50 BIS 500 IM ABSTAND VON 10 GRAD
 GRUNDLINIE = MIN. INTENSITAET = 3273 = 0 %

INKREMENT 10 GRD/MIN
 DELAYTIME 15 MIN
 RANGE = [404] = 100%

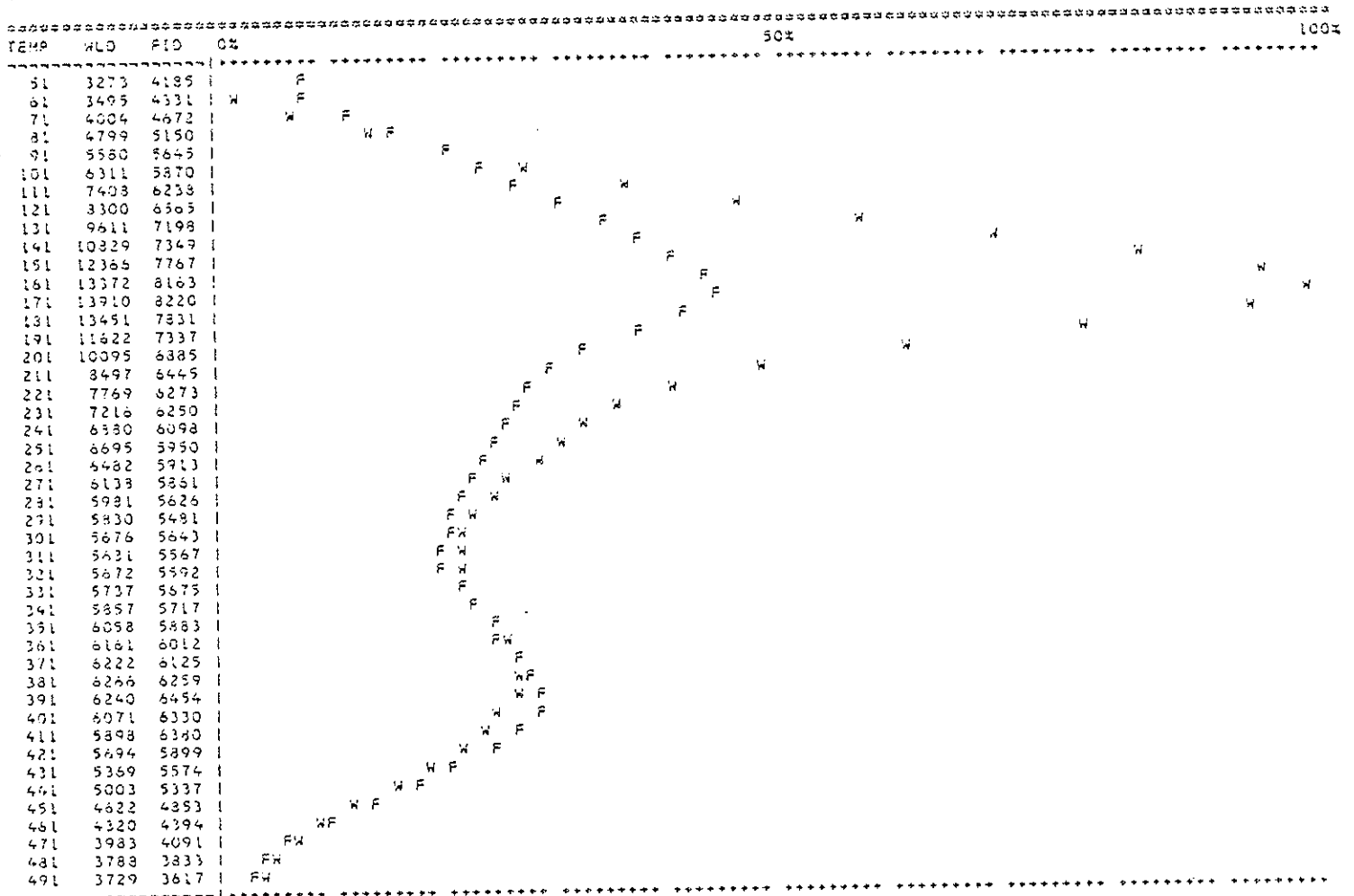


Abb. 1 DESORPTIONSSPEKTRUM

stanzprogramm abgeschlossen (Abb. 3). Letzteres ermöglicht die Errichtung einer Datenbank für katalysatorspezifische Desorptionsspektren nach Umstanzen der Lochstreifen auf Lochkarten. Die automatische Abfolge mehrerer Programme ermöglicht unbeaufsichtigten Nachtbetrieb mit Aufnahme, Auswertung und Datensicherung auf Lochstreifen von maximal 5 Desorptionen. Das Realtimesteuer- und Aufnahmeprogramm schaltet über Digital-Outputs Hauptstromversorgung, Hauptgasströme und hintereinander die 5 Reaktoren mit Magnetventilen. Innerhalb eines Versuches wird eine Starttemperatur eingestellt, eine frei wählbare Zeit zur Beruhigung des Detektorsignales gewartet und dann mit einem wählbaren Temperaturinkrement linear bis zur Endtemperatur aufgeheizt. Alle frei wählbaren Parameter werden über das Operator-Terminal (5028) eingegeben und von einem Startprogramm auf Platte geschrieben.

Während all dieser Phasen wird vom Rechner ein "Live"-Signal (Rechtecksignal mit 5 Hz) über einen Analog-Output geliefert, das über eine Integrator- und Verzögerungsschaltung die Hauptstromversorgung aufrecht erhält. Dieses Signal gewährleistet den rechnergesteuerten Ablauf des Prozesses und würde bei etwaigem Ausfall der Rechnerkontrolle (Overflow, Error, Programm mit höherer Priorität, Netzausfall etc.) die Abschaltung der Apparatur bewirken. Andererseits wird von der Apparatur ein Live-Signal an den Rechner geliefert (Digital-Input), das ebenfalls mit 10 Hz abgefragt wird und bei etwaigem Netzausfall, Versagen eines Schützes oder Kurzschluß die Hauptstromversorgung vom Rechner her unterbricht. Als weitere Kontrolle zur Erhöhung der Sicherheit, welche gerade beim nicht kontrollierten Nachtbetrieb von außerordentlicher Bedeutung ist, wird im Aufnahmeteil des Programmes ständig Temperaturabweichung und Abweichung der Detektorsignale von vorgegebenen Toleranzen kontrolliert, deren Überschreiten ebenfalls zur Abschaltung der Apparatur führt. Damit werden Fehler in der Elektronik und in den gasführenden Teilen (Brüche, Undichtheiten, Erlöschen der Flamme des FID und Weiterströmen von Wasserstoff etc.) erfaßt (Abb. 2).

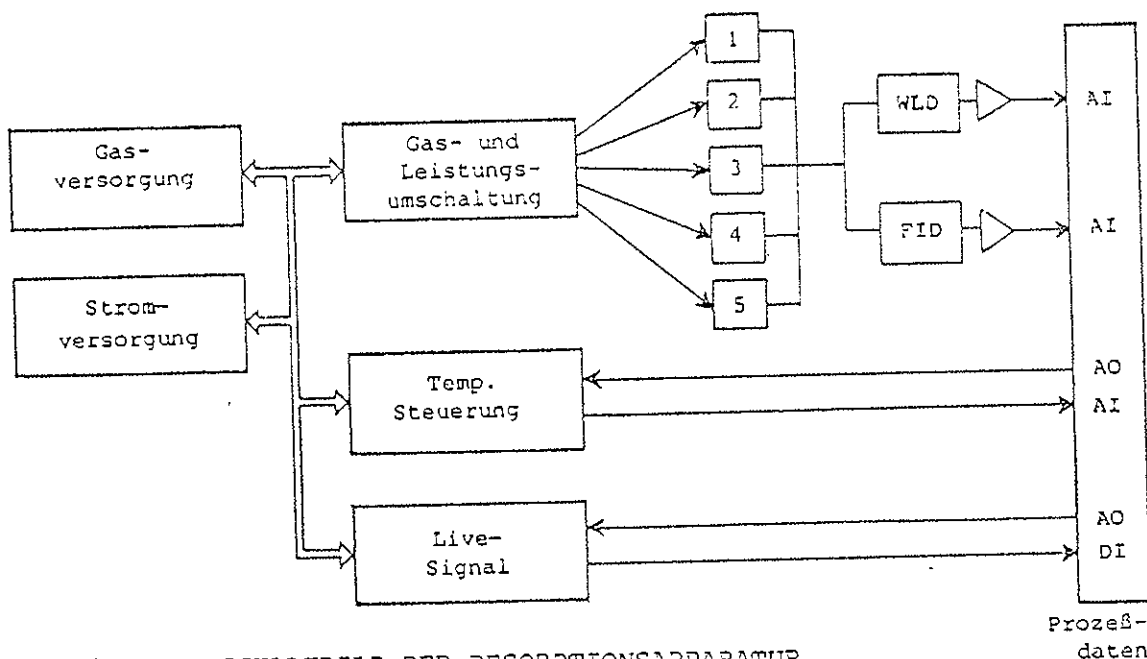


Abb. 2 BLOCKSCHALTBILD DER DESORPTIONSAPPARATUR

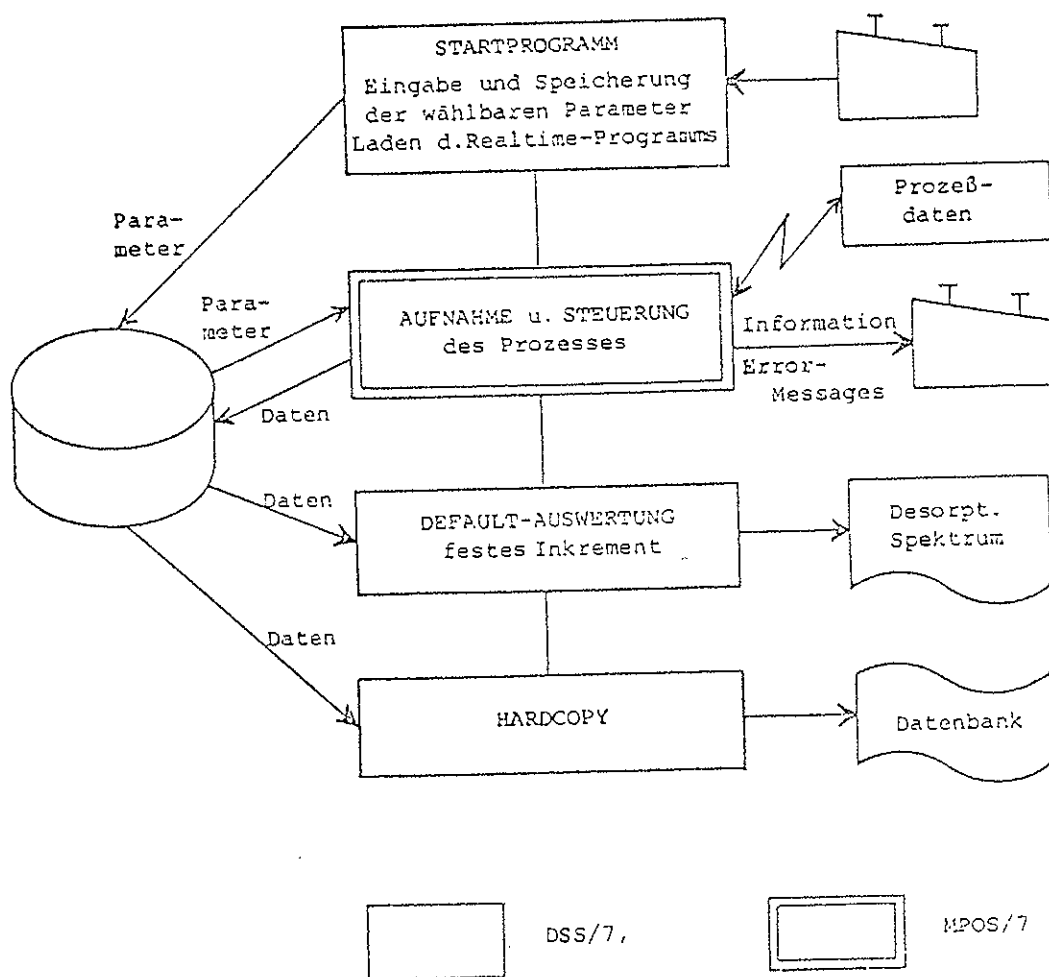


Abb. 3 DATENFLUSSPLAN FÜR TEMPERATURPROGRAMMIERTE DESORPTION

Die Leistungsansteuerung der Öfen erfolgt über einen Analog-Output, der als Regelabweichung direkt einen Zweipunktregler mit P-Rückführung ansteuert. Es wurden mit dieser Anordnung auch Versuche gemacht, den Triac als reinen Zweipunktregler mit einer rechner-simulierten PD-Rückführung anzusteuern und es zeigten sich für diese Aufgabenstellung durchaus befriedigende Resultate. Da Aufnahme und Steuerung der Temperatur in Zehntelsekundenabständen erfolgt und die Möglichkeit der Anpassung der Regelstrecke an die Trägheit des Ofentyps gegeben ist, kann eine ausreichende Genauigkeit und Reproduzierbarkeit des Temperaturverlaufes gewährleistet werden.

Die Werteabspeicherung der Detektorsignale erfolgt jeweils für ganze Grad Celsius und in lockkartengerechtem Format. Da diese Daten durch Mittelung von in Zehntelsekundenabständen aufgenommenen Einzelwerten (ca. 30-50, abhängig von der Aufheizrate) errechnet werden, sind Störungen wie Spikes, Netzeinstreuungen, Detektorrauschen etc. relativ gut zu kompensieren.

Das Auswerteprogramm liefert ein Temperatur/Intensitätsdiagramm (Abb. 1) mit wählbarem Inkrement der Abszissenachse. Die Grundlinie wird automatisch subtrahiert und 0 % gesetzt. Als Maximalwert (100 %) kann ein manuell einzugebender oder der maximal aufgenommene Spannungswert dienen. Ersteres ermöglicht direkten Vergleich der absoluten Intensitäten verschiedener Versuche, letzteres optimale Ausnutzung der vom Drucker vorgegebenen Ordinatenbreite.

Als nächste Projektziele werden eine Auswertung auf Bildschirm und Plotter für charakteristische Meßaufnahmen und den Vergleich größerer Datenmengen, sowie in weiterer Zukunft eine Kopplung der fertiggestellten Apparatur mit einem Quadrupol-Massenspektrographen in Angriff genommen. Dies würde eine ionenspezifische Auswertung von Desorptionsspektren und damit eine genauere Identifikation der desorbierenden Substanzen ermöglichen (3).

Mein besonderer Dank gilt Herrn B.Nagy für die Unterstützung bei apparativen und Herrn L.Tauer von der PRA bei rechnerorientierten Problemen.

Literatur:

- (1) R.J.CVETANOVIC, Y.AMENOMIYA
Cat.Rev.6, 21 (1972)
 - (2) L.TAUER
Feedback 2, 17 (1976)
 - (3) J. LATZEL
Feedback 4, 55(1977)
-

Zahlenspielerien mit dem Taschenrechner

$$\begin{aligned} 11 \times 11 &= \\ 111 \times 111 &= \\ 1111 \times 1111 &= \\ 11111 \times 11111 &= \\ 111111 \times 111111 &= \\ &\vdots \end{aligned}$$

Can you tell what's happening?
When might it stop?

(W. Hadrian)

Auflösung im nächsten "FEEDBACK"!

WIRKUNGSGRAD- UND LIEFERGRADOPTIMIERUNG AN ÖLÜBERFLUTETEN SCHRAUBENVERDICHTERN MIT HILFE EINES PROZESSRECHNERS

L.Rinder, Institut für Maschinenelemente der TU-Wien

1. Allgemeines

Schraubenverdichter stellen eine sehr junge Verdichterbauart dar. Ihre Entwicklung erfolgte in den letzten 25 Jahren und ist heute noch nicht abgeschlossen.

Schraubenverdichter sind zweiwellige Verdrängermaschinen. Der Verdichtungsprozeß erfolgt, ähnlich wie beim Kolbenverdichter, durch Einschließen des zu verdichtenden Mediums im Arbeitsraum, darauf folgender Verkleinerung dieses Arbeitsraumes, verbunden mit einer Druckerhöhung des Gases und anschließendem Ausschleiben des verdichteten Gases in die Druckleitung. Der Arbeitsraum des Schraubenverdichters wird durch die Zahn- lücken eines schrägverzahnten Läuferpaares, welches in einem das Zahnradpaar eng umschließenden Gehäuse läuft, gebildet.

Beim Abwälzen der Zahnräder wird das zwischen den Berührungslinien und der Stirnseite des Radpaares liegende Zahn- lückenvolumen ständig von einem Maximalwert bis auf Null verkleinert. Das in den Zahn- lücken transportierte Gas kann daher theoretisch, je nach Lage der Auslaßöffnung beliebig hoch verdichtet werden. Schraubenverdichter besitzen gegenüber den bekannten Kolbenverdichtern nur rotierende Teile. Sie sind daher frei von unausgeglichenen Massenkräften und erlauben deshalb sehr hohe Betriebsdrehzahlen, was zu kompakten Anlagen hoher Leistungsfähigkeit führt.

Der Nachteil dieser Maschinentype liegt vorwiegend in der unvollkommenen Abdichtung des Zahn- lückenvolumens gegenüber dem Gehäuse und der Zahnradunterseite.

Das Kleinhalten der Leckgasverluste kann durch zwei Maßnahmen erreicht werden:

- 1) durch sehr hohe Gasdurchsatzgeschwindigkeiten
- 2) durch Einspritzen von Öl zur Erreichung einer besseren Spaltabdichtung

Die erste Maßnahme führte zur Entwicklung der Trockenlaufverdichter, bei denen das Läuferpaar berührungsfrei - geführt durch ein Koppelgetriebe - läuft.

Die zweite Maßnahme wird vor allem bei Luftverdichtern angewandt. Wegen der Schmierwirkung des Öles wird auf ein Koppelgetriebe verzichtet. Die Umfangsgeschwindigkeiten können wegen der relativ guten Abdichtung der Spalte durch das eingespritzte Öl wesentlich herabgesetzt werden (20-40 m/s), was die Verwendung anspruchloser Wälzlagerungen ermöglicht.

Das eingespritzte Öl bewirkt weiters eine intensive Innenkühlung des Gases, sodaß Druckverhältnisse von 1:7 bis 1:10 mit Verdichtungsendtemperaturen von 60-80°C ohne Schwierigkeiten an einstufigen Anlagen erreichbar sind.

Die bei trockenlaufenden Schraubenverdichtern beträchtliche Lärmentwicklung ist bei ölüberfluteten Anlagen wesentlich gemildert. Ölüberflutete Schraubenverdichter werden heute bevorzugt als Fähranlagen für die Druckluftversorgung an Baustellen u.dgl. verwendet und verdrängen die Kolbenverdichter in zunehmenden Maße. Als Nachteil muß aber einerseits das aufwendige Ölversorgungs- und Abscheidesystem (Abb.1) und der durch die Planschverluste des Öles relativ schlechte Wirkungsgrad solcher Anlagen angeführt werden.

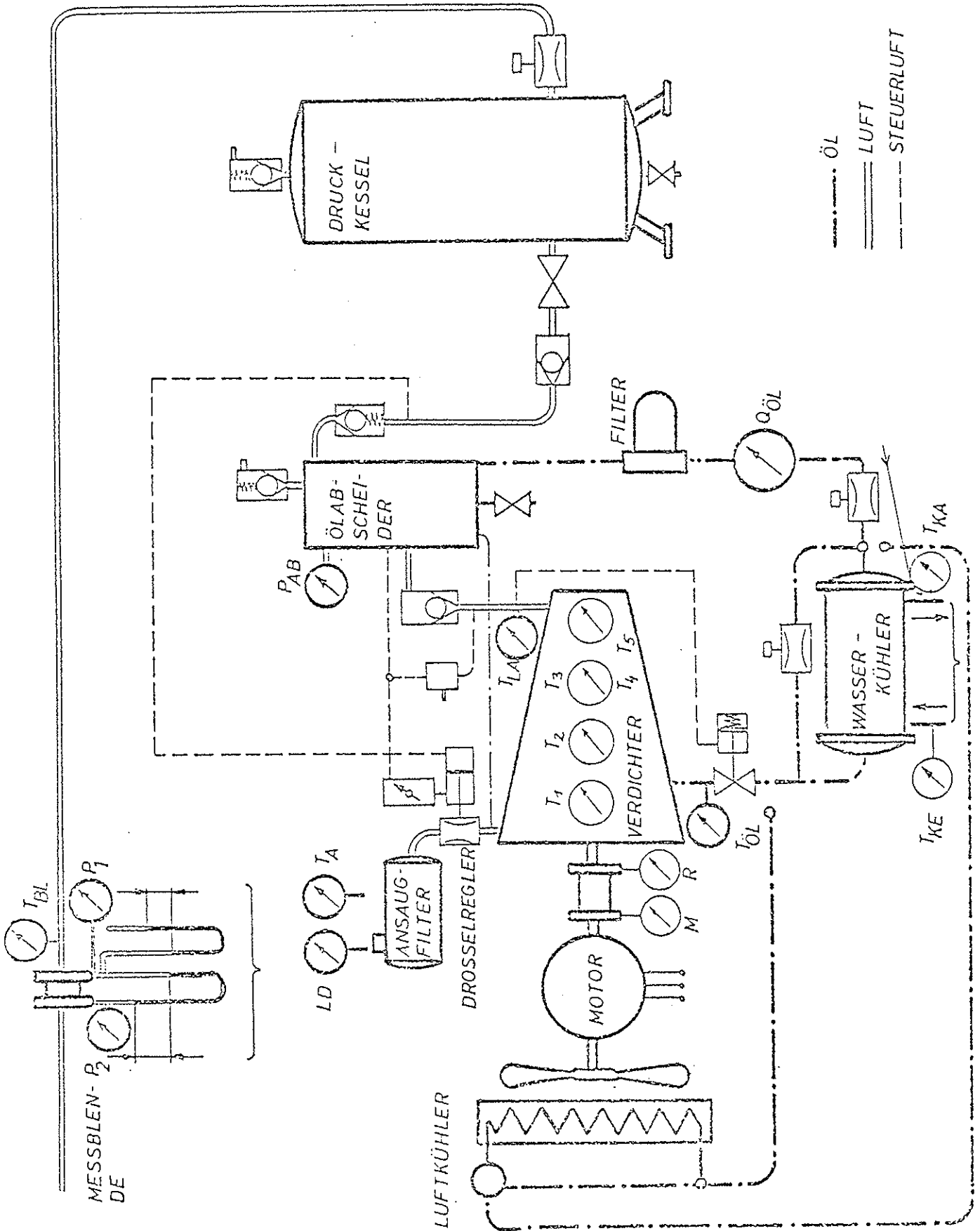


Abb. 1 SCHALTBILD DES SCHRAUBENVERDICHTERPRÜFSTANDS

2. Zielsetzung der Untersuchung

Wirkungsgradverbesserungen an ölüberfluteten Schraubenverdichtern können nun in zwei Richtungen angestrebt werden:

- 1) In einer optimalen Läuferverzahnung mit, bezogen auf das geförderte Volumen, möglichst kleinen Spaltflächen.
- 2) In einer optimalen Anpassung der eingespritzten Ölmenge und Öltemperatur an den jeweiligen Betriebspunkt.
D.h. das Optimum zwischen positivem Einfluß der Öleinspritzung (Dichtwirkung) und negativem Einfluß (Planschverluste) ist zu finden.

Besonders die zweite Maßnahme kann ohne große konstruktive Änderungen an bestehenden Maschinen sehr rasch zu Wirkungsgradverbesserungen führen.

Die Ermittlung der optimalen Ölmenge und Öltemperatur kann jedoch nur experimentell an einem Versuchsstand durchgeführt werden.

3. Prüfstandsaufbau und Meßeinrichtungen

Am Institut für Maschinenelemente der TU-Wien wurde aus den o.a. Gründen ein Schraubenverdichterversuchsstand aufgebaut. Er besteht aus dem zu untersuchenden Kompressor samt Ansaugfilter, Drosselregulierung, Steuerventilen, Ölabscheider und Ölkühler (Abb. 1).

Als Antriebsmaschine dient eine von einem Thyristorsatz versorgte wahlweise drehzahl- bzw. stromgeregelte Gleichstrom-Pendel-Maschine mit Fremdbelüftung von 50 kW Leistung und einem Drehzahlbereich von 0 bis 3000 U/min. Zwischen Abtriebsmotor und Verdichter ist ein Getriebe geschaltet.

Die vom Verdichter gelieferte Luft gelangt, nachdem sie den Ölabscheider passiert hat, in einen Druckbehälter und wird von dort über ein Drosselventil entspannt. Die angeschlossene

Meßleitung mit einer Normblende ermöglicht die Bestimmung der gelieferten Luftmenge (Abb. 1).

Zur Erfassung der wichtigsten Betriebsparameter sind folgende Meßstellen vorgesehen:

1) Luftkreislauf:

Luftansaugtemperatur T_A ; Luftdruck LD

Läuferlückentemperaturen im Verdichter T1 bis T5

Luftendtemperatur T_{LA} , Verdichtungsenddruck P_{AB}

Luftmenge durch Messung des Druckes P_1 vor der Blende,

des Druckes P_2 nach der Blende und der Blendentemperatur

T_{BL}

2) Ölkreislauf:

Ölmenge $Q_{ÖL}$

Öleinspritztemperatur $T_{ÖL}$

3) Kühlwasserkreislauf:

Kühlereintrittstemperatur T_{KE} und Kühleraustrittstem-

peratur T_{KA}

4) Antriebsmoment M und Antriebsdrehzahl R

Dies ergibt insgesamt 11 Temperaturmeßstellen, 3 Druckmeßstellen, je eine Meßstelle für Drehmoment und Drehzahl und eine Meßstelle für die Ölmenge.

Die Schwierigkeit beim Meßvorgang liegt nun einerseits in der räumlichen Entfernung der verschiedenen Meßstellen und andererseits darin, daß die gemessenen Werte an sich oft nur von geringer Aussagekraft sind.

Die übersichtliche Ablesbarkeit aller Meßwerte, konzentriert an einem Bedienungspult wurde dadurch erreicht, daß alle mechanischen Größen elektrisch bzw. elektronisch gemessen

werden und am Bedienungspult des Prüfstandes zum Teil als Analog- zum Teil als Digitalwerte vorliegen und auf entsprechenden Anzeigeelementen abgelesen werden können.

Etwas schwieriger zu lösen war jedoch das zweite Problem, der oft nur geringen Aussagekraft der eigentlichen Meßwerte für die Prüfstandsbedienung.

So ist für den Bedienenden des Prüfstandes etwa der Druck vor der Blende, der Druck nach der Blende und die Blendentemperatur unwichtig. Von Interesse ist allein die aus diesen drei Meßwerten zu errechnende Liefermenge des Kompressors. Ebenso ist die eingespritzte Ölmenge je Zeiteinheit weit weniger interessant als die je m^3 angesaugter Luft eingespritzte "spezifische Ölmenge".

Außerdem haben z.B. Drehzahl und Drehmoment an der Antriebswelle nur geringe Aussagekraft. Viel wichtiger ist die Kenntnis der aufgenommenen mechanischen Leistung oder noch besser, die je Volumseinheit geförderter Luft aufgenommene Leistung.

Um möglichst allgemeingültige Kenngrößen zu erhalten, werden üblicherweise diese aus Versuchswerten errechneten Größen noch zu theoretisch erreichbaren Idealwerten in Beziehung gesetzt.

So können die Undichtheitsverluste etwa durch den "volumetrischen Liefergrad" gekennzeichnet werden, oder die je Volumseinheit geförderter Luft aufgenommene Energie kann ins Verhältnis gesetzt werden zur theoretisch erforderlichen Energie eines thermodynamischen Idealprozesses, ausgedrückt im isothermen Wirkungsgrad der Anlage.

Ziel der Versuchsläufe ist es, die Einflüsse der einzelnen Betriebsparameter auf diese Kenngrößen zu ermitteln. Dies geschieht durch abwechselndes Konstanthalten aller erfaßbaren Parameter bis auf einen.

Sind diese Parameter jedoch nicht unmittelbare Meßwerte, wird der Versuchsablauf unübersichtlich, da längere Auswertungen zwischen zwei Meßreihen während des Versuchsablaufes praktisch unmöglich sind.

Aus diesem Grund wurde in Zusammenarbeit mit der Prozeßrechenanlage des EDV-Zentrums der TU-Wien eine Kopplung des Prüfstandes mit einem Prozeßrechner (IBM S/7) durchgeführt (Abb.2)

Der Prozeßrechner ermöglicht einerseits eine vollautomatische Datenaufnahme, die Berechnung aller wichtigen, aus den Meßwerten abgeleiteten Kenngrößen und die Ausgabe von Meßwerten und errechneter Größen an einem "Display" am Bedienungspult des Prüfstandes.

Jeder Meßpunkt kann daher in der gewünschten Parameterkombination leicht eingestellt werden. Alle wichtigen Meßgrößen werden laufend überwacht und bei Erreichen des gewünschten Stationärzustandes der Maschine kann der komplette Datenblock eines Meßpunktes durch Wahl einer Kennziffer am Display auf Magnetplatte abgespeichert werden.

Die Ausgabe aller gespeicherten Daten erfolgt in Tabellenform an einem Schnelldrucker (Abb.3a und 3 b).

Eine andere Weiterverarbeitung ist jederzeit möglich.

4. Die Prozeßelektronik

4.1 Druckmessung

Die Messung des Verdichtungsenddruckes geschieht mit einem Röhrenfedermanometer, dessen Zeiger mit einem Potentiometer gekoppelt ist. Der Meßwert kann über die Widerstandsänderung des Potentiometers als Spannung in analoger Form abgenommen werden.

Die Drücke vor und nach der Meßblende werden mittels Niederdruckgeber in Zusammenwirken mit einer Trägerfrequenzmeßbrücke und einem automatischen Meßstellenumschalter gemessen und stehen dem Rechner als Analogsignale zur Verfügung.

Die Meßstellenumschaltung wird vom Prozeßrechner aus gesteuert.

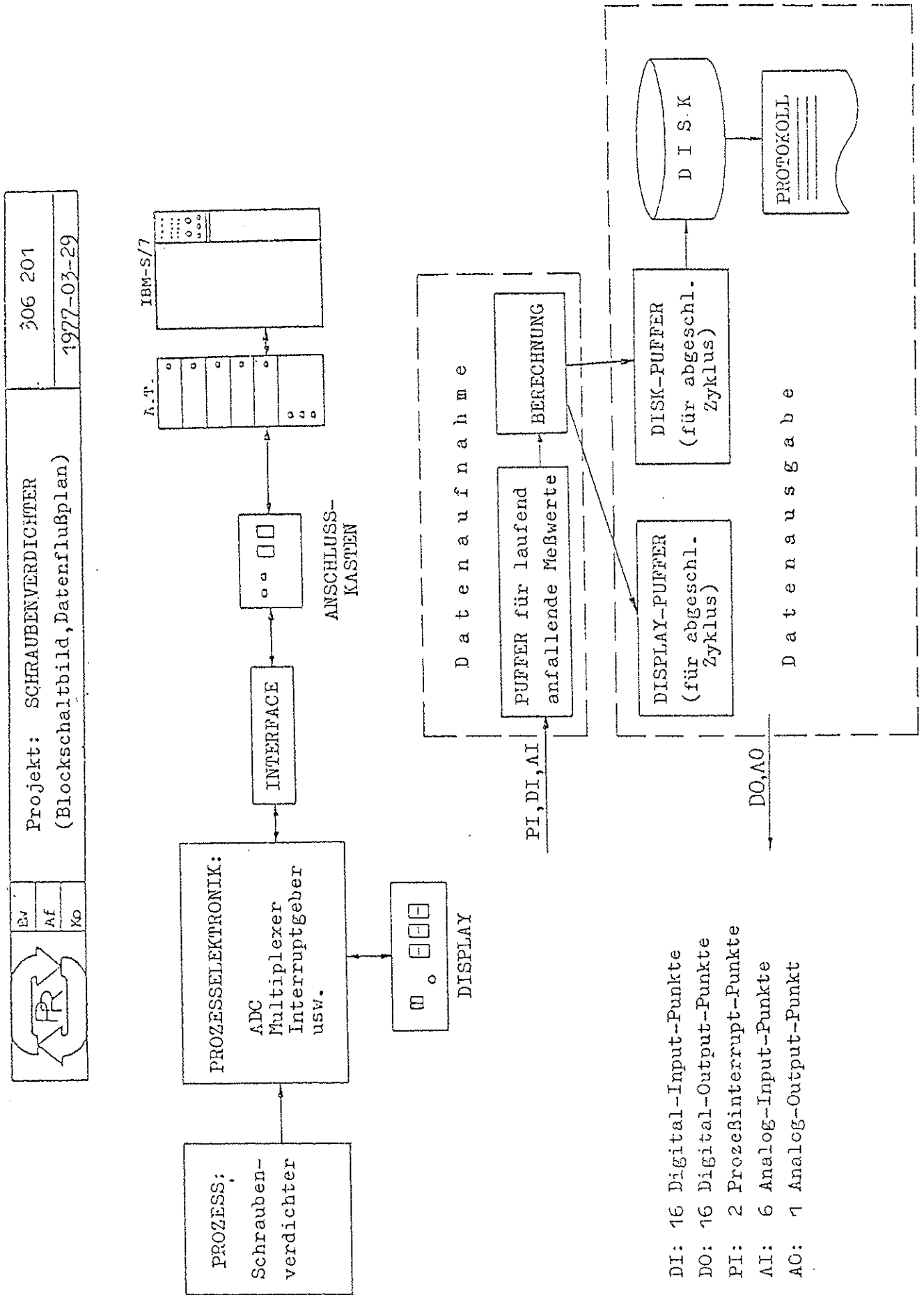


Abb. 2 BLOCKSCHALTBIKD UND DATENFLUSSPLAN

SYSTEM/7

E D V -- ZENTRUM TU -- WIEN ABT. PRA

SEITE 1

MESSREIHE:

LUFTDRUCK: LD = 742

HUBVOLUMEN: VH = 185.166

28. MRZ 1977

M E S S W E R T E :

SCHRAUBENVERDICHTERPRUEFSTAND

ZEIT	M	R	PTEL	PA8	QOEL	P1	P2	TA	TLA	TOEL	TBL	TKE	TKA	T1	T2	T3	T4	
1007:	113	1103	13.8	7.4	10	22	-13	23	59	22	23	10	14	59	65	62	67	59
1012:	102	1102	11.9	6.8	50	36	-16	22	70	65	22	8	10	70	73	72	72	68
1014:	110	1451	17.2	7.2	52	74	-33	24	49	25	25	10	12	50	57	53	60	60
1018:	108	1448	17.2	6.6	10	51	-23	24	66	25	26	10	15	66	69	68	73	64
1020:	110	1638	19.9	7.4	12	66	-27	24	66	25	26	10	15	66	68	68	71	63
1023:	119	2087	23.2	7.6	38	176	-71	25	52	30	28	10	20	57	69	54	53	49
1026:	119	2005	23.3	7.7	38	198	-84	24	52	30	28	10	20	57	68	54	52	48

Abb. 3 a MESSWERTEPROTOKOLL

A U S W E R T U N G :

SCHRAUBENVERDICHTERPRUEFSTAND

28. MRZ 1977

RH	V	TA	TLA	PAB	TOEL	QOEL*	GL	ÜL	LAMV	PAN	PIS	PAD	PPOL	PK	N	ETAIS	ETAAD	ETAPOL	CPOEL
2820	15.1	23	59	7.4	22	8.7	0.0239	1.2	0.59	13	4	5	4	11	1.06	0.32	0.45	0.35	1.992
2816	15.0	22	70	6.8	65	34.0	0.0289	1.5	0.71	11	4	6	5	9	1.08	0.38	0.57	0.46	2.644
3709	19.8	24	49	7.2	25	24.9	0.0408	2.1	0.77	16	5	9	7	14	1.04	0.33	0.59	0.45	0.828
3700	19.8	24	66	6.6	25	6.1	0.0339	1.8	0.64	16	4	7	6	14	1.07	0.30	0.48	0.38	2.239
4187	22.4	24	66	7.4	25	6.5	0.0379	2.0	0.63	18	5	9	7	16	1.07	0.28	0.50	0.39	2.199
5333	28.5	25	52	7.6	30	12.2	0.0606	3.2	0.80	26	7	15	11	23	1.04	0.28	0.59	0.45	1.941
5325	28.5	24	52	7.7	30	11.5	0.0647	3.4	0.85	26	7	16	12	23	1.04	0.29	0.63	0.48	1.929

4.2 Temperaturen

Alle Temperaturen werden mittels Cu-Konstantan Mantelthermo-
elementen gemessen und über einen vom Rechner gesteuerten
Multiplexer an einem Digitalpyrometer zur Anzeige gebracht.
Das Digitalpyrometer besitzt für die Meßwertübertragung zum
Rechner einen BCD-Ausgang.

4.3 Drehmoment, Drehzahl, Leistung

Drehmoment und Drehzahl wurden von einer zwischen Motor und
Verdichter eingebauten Drehmomentenmeßwelle mit Trägerfre-
quenzübertragung gemessen und in einem dazugehörigen Aus-
wertegerät digital angezeigt. Ein im Gerät eingebauter Multi-
plizierer bildet die Leistung. Die Meßgrößen Drehmoment, Dreh-
zahl und Leistung können als Analogwerte für die Weiterver-
arbeitung im Prozeßrechner abgenommen werden.

4.4 Ölmengenmessung

Zur Feststellung der eingespritzten Ölmenge dient ein Oval-
radzähler. Im Meßwerk des Zählers wurde ein Zahnrad mit
Bohrungen versehen, so daß dem Drehwinkel um eine Lochteilung
der Durchfluß von 1 l Öl entspricht.

Mittels einer Lichtschranke werden während einer Minute die
Zahl der durchlaufenden Löcher gezählt und an einem Auswerte-
gerät angezeigt. Die angezeigte Impulszahl entspricht dann
der Ölmenge in l/min. Die Meßwertübertragung zum Rechner er-
folgt analog.

4.5 Luftdruck und Hubvolumen des Verdichters

Luftdruck und Hubvolumen werden als Konstante am Beginn einer
Laufserie an der Bedienerstation des Rechners eingegeben.

5. Der Programmablauf

Da die Meßwerte wie bereits beschrieben nicht gleichzeitig
und nicht jederzeit zur Verfügung sind, sondern wegen des
Multiplexers bzw. des Meßstellenumschalters für die Drücke
nur zeitlich nacheinander abgefragt werden können und die

Ölmenge überdies nur jede Minute als neuer Meßwert vorliegt, war es wichtig stets nur zusammengehörige Meßwerte eines Meßzyklusses der Auswertung zuzuführen.

Es wurde deshalb das langsamste Meßgerät, der Durchflußmengen-zähler als Interruptgeber zur Einleitung eines Abfragezyklusses herangezogen.

Sobald eine neue Ölmengenmessung vorliegt, beginnt der Prozeß-rechner mit der Abfrage der einzelnen Meßwerte. Sind alle Meßwerte registriert, werden diese ausgewertet und sind samt Auswertung am Display ablesbar. Dort können sie vom Bedienungsmann überprüft und falls gewünscht auf Magnetplatte abgespeichert werden.

Um bei der Abfrage der Temperaturwerte bei großen Temperaturunterschieden zwischen zwei aufeinanderfolgenden Meßstellen Fehlmessungen infolge zu geringer Hochlaufzeit des Pyrometers zu vermeiden, wurde das Temperaturabfrageprogramm so gestaltet, daß jeder Temperaturwert erst dann als richtig erkannt wird, wenn drei Ablesungen im Abstand von 1 Sekunde jeweils den gleichen Wert ergeben. Ist dies der Fall, wird der Wert registriert und zur nächsten Temperaturmeßstelle weitergeschaltet.

In der Zeit in der kein Abfragezyklus läuft, wird am Pyrometer, ihrer Wichtigkeit wegen, stets die Verdichtungsendtemperatur angezeigt.

6. Die Auswertung der Meßergebnisse am Prozeßrechner

Die aufgenommenen Meßgrößen (Bezeichnungen gemäß Abschnitt 3) werden der folgenden Auswertung unterworfen:

Dabei sind die in den Formeln unterstrichenen Größen für die Bedienung des Versuchsstandes bzw. als Versuchsergebnisse wesentlich.

Zusammenstellung der Meßwerte:

Drehmoment und Drehzahl:	M, R
Verdichtungsendzustand:	P_{AB}, T_{LA}
Blendenmessung:	P_1, P_2, T_{BL}
Ansaugzustand:	L_D, T_A
Ölmenge und Temperatur:	$Q_{ÖL}, T_{ÖL}$
Verdichtertemperaturen:	T_1 bis T_5
Hubvolumen der Maschine:	VOL
Kühlwassertemperaturen:	T_{KE}, T_{KA}

Auswertungen:

Hauptläuferdrehzahl: $R_H = 2,555 \cdot R \quad 1/\text{min}$
Umfangsgeschwindigkeit: $V = 0,00534 \cdot R_H \quad \text{m/s}$
Antriebsleistung: $P_{AN} = 0,0001047 \cdot R \cdot M \quad \text{kW}$
Luftmenge:

$$P_{1ABS} = P_1 + LD \cdot 13,55 \quad T_{BLABS} = T_{BL} + 273 \quad \gamma_{BL} = 0,03413 \cdot P_{1ABS} \cdot \frac{1}{T_{BLABS}}$$

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Durchflußzahl: $\Delta P > 200 \quad ZL = - 2,70 \cdot 10^{-5} \cdot \Delta P + 0,6506$
 $P \leq 200 \quad ZL = 0,6679 - 1,434 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P + 1,448 \cdot 10^{-7} \cdot \Delta P^2$

$$G_L = 0,00555 \cdot ZL \cdot \sqrt{\Delta P} \cdot \sqrt{\gamma_{BL}} \quad \text{kg/s}$$

Luftvolumen: $Q_L = G_L \cdot 60 \cdot \frac{T_A + 273}{0,46246 \cdot LD} \quad \text{m}^3/\text{min}$

spezifische Ölmenge:

$$Q_{OL}^* = Q_{OL} \cdot \frac{1}{Q_L} \quad \text{l/m}^3$$

Liefergrad: $\lambda_V = Q_L \cdot \frac{1}{4 \cdot 10^{-6} \cdot VOL \cdot R_H}$

Leistungen:

$$B = Q_L \cdot LD \cdot 0,00221 \quad PV = P_{AB} + 1$$

Isotherme Leistung: $P_{IS} = B \cdot \ln PV \quad \text{kW}$

Isothermer Wirkungsgrad: $\eta_{IS} = P_{IS} / P_{AN}$

Isentrope Leistung: $P_{AD} = B \cdot 3,50 \cdot (PV^{0,2857} - 1) \quad \text{kW}$

Isentroper Wirkungsgrad: $\eta_{AD} = P_{AD} / P_{AN}$

Polytropenexponent:

$$TV = (T_A + 273) / (T_{LA} + 273) \quad C = \ln TV / \ln (1/PV)$$

$$n = 1 / (1 - C)$$

Polytropische Leistung: $P_{POL} = B \cdot \frac{n}{n-1} (P V^{\frac{n-1}{n}} - 1) \quad kW$

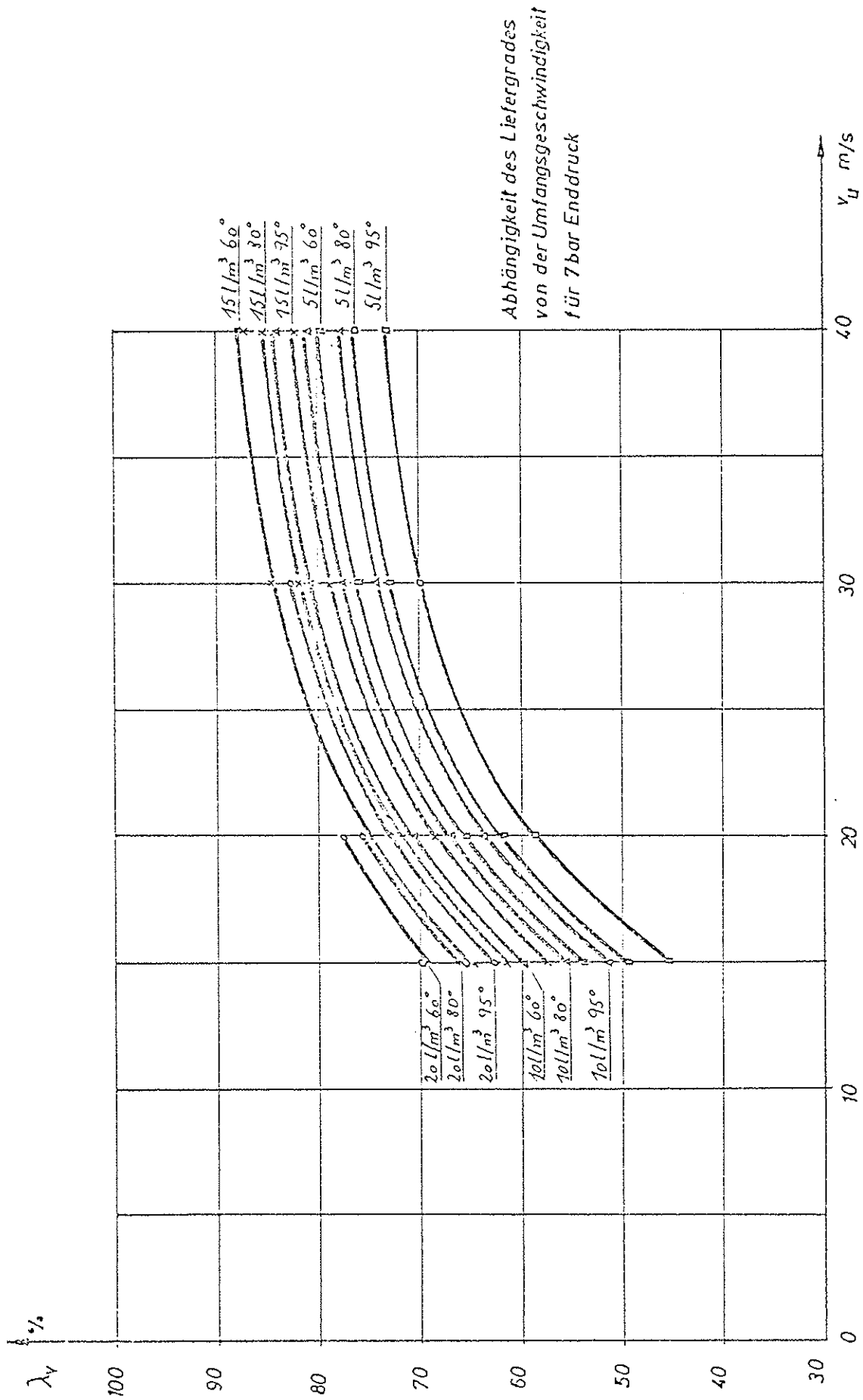
Polytr. Wirkungsgrad: $\eta_{POL} = \frac{P_{POL}}{P_{AN}}$

Kühlerleistung: $P_K = \frac{P_{AN} - G_L (T_{LA} - T_A)}{1,0069 - 1,0} \quad kW$

Spez. Wärme des Öl- Luftgemisches:

$c_{pöl} = \frac{P_K}{[(T_{LA} - T_{ÖL}) \cdot Q_{ÖL} \cdot 0,01417]} \quad kJ/kg^{\circ}C$

Als Beispiel eines gemessenen Teilergebnisses sei hier der Einfluß der Umfangsgeschwindigkeit des Hauptläufers auf den Liefergrad einer 5 m³-Sullair-Anlage bei 7 bar Verdichtungsdruck wiedergegeben (Abb. 4). Als Parameter sind die spezifische Ölmenge und die Verdichtungsendtemperatur je Kurve konstant gehalten.



Abhängigkeit des Liefergrades von der Umfangsgeschwindigkeit für 7 bar Enddruck

Abb. 4 Diagramm: LIEFERGRAD ÜBER UMFANGSGESCHWINDIGKEIT EINES SULLAIR-KOMPRESSORS MIT ASYMMETRISCHEM SRM-PROFIL BEI 7 BAR ENDDRUCK

FRAU I. HUSINSKY
EDV-ZENTRUM, HYBRIDRECHENANLAGE
IM HAUSE