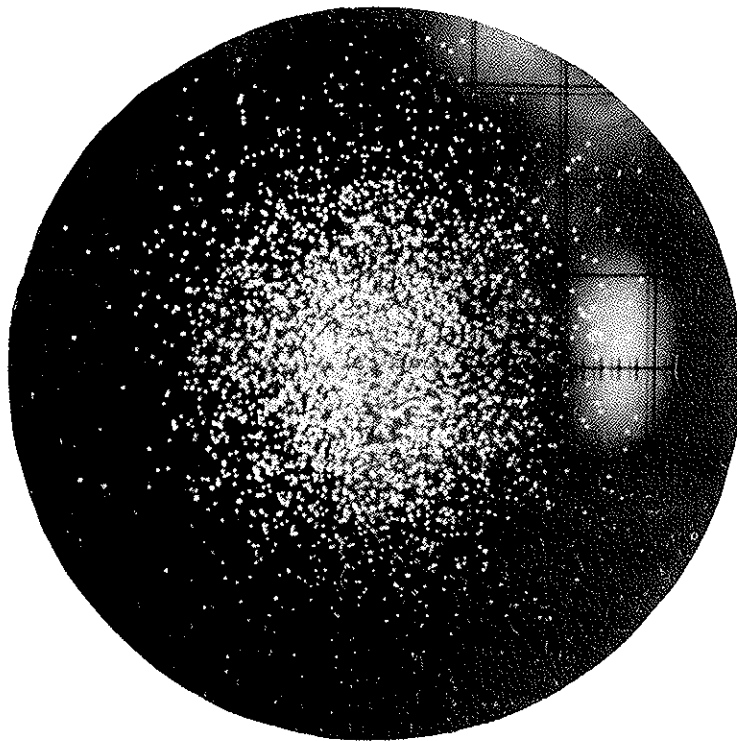

Interface

herausgegeben von
der Abt. Hybridrechenanlage
des Rechenzentrums
der Technischen Universität Wien

Nummer 8
Februar 1977



Phasenbild einer Stichprobe eines
gaußverteilten Rauschgenerators

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Betriebssystem JCS/TS 7 - Statistisches	3
Technischer Betrieb	8
Kurse	10
Verbesserung der Programmberatung	11
Aktuelle Mitteilungen zur Benützung des Betriebssystems JCS/TS 7	13
Filestruktur im Betriebssystem JCS/TS 7	14
HYINFO - Aktuelle Informationen für Hybrid- benützer	17
Modell zur Simulation des Verhaltens natürlich radioaktiver Nuklide in der Luft von Wohn- und Arbeitsräumen	19
Erzeugung stochastischer Signale beliebiger Verteilung am Analogrechner mit Hilfe von Rauschgeneratoren und Funktionsgebern	25
In-line Coding als FORTRAN-Option	29
Plotten von Schichtenlinien	31
Neue Version des Interpolations- und Plotter- Programmpakets IPP1	33
Interessenten- und Benützerversammlung	38
Hybridrechnerunterstützter Unterricht - Darstellung von Kurven auf TV-Geräten	39

Redaktion: Irmgard Husinsky

Eigentümer, Herausgeber, Verleger: Rechenzentrum der Technischen
Universität Wien, Abteilung Hybridrechenanlage, Vervielfältigung:
Österreichische Hochschülerschaft Technik, für den Inhalt verant-
wortlich: Dipl.Ing.W. Kleinert, alle Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien

Betriebssystem JCS/TS 7 - **Statistisches**

Das Betriebssystem JCS/TS 7, das seit Oktober 1976 an der Hybridrechenanlage implementiert ist, wird seit Beginn des Jahres 1977 für den gesamten Rechenbetrieb eingesetzt. Jeder Benutzer der Hybridrechenanlage erhält eine Jobnummer, die vom Betriebssystem beim Rechnen eines Jobs identifiziert wird. Zur Zeit sind etwa 85 Jobnummern definiert. Es werden etwa 3500 Benützertasks im Monat gerechnet.

Welche Anforderungen werden von den Benutzern an den Rechenbetrieb hauptsächlich gestellt ?

- ein Großteil der Benutzerprobleme sind hybride Programme in der Testphase, Praktikumsbeispiele und Plotter-Programme
 - diese Tasks sind hauptsächlich durch relativ viel Input/Output und wenig benötigte CPU-Zeit gekennzeichnet; außerdem tritt oft reines Übersetzen von Source-Programmen auf;
- der andere Teil der Benutzerprobleme sind Läufe hybrider Probleme bzw. HOI
 - diese Tasks benötigen viel CPU-Zeit und haben wenig Input/Output.

Gleichzeitig mit den Benutzerproblemen sind im Rechenbetrieb auch die Software-Weiterentwicklungen, die von den Mitarbeitern der Hybridrechenanlage durchgeführt werden, zu berücksichtigen.

Allen diesen verschiedenen Anforderungen muß nun das Betriebssystem gerecht werden und eine optimale Ausnutzung der Maschinenmöglichkeiten anstreben.

Job-Accounting und Jobstatistik

Das Betriebssystem ermittelt im Job-Accounting für jede Jobnummer laufend Accounting-Werte. Ferner gibt es Programme, die die Daten aus dem Job-Accounting auswerten und eine Interpretation und Abschätzung der Entwicklungstendenzen des Rechenbetriebs in Hinsicht auf Aufgabenstellung und Organisation ermöglichen.

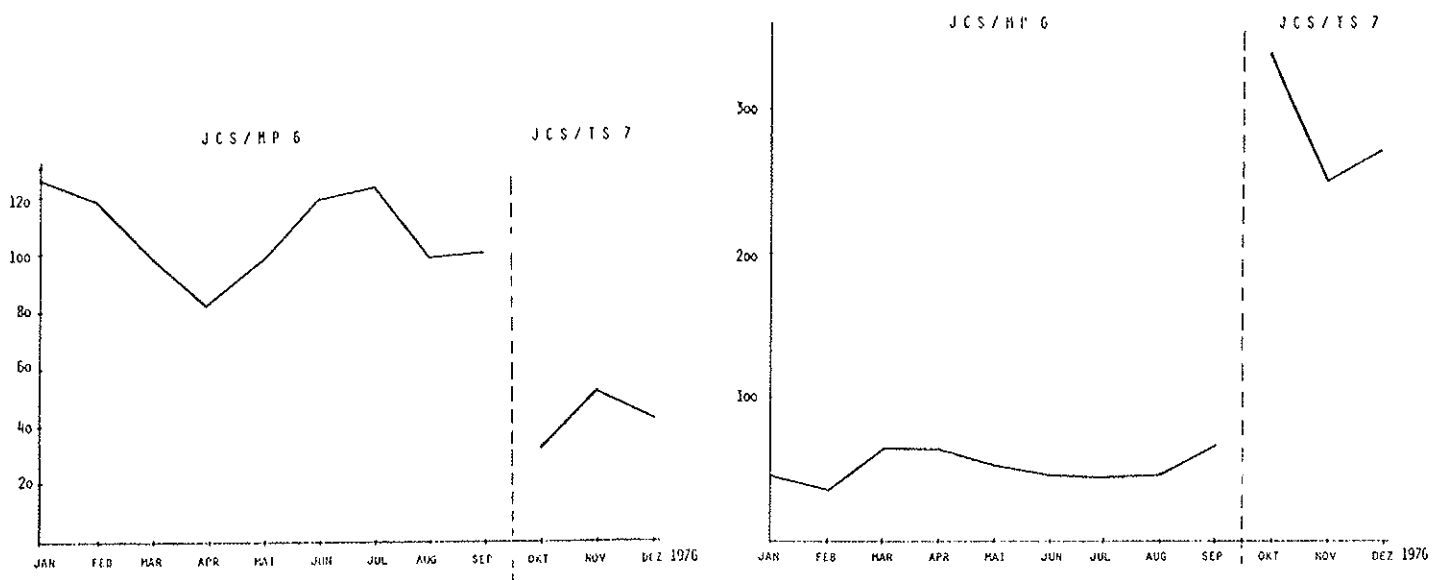
Zu Beginn jeden Monats werden für den vergangenen Monat folgende Werte ermittelt:

Taskanzahl, verbrauchte CPU-Zeit, durchschnittliche Rechenzeit eines Tasks, Input/Output Operationen (getrennt nach den verschiedenen peripheren Geräten), Kernspeicherverbrauch, File-Attach-Count, sowie verschiedene Durchsatzwerte.

Die folgenden Betrachtungen wurden aufgrund der bisher erhaltenen Werte über das Betriebssystem JCS/TS 7 angestellt.

Vergleich der Durchsatzwerte im Betriebssystem JCS/MP 6 und JCS/TS 7

Durch den Einsatz des neuen Betriebssystems konnte die durchschnittliche Rechenzeit pro Task um ca. 60 % reduziert werden. Die Anzahl der Input/Output Operationen, die pro CPU-Sekunde vom System verarbeitet werden, sind aufgrund des Scratch/Spooling Systems um rund 400 % angestiegen.

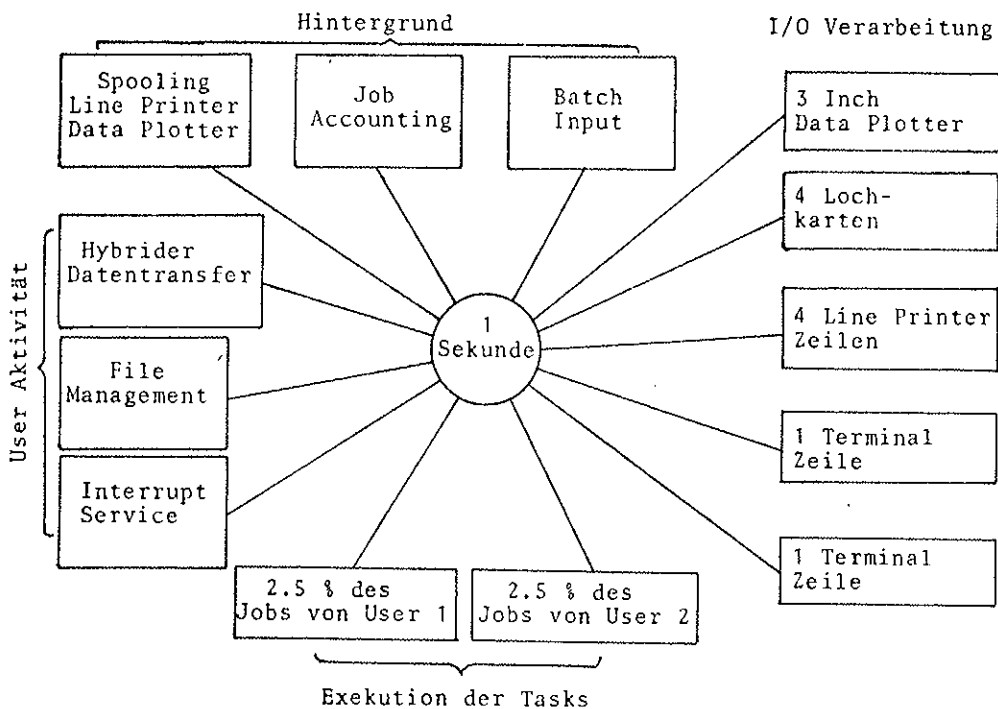


Durchschnittliche Rechenzeit in Sekunden

Input/Output Operationen pro Sekunde

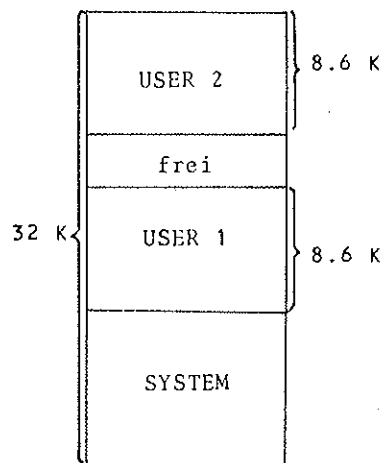
Veranschaulichung des Durchsatzes in JCS/TS 7

Das folgende Diagramm soll aufzeigen, was durchschnittlich in einer Sekunde CPU-Zeit geschieht. Die totale Trennung der Input/Output-Aktivität von der CPU-Aktivität und das neue Massenspeicherkonzept (Districts) haben eine Durchsatzsteigerung bewirkt.



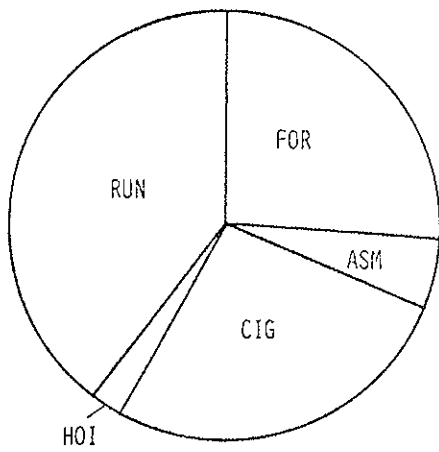
Durchschnittsdiagramm für 1 Sekunde CPU-Zeit

Die durchschnittliche Kernspeicherbelegung läßt derzeit bei Belegung beider Partitions noch 4 K Kernspeicher frei.



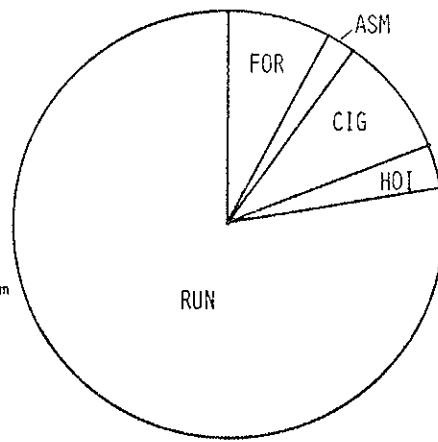
Im Monat werden etwa 3500 Benützertasks gerechnet. Grundsätzlich können User-Run-Tasks (Exekution von User-Programmen) und Prozessor-Tasks (Übersetzen, Assemblieren und Binden von Programmen, HOI) unterschieden werden. Diese beiden Arten von Tasks sind etwa zu gleichen Teilen vertreten. Die Anzahl der fehlerhaften Tasks (in denen ein syntaktischer Fehler, ein Steuerkartenfehler oder ein Run-Time-Error aufgetreten ist) ist immer mit ca. 7 % der Gesamttaskanzahl zu beobachten.

Bei der Aufteilung der CPU-Zeit nach denselben Gesichtspunkten zeigt sich deutlich eine Dominanz der User-Runs.



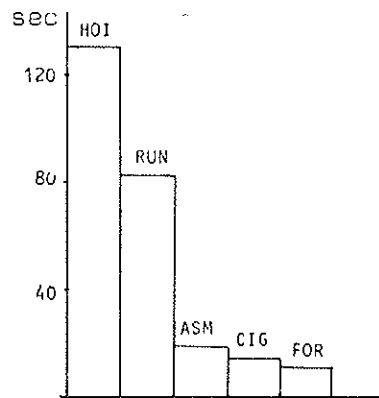
Aufteilung der Tasks

FOR - FORTRAN
 Compiler
 ASM - Assembler
 CIG - Core Image
 Generator
 HOI - Hybrid
 Operations
 Interpreter
 RUN - User Program
 Run



Aufteilung der CPU-Zeit

Die durchschnittliche Rechenzeit pro Task richtet sich hauptsächlich danach, wie interaktiv ein Task mit dem User arbeitet. Daher weisen HOI-Tasks den größten Durchschnitt auf.



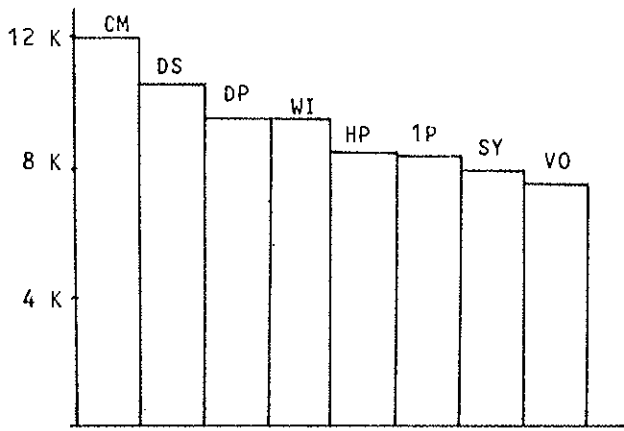
Aufteilung der durchschnittlichen Rechenzeit pro Task

Aktivität der Arbeitskategorien

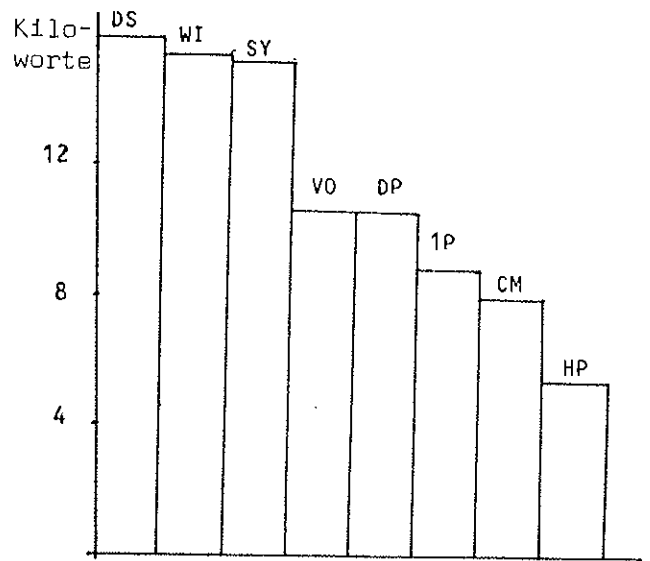
Intern werden verschiedene Gruppen von Benützern je nach der Art ihrer Arbeit am Hybridrechner unterschieden. Folgende Arbeitskategorien sind zur Zeit vorgesehen (sie werden durch einen zwei-buchstabigen Code gekennzeichnet):

- WI für allgemeine wissenschaftliche Arbeiten
- DP für Diplomarbeiten
- DS für Dissertationen
- HP für Hybridpraktika
- 1P für Mathematisches Praktikum I
- CM für kommerzielle Jobs
- SY für Systemjobs
- VO für Entwicklungsarbeiten des Rechnerpersonals

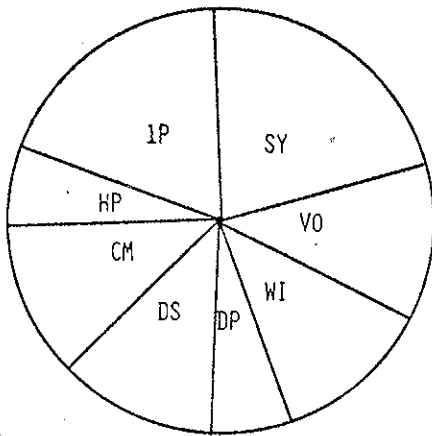
Es ist interessant, die Verteilung dieser Arbeitskategorien in Hinsicht auf Kernspeicherbelegung, Verwendung von Plattenfiles und Input/Output Operationen zu betrachten.



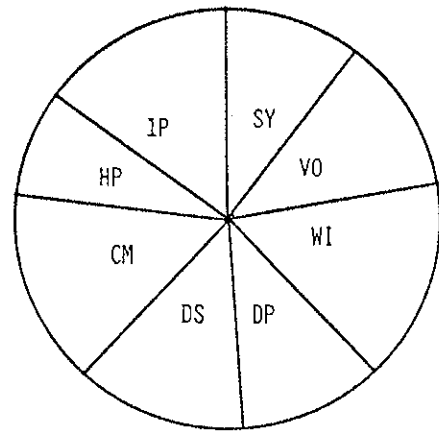
Kernspeicherbelegung
pro Task nach Arbeitskategorien



Input/Output Operationen
pro Task nach Arbeitskategorien



Input/Output Operationen pro Sekunde
(Aufteilung nach Arbeitskategorien)



File-Attach-Count pro Task
(Aufteilung nach Arbeitskategorien)

Nach wie vor ist die Rechenleistung des PACER 600 nicht voll ausgenutzt, vor allem deswegen, weil sich bei JCS/TS 7 gegenüber JCS/MP 6 eine Durchsatzsteigerung von etwa 300 % herausgestellt hat. So werden pro Sekunde Rechenzeit etwa 1/4 K Kernspeicher belegt und 300 Input/Output Operationen verarbeitet. Diese Werte erscheinen durchaus steigerungsfähig, falls der Rechenbedarf auch in unvorhergesehenem Rahmen steigen sollte. Allein die Reduktion der Exekutionszeit pro Task erlaubt etwa die Verdoppelung der Taskanzahl in gleichen Betriebszeiten wie bisher. Als Folge davon konnte der Closed-Shop-Betrieb so erweitert werden, daß stündlich Eingabe möglich ist.

A. Blauensteiner , I. Husinsky

Technischer Betrieb

ÖFFNUNGSZEITEN:

Montag bis Freitag
von
8 Uhr bis 20 Uhr

Jeden Montag von 8 bis 14 Uhr sowie ganztägig jeden ersten Montag im Monat ist die Hybridrechenanlage wegen Hardware- und Softwarewartung für den Open-Shop Benutzer geschlossen.

Closed-Shop Programme werden jedoch nach Möglichkeit gerechnet.

Closed-Shop Betrieb

KURZJOBS:

bis zu 5 Minuten reine CPU-Zeit,
bis zu 82 K Worte Line Printer
Output (~30 volle Seiten),
bis zu 82 K Worte Data Plotter
Output (~10 A3-Zeichnungen)

EINGABE: jede volle Stunde
(8 bis 19 Uhr)

AUSGABE: spätestens 2 Stunden
nach der Eingabe

JOBS,

die mehr CPU-Zeit benötigen
(Time-Option !),
oder mit mehr Betriebsmittel-
verbrauch (IO-Option !).

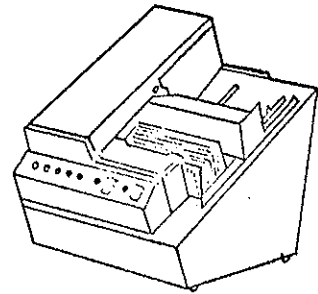
EINGABE: einmal täglich:
17 Uhr

AUSGABE: spätestens am nächsten
Tag 9 Uhr

Open-Shop Betrieb

Rechenzeit zur Benützung des Analogrechners oder des gesamten Hybridsystems kann beim Operator (Zimmer 1404/05 oder telephonisch unter 65 37 85 / 803 DW) reserviert werden.

Die Reservierung verfällt, wenn der Benutzer eine Viertelstunde nach Beginn der reservierten Zeit noch nicht eingetroffen ist. Bei Verhinderung wird gebeten, den Operator rechtzeitig zu verständigen, damit die Rechenzeit neu vergeben werden kann.



Neuer Card Reader

Im November 1976 wurde der alte Kartenleser an der Hybridrechenanlage durch einen neuen EAI Card Reader CR 300 ersetzt. Er liest, ebenso wie das alte Gerät, 300 Karten in der Minute und ist über einen Buffered Controller angeschlossen, d.h. der Inhalt jeder Karte wird in einen Puffer gelesen und kann von dort vom Betriebssystem zeitunabhängig weiterverarbeitet werden.

NEUE MITARBEITERIN AN DER HYBRIDRECHENANLAGE:

Frau Monika Sagerschnig ist seit Jänner 1977 als Programmierassistentin an der Hybridrechenanlage tätig.

NEUE DRUCKSORTEN:

Das Assembler-Skriptum wurde speziell für die Programmierung im Betriebssystem JCS/TS 7 überarbeitet. Die neue Auflage ist um S 40.- in der Programmberatung erhältlich.

KURSE

Folgende Kurse werden im Sommersemester 1977 an der Hybridrechenanlage abgehalten werden:

**RH7 SOFTWAREUNTERSTÜTZUNG FÜR DIE BENÜTZUNG DES PACER 600
ALS PLOTTER SYSTEM**

Einführung in das Programmpaket IPP1

1 Vortrag

Termin: 1977/03/08 14 - 16 Uhr

Vortragender: Dipl.Ing.F. Blöser

Ort: großer Seminarraum des Instituts für Technische
Mathematik, 1040 Wien, Gußhausstraße 27-29, 4. Stock,
Zimmer 1415

Auskünfte und Anmeldungen bei Herrn M. Schandl (Zimmer 1404/05,
Tel.: 65 37 85 / 803 DW).

RH9 EINFÜHRUNGSKURS IN DIE HYBRIDE PROGRAMMIERUNG

Dieser Kurs wird nach Bedarf, mindestens aber alle zwei Monate für wissenschaftliche Benützer, die keinerlei Vorkenntnisse auf dem Gebiet der hybriden Programmierung besitzen und an einer möglichst raschen Problemlösung interessiert sind, abgehalten. Der Kurs ist als Anregung zum Selbststudium gedacht.

Dauer: 2 Tage

Vortragender: D. Solar

Nähere Auskünfte und Anmeldungen bei Herrn D. Solar
(1040 Wien, Gußhausstraße 27-29, 4. Stock, Zimmer 1401,
Tel.: 65 37 85 / 747 DW).

Verbesserung der Programmberatung

Programmierberatung und Programmbibliotheksberatung findet nun zweimal täglich statt:

von 10 Uhr bis 11 Uhr in Zimmer 1403
und
von 15 Uhr bis 16 Uhr in Zimmer 1402

Wir bitten unsere Kunden, diese Termine einzuhalten und bitten um Verständnis, wenn wir außerhalb dieser Zeiten keine Auskünfte erteilen können.

Ferner möchten wir die Benutzer der Hybridrechenanlage auf das Benutzerhandbuch, das am Gang, gegenüber dem Rechenraum, aufliegt, und die Anschlagtafeln hinweisen. In der Mappe befinden sich alle Unterlagen zur Benützung des Betriebssystems JCS/TS 7 (Steuerkarten, Steueroptions, etc.), Beschreibungen von häufig verwendeten Bibliotheksprogrammen, sowie ausführliche Unterlagen zum Auffinden eines Fehlers aufgrund der Systemfehlermeldungen. Auf der Anschlagtafel findet man die aktuellen Informationen über den Rechenbetrieb, eine Liste der Bibliotheks-sammelfiles, Kursankündigungen, etc. Eine eigene Anschlagtafel für die Programmbibliothek enthält eine nach Klassen geordnete Liste aller Bibliotheksprogramme und aktuelle Meldungen.

Beim Auftreten einer Systemfehlermeldung bitten wir unsere Kunden, die entsprechenden Unterlagen zuerst aufmerksam durchzulesen, bevor sie die Programmberatung in Anspruch nehmen.

An dieser Stelle möchten wir auch auf die Unterlagen hinweisen, die zur Programmierunterstützung der Benutzer der Hybridrechenanlage erstellt wurden und in der Programmberatung erhältlich sind:

SCHRIFTLICHE UNTERLAGEN FÜR BENÜTZER DER
HYBRIDRECHENANLAGE (IM BETRIEBSSYSTEM
JCS/TS 7)

Titel	Preis	Seiten
Benützung des Betriebssystems JCS/TS 7 (Steuerkarten, Steueroptions, Files)	-	8
Besonderheiten des EAI-FORTRAN	-	4
Programmieranleitung für EAI 145 Data Plotter	20.-	47
CSMP-Manual	10.-	26
EAI-Assembler	40.-	73
Programmierung von Datenfiles im Betriebssystem JCS/TS 7	-	2
Input/Output auf Magnetband	-	2
Video Input/Output	-	3
Bedienungsanleitung für den Analogrechner	40.-	73
Userfiles USER/1 und USER/3	-	9
Verwendung der Double Integer Arithmetik	-	6

Ferner gibt es Kurzbeschreibungen für alle Bibliotheksprogramme sowie ein Verzeichnis der Programmbibliothek (Programme nach Klassen geordnet).

An einer ausführlichen Dokumentation für die Programmierung der Hybrid Linkage (Unterprogramme zur Steuerung des Analogrechners) im Betriebssystem JCS/TS 7 wird gearbeitet.

I. Husinsky

PLOTTER-JOBS:

Im Laufe des Rechenbetriebs hat sich herausgestellt, daß es vorteilhaft ist, die Anzahl der Zeichnungen innerhalb eines Jobs niedrig zu halten. Bei Vorliegen mehrerer getrennter Datensätze für getrennte Zeichnungen ist es günstiger, eine Aufteilung in mehrere Jobs vorzunehmen. Das hat für den Benutzer zwei Vorteile: erstens kann in diesem Fall eine eventuell notwendige IO-Option entfallen, da bei geringerem Data Plotter Output pro Job mit dem Standardwert das Auslangen gefunden wird. Solche Jobs können - im Gegensatz zu Jobs mit einer IO-Option - stündlich eingegeben werden. Zweitens kann dadurch die Turn-Around-Zeit für den Benutzer gesenkt werden. Durch das Spooling des Data Plotter Outputs wird mit dem tatsächlichen Zeichnen erst nach der Beendigung eines Jobs begonnen. Bei einer Aufteilung in mehrere Jobs jedoch werden die ersten Zeichnungen bereits auf dem Plotter ausgezeichnet, während die nächsten Jobs noch exekutiert werden.

FORTRAN INPUT/OUTPUT:

Es stehen Input/Output Routinen (INPUT, INTEG, STRING) zur Verfügung, die, falls kein FORTRAN READ/WRITE-Befehl programmiert ist, etwa 5K Kernspeicher einsparen und die Ein-/Ausgabe von Integerwerten sowie von Zeichen ermöglichen.

VIRTUELLE FELDER:

Werden zu große Kernspeicherfelder benötigt und erscheint ein Arbeiten mit den File-Routinen nicht zweckmäßig, können nun Felder auf Districts simuliert werden. Die entsprechenden Routinen (DEFINE, TOCORE, OFCORE) bieten ein optimiertes Paging von Feldern auf Massenspeicher statt Kernspeicher.

HYBRIDE JOBS:

Für hybride Benutzer ergeben sich Verbesserungen und Neuerungen bei schnellen Datentransfers und General Purpose Interrupts (neue Routinen TO680, OF680, LOCK, INTER, RI, SI).

Für alle angegebenen Routinen sind Kurzbeschreibungen in der Programmberatung erhältlich.

Für die effektivere Ausnutzung der In-line Coding Options sowie zur File-Benützung sei auf die Artikel "In-line Coding" (Seite 29) und "Filestruktur im Betriebssystem JCS/TS 7" (Seite 14) hingewiesen.

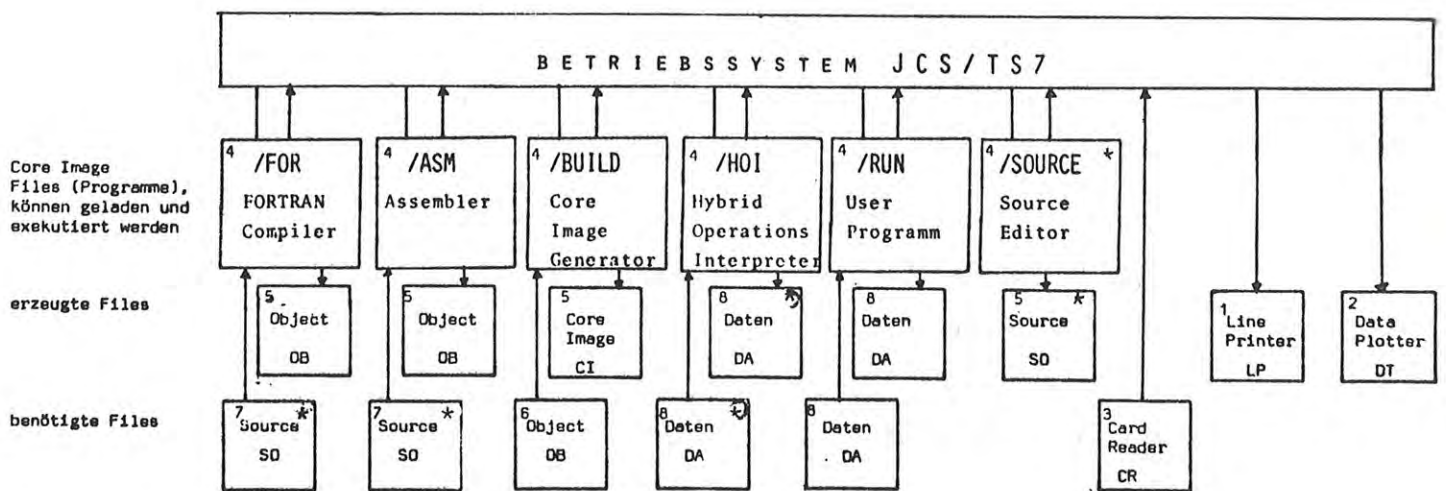
A. Blauensteiner

FILESTRUKTUR IM BETRIEBSSYSTEM JCS/TS 7

Um das Verständnis von File-Begriffen zu erleichtern und um das Arbeiten mit Files zu fördern, seien hier alle Begriffe definiert. Es gibt systemmäßig 7 File-Typen (auf den District-Listen ist bei jedem File durch zwei Buchstaben sein Typ angegeben):

- SO - Source Files beinhalten Programme oder Unterprogramme in FORTRAN oder Assembler und können ohne neu von Karten eingelesen zu werden verbessert bzw. neu compiliert werden. Bei Source Files sind die Zeichen so abgespeichert wie sie eingelesen werden.
- OB - Object Files sind die vom FORTRAN-Compiler bzw. Assembler codierten Informationen, die durch das Übersetzen von Haupt- oder Unterprogrammen entstehen. Bei Object Files sind die Informationen von der Programmiersprache weg in eine der Maschine verständliche Form übersetzt. Dieser Code kann aber noch nicht exekutiert werden, da die einzelnen Object Files der einzelnen Programme erst miteinander und mit den System-Unterprogrammen verbunden werden müssen, deren Reihenfolge, Position etc. beim Übersetzen nicht bekannt und auch nicht wichtig ist.
- CI - Core Image Files sind die aus Object Files gebundenen fertigen exekutablen Programme, die Wort für Wort in den Kernspeicher geladen und zu rechnen begonnen werden können. Hier sind alle Bibliotheksunterprogramme mitgebunden. Core Image Files haben also Kernspeicherformat; sie bestehen aus den erlaubten Maschinen-Operations-Codes.
- DA - Daten Files sind vom User oder von Systemprogrammen aufgebaute Files beliebigen Inhalts und beliebigen Formates.
- CR - Batch Image Files entsprechen dem eingelesenen Job-Kartenstapel mit allen Steuerkarten, Programmen und Datenkarten und werden vom Betriebssystem abgearbeitet.

- LP - Line Printer Files entsprechen dem Line Printer Output eines Jobs in Form der auszugebenden Zeichen und können, einmal erstellt, mehrfach abgerufen und gedruckt werden.
- DT - Data Plotter Files entsprechen dem Data Plotter Output eines Jobs in Form von codierten Bewegungsinformationen für den Zeichenstift. Auch diese Files können, einmal erstellt, mehrfach gezeichnet werden.



- 1 Ein LP File wird standardmäßig immer für jeden Job errichtet.
 - 2 Ein DT File wird ab dem Auftreten einer PLOTTER-Option errichtet.
 - 3 Ein CR File wird durch die PRIORITY-Option errichtet und ab dem Einlesen einer /END-Karte verarbeitet.
 - 4 CI Files werden durch die LOAD-Option von einem beliebigen District geladen.
 - 5 SO, OB und CI Files werden durch die STORE-Option auf einem beliebigen District generiert.
 - 6 LOAD-Steuerkarten laden für den Core Image Generator bestimmte Programme von beliebigen Districts.
 - 7 Die INPUT-Option regelt den Datenkartenersatz von einem beliebigen District.
 - 8 Der Aufruf von File-Routinen ermöglicht Input/Output von Daten auf beliebigen Districts.
- * projiziert, in Entwicklung

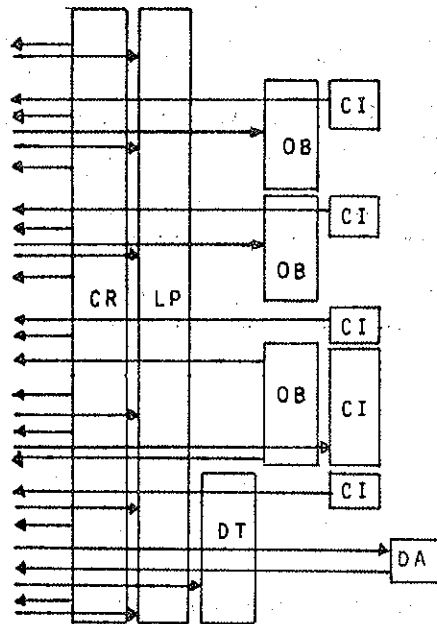
Der User hat die Möglichkeit, die Vorteile dieser Filestruktur voll auszunützen, indem er seine Haupt- und Unterprogramme im Object-Format auf Districts abspeichert (STORE-Option auf der /FOR-Karte) und immer nur das Programm neu übersetzt, das er gerade bearbeitet. Ebenso können ausgetestete Programme, die öfter laufen werden, im Core Image-Format abgespeichert werden (STORE-Option auf der /BUILD-Karte beim Generieren des Files, LOAD-Option auf der /RUN-Karte beim Exekutieren).

Die Districts 19, 20 und 21 stehen für Benutzerprogramme zur Verfügung. Durch das Einsparen von wiederholtem Einlesen, Übersetzen und Binden von Programmen wird eine wesentliche Durchsatzverbesserung im Rechenbetrieb und weniger Papierverbrauch erreicht.

```

/JOB,USER=*,PRIORITY=3
/FOR HPHP01,STORE=19
    Hauptprogramm
/FOR UPUP02,STORE=20
    Unterprogramm
/BUILD HAUPTP,STORE=19
IN,D19 HPHP01
LOAD,D20 UPUP02
/RUN HAUPTP,LOAD=19,PLOTTER
    Daten
/END

```



Demonstration der File-Aktivitäten innerhalb eines User Jobs

A. Blauensteiner

HYINFO - AKTUELLE INFORMATIONEN FÜR HYBRIDBENÜTZER - HYINFO

Ein wichtiges Detail des Arbeitens mit einem Hybridsystem sind Informationen über den Zustand des Gesamtsystems sowie die Dokumentation eventuell aufgetretener Hardware Fehler.

Mögliche Fehlerquellen liegen in den einzelnen Komponenten des Analogrechners, seiner Steuerung, Ausgabegeräten wie DVM und Dszillograph, den Interface Elementen, dem Digitalrechner und dessen I/O Geräten.

Diese Vielzahl von Möglichkeiten kann jedoch, was die Auswirkungen auf den Benutzer betrifft, auf wenige bedeutsame Punkte reduziert werden.

Fehler in den I/O Geräten werden nicht zuletzt durch die Aufmerksamkeit der Kunden sehr schnell entdeckt und behoben, und das gleiche gilt für den Digitalrechner, bei dessen hoch entwickeltem Betriebssystem ein Ausfall von IC's sofort gravierende Folgen haben muß.

Die für den Hybridbenutzer störendsten Fehlerquellen liegen in Analogrechner und Interface, weil sie durch die zeitlich stark schwankende Benützung nicht sofort erkannt werden müssen.

In diesen Geräten altern zwar elektronische Komponenten ebenfalls hauptsächlich thermisch, ihr Ausfall hat jedoch auf das Gesamtsystem meist keine derartig weitreichenden Folgen wie in digitalen Schaltkreisen. Vielmehr kommt es eher zu veränderten charakteristischen Daten eines Analogrechnelementes ohne Totalausfall. Um dem vorzubeugen, müssen die Elemente des Analogrechners auf die Einhaltung einer ganzen Reihe von Daten laufend überwacht werden. Dies erfordert entsprechende Meßgeräte und regelmäßiges Service, zumindest aber regelmäßige Hard- und Softwaretests des Hybridsystems. Mehrere derartige Programme sind an der Hybridrechenanlage in Ausarbeitung bzw. Neubearbeitung. Da es vom rechnerischen Aufwand her unmöglich ist, alle Rechenelemente bezüglich aller ihrer Funktionen zu kontrollieren, bleibt ein relativ geringer Rest an Defekten, der hauptsächlich vom on-line arbeitenden Benutzer des Hybridsystems gefunden wird und einer Analyse und Dokumentation zugeführt werden muß.

Unter Bedachtnahme auf alle diese Forderungen wurde ein Programm entwickelt, das jedem Hybridbenutzer erfaßte Fehler in Analogrechner und Interface zur Verfügung stellt. Dieses Systemprogramm "HYINF0" erfüllt folgende Kriterien:

o leichte Zugänglichkeit der Informationen

Sie werden übersichtlich am Schnelldrucker gelistet, wenn der Benutzer seinem Job die Steuerkarte

```
/RUN HYINFO,LOAD=7
```

beilegt (am besten unmittelbar nach der /JOB- oder unmittelbar vor der /END Karte).

HYINF0-Printouts liegen außerdem im Steckbrettraum und im Rechenraum auf. Sie sind an der Balkenschrift HYINF0 vor Beginn und nach Ende des Textes zu erkennen.

o aktuelle Mitteilungen jeder Art

Sie sind den Fehlerinformationen vorausgestellt und betreffen allgemeinere Themen.

o von Benützern entdeckte Fehler

Diese folgen auf die allgemeinen Informationen und werden mit Angabe des Datums und des Finders gedruckt.

ACHTUNG: derartige Defekte sind wie bisher in das neben dem Analogrechner aufliegende Fehlerheft einzutragen. Sie werden täglich und im Interesse einer raschen Information ungeprüft in den Fehlerfile übernommen. Die Überprüfung erfolgt nach den Möglichkeiten des Rechenzentrums-Personals, und verläuft sie positiv, wird der Name des Entdeckers gelöscht und durch einen RZ-Code ersetzt.

Im anderen Falle wird die Eintragung gelöscht. Bis zum Zeitpunkt der Überprüfung liegt die Verantwortung für die Eintragung beim Eintragenden.

o von systematischen Testprogrammen ermittelte Zuverlässigkeitsraten oder technische Daten

Die mit Datumsangabe auf Districts aufgezeichneten Ergebnisse hybrider Hard- und Softwaretestprogramme werden in aktuellster Form auszugsweise gedruckt.

Derzeit sind die Auswertungen des Servopotentiometer- und des Senseline-Controlline-Testprogrammes angeschlossen.

Noch einmal sei darauf hingewiesen, daß defekte analoge Elemente eventuell längere Zeit nicht erkannt werden, da jeder Benutzer Rechenelemente seiner Wahl und meist nur einen Teil der überhaupt vorhandenen benützt.

Es kann auch vorkommen, daß die beeinträchtigten Eigenschaften oder Parameter in der benützten Schaltung keine Rolle spielen oder durch andere Effekte überdeckt werden. Wird also keine lückenlose Fehlerdokumentation unter Mithilfe aller Rechnenden geführt, können derartige Rechenelemente zu abweichenden, eventuell nicht reproduzierbaren Rechenergebnissen führen, deren Fehleranalyse unbestreitbar mühsam sein kann.

Daher sei an alle Hybridbenutzer die Bitte gerichtet, lokalisierte fehlerhafte Komponenten nicht einfach in ihrer Schaltung auszutauschen und so ihrem Schicksal zu überlassen, sondern im Interesse einer gewissenhaften Dokumentation Eintragungen in das Fehlerheft zu schreiben, welche über den Informationsfile schnellstens anderen zur Verfügung stehen.

Durch ständige Kontrolle der verwendeten Schaltung an Hand des neuesten HYINFO Ausdruckes kann die Zuverlässigkeit des Hybridsystems für alle daran Rechnenden außerordentlich gesteigert werden.

H.Hummer

```

NNN   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNN   FFFFFFFF   00000000
NNH   NNN   YYYY   YYYY   IIIIIII   NNNN   NNN   FFFFFFFF   0000000000
NNH   NNN   YYYY   YYYY   III   NNNNN   NNN   FFF   000   000
NNH   NNN   YYYYYY   YYYYYY   III   NNNNN   NNN   FFF   000   000
NNNNNNNNNNNN   YYYYY   III   NNNNNN   NNN   FFFFFFFF   000   000
NNNNNNNNNNNN   VVV   III   NNN   NNNNNN   FFFFFFFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   III   NNN   NNNNN   FFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   III   NNN   NNNNN   FFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNNN   FFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNN   FFF   0000000000
NNH   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNN   FFF   00000000

```

?? / ? / ?

MITTEILUNGEN FÜR HYBRIDBENUTZER

AB JANUAR KANN IM SYSTEM JCS/TS MIT DEN NEUEN DMA-ROUTINEN
BERECHNET WERDEN.

AB FEBRUAR KANN IM SYSTEM JCS/TS MIT DEN NEUEN
INTERRUPT ROUTINEN GERECHNET WERDEN

DER HOCHFREQUENTE RAUSCHGENERATOR KANN DERZEIT NICHT
EINGESETZT WERDEN (NEUJUSTAGE IST ERFORDERLICH)

CODE DATUM FEHLERINFORMATION

1A 12/ 6 POT 2R LÄSST SICH NICHT AUF KLEINE WERTE SETZEN (RZHY30)
3A 12/ 7 POTS 91 UND 93 DEFECT (RZHY40)

8B 11/13 OCA 10 DEFECT.LÄSST SICH NICHT SETZEN (RZHY50)

9C 1/10 INTEGRIERER 55 DEFECT (NONOTNY)

7C 1/11 INTEGRIEKER 65 DEFECT (KUCH)

0C 2/ 1 AMPLIFIER 118 VORLACUFIG NICHT VORHANDEN (RZHY50)

8D 12/ 6 LÄMPCHEN REGISTER 8 D LEUCHTET NICHT (NONOTNY)

4D 12/10 LÄMPCHEN COMPARATOR 9,39,114,59 DEFECT (SCHWARZBAUER)

ALL POTS OK
ALL SENSELINES OK
ALL CONTROLLINES OK

```

NNN   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNN   FFFFFFFF   00000000
NNH   NNN   YYYY   YYYY   IIIIIII   NNNN   NNN   FFFFFFFF   0000000000
NNH   NNN   YYYY   YYYY   III   NNNNN   NNN   FFF   000   000
NNH   NNN   YYYYYY   YYYYYY   III   NNNNN   NNN   FFF   000   000
NNNNNNNNNNNN   YYYYY   III   NNNNNN   NNN   FFFFFFFF   000   000
NNNNNNNNNNNN   VVV   III   NNN   NNNNNN   FFFFFFFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   III   NNN   NNNNN   FFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   III   NNN   NNNNN   FFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNNN   FFF   000   000
NNH   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNN   FFF   0000000000
NNH   NNN   VVV   VVV   IIIIIII   NNN   NNN   FFF   00000000

```

MODELL ZUR SIMULATION DES VERHALTENS NATÜRLICH RADIOAKTIVER NUKLIDE
IN DER LUFT VON WOHN- UND ARBEITSRÄUMEN MIT HILFE EINES HYBRIDRECHNERS

1. EINLEITUNG

Für eine objektive Beurteilung des durch künstliche Quellen wie Kernkraftwerke verursachten Strahlenrisikos ist die genaue Kenntnis der natürlichen Strahlenbelastung des Menschen eine wichtige Voraussetzung. Unter der natürlichen Radioaktivität der Luft versteht man ihren Gehalt an den Edelgasen ^{222}Rn (Radon) und ^{220}Th (Thoron) und deren Zerfallsprodukte. Radon und Thoron stammen aus dem im Boden und im Baumaterial unserer Häuser enthaltenen ^{226}Ra bzw. ^{232}Th und gelangen durch Diffusion in die Luft. Dort zerfallen sie in ihre Folgeprodukte, die sich als Schwermetallatome rasch an das vorhandene Aerosol anlagern. Durch die Atmung werden diese Nuklide in den Körper aufgenommen und liefern einen wesentlichen Beitrag zur natürlichen Strahlenbelastung.

Nuklid	Halbwertszeit	Strahlung
Rn (^{222}Rn)	3,825 d	α
RaA (^{218}Po)	3,05 min	α
RaB (^{214}Pb)	26,8 min	β, γ
RaC (^{214}Bi)	19,7 min	β, γ
RaC' (^{214}Po)	164 μs	α
RaD (^{210}Pb)	19,4 a	β
RaE (^{210}Bi)	5,01 d	β
RaF (^{210}Po)	138,4 d	α

Tabelle 1
Übersicht über die Radon-Zerfallsreihe

Tab.1 gibt einen Überblick über die Radon-Zerfallsreihe, auf deren Nuklide sich die Modellberechnungen im Augenblick beschränken. In der Zerfallsreihe folgt auf die sogenannten kurzlebigen Zerfallsprodukte RaA - RaC' das langlebige RaD. Infolge seiner langen Halbwertszeit kommt dieses Nuklid samt den darauffolgenden Zerfallsprodukten nur in sehr kleinen Konzentrationen vor, sodaß es für die Strahlenbelastung durch Inhalation nicht berücksichtigt werden muß. Während in der Freiluft das aus dem Boden exhalierte Radon rasch in große Höhen transportiert wird, kann es sich in Räumen nur in einem relativ kleinen Luftvolumen ausbreiten, was zu erhöhten Konzentrationen in der Raumluft führt.

Da sich die Menschen unserer Zivilisation vorwiegend in Häusern aufhalten, kommt der Bestimmung der Raumluftaktivität für die natürliche Strahlenbelastung erhöhte Bedeutung zu (1,2,3). Die Konzentrationen der natürlich radioaktiven Nuklide in unserer Raumluft sind starken örtlichen und zeitlichen Schwankungen unterworfen (2,3). Die örtlichen Änderungen hängen im wesentlichen vom Gehalt des Baumaterials an ^{226}Ra und der Radon-Exhalationsrate ab.

Für die zeitlichen Schwankungen sind vor allem die verschiedenen meteorologischen Variablen wie Temperatur, Luftdruck usw. sowie die Belüftungsverhältnisse der Räume verantwortlich.

2. RAUMMODELL

Für die Größe der Aktivitätskonzentrationen von ^{222}Rn und seinen Zerfallsprodukten spielen folgende physikalische Prozesse eine Rolle:

- Exhalation von Radon aus dem verwendeten Baumaterial
- Austausch der Aktivitäten mit der Freiluft durch Ventilation
- Anlagerung der freien Zerfallsprodukte an das Aerosol
- Abscheidung der Zerfallsprodukte am Boden und an den Wänden
- Radioaktiver Zerfall bzw. Nachbildung
- Diffusion von Radon durch das Mauerwerk (Selbstlüftung)

Diese Vorgänge können schematisch in einem Raummodell dargestellt werden (Abb.1).

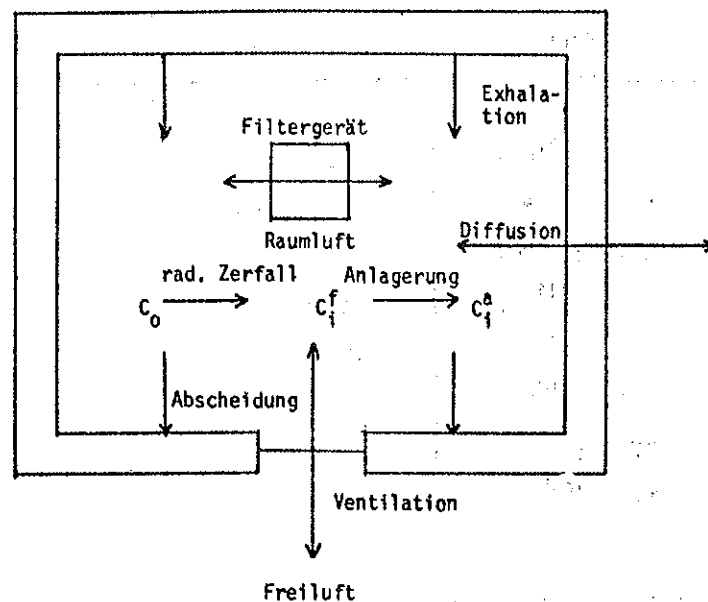


Abbildung 1
Schematische Darstellung des Raummodells

Dabei wird angenommen, daß es infolge turbulenter Diffusion und Konvektion zu einer gleichförmigen Verteilung der radioaktiven Nuklide in der Raumluft kommt. Um das Raummodell möglichst allgemein zu formulieren, wurde auch ein im Raum befindliches Filtergerät in das Modell aufgenommen, um den Einfluß eines Filtermeßgerätes oder einer Klimaanlage simulieren zu können.

3. MATHEMATISCHES MODELL (KOMPARTMENTSYSTEM)

Ein Kompartmentsystem ist ein System, das aus einer endlichen Zahl makroskopischer Subsysteme besteht, die als Kompartments bezeichnet werden. Diese Kompartments besitzen eine homogene Verteilung und die Transportrate eines Stoffes aus einem Kompartiment ist proportional der Konzentration des Stoffes im betreffenden Kompartiment (lineares System). Da diese beiden Bedingungen vom aufgestellten Raummodell erfüllt werden, kann es als ein offenes Kompartmentsystem dargestellt werden (Abb.2).

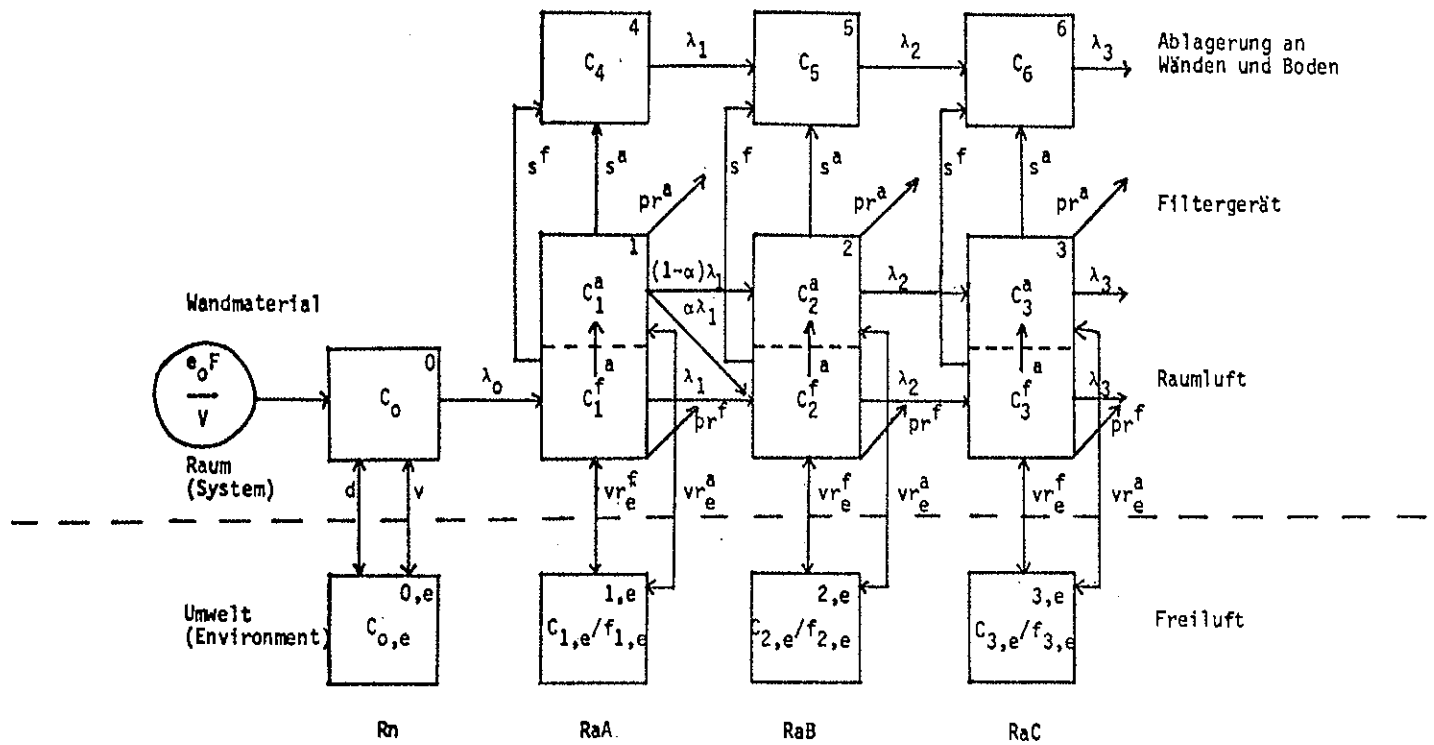


Abbildung 2
Kompartimentmodell

Dabei bedeutet:

- $C_i(t)$ - spezifische Aktivität des Nuklides i
- λ_i - Zerfallskonstante des Nuklides i
- $v(t)$ - Ventilationsaustauschkoeffizient
- $e(t)$ - Radon-Exhalationsrate
- F^0 - Oberfläche des Raumes
- V - Volumen des Raumes
- $d(t)$ - Diffusionsaustauschkoeffizient
- s - Abscheidungskoeffizient
- a - Anlagerungskoeffizient
- r, r_e - Retentionsfaktoren
- α - Rückstoßparameter
- Index $f(a)$ - freie (angelagerte) Atome

Infolge seiner kurzen Halbwertszeit von $164 \mu s$ befindet sich RaC' stets im Gleichgewicht mit dem RaC und braucht deshalb nicht als eigenes Kompartiment berücksichtigt werden.

Mathematisch wird dieses Kompartimentsystem durch ein System linearer, gekoppelter Differentialgleichungen mit zeitabhängigen Koeffizienten beschrieben. Als Beispiel seien hier die Gleichungen für das Kompartiment 1 (RaA - Konzentration in der Raumluft) angegeben.

$$\frac{dc_1^f}{dt} = \lambda_1 c_0 - (\lambda_1 + a + s^f + pr^f + vr_e^f) c_1^f + vr_e^f \cdot f_{1,e} \cdot c_{1,e}$$

$$\frac{dc_1^a}{dt} = a c_1^f - (\lambda_1 + s^a + pr^a + vr_e^a) c_1^a + vr_e^a (1 - f_{1,e}) c_{1,e}$$

$$c_1 = c_1^f + c_1^a \quad f_1 = \frac{c_1^f}{c_1^f + c_1^a}$$

Um alle Lösungskurven im Nullpunkt beginnen zu lassen, wird auf das Gleichungssystem noch die Transformation

$$\bar{c}_i = c_i - c_{i,0}$$

ausgeübt, wobei $c_{i,0}$ die Anfangsbedingung angibt.

Ähnliche in der Literatur vorkommende theoretische Modelle zur Berechnung der Raumluftaktivitäten beschränken sich auf konstante Koeffizienten und stationäre Lösungen (4,5). Experimentelle Ergebnisse haben aber große zeitliche Schwankungen der Konzentrationen in der Raumluft gezeigt. Um daher das zeitliche Verhalten der Aktivitäten und insbesondere ihre Abhängigkeit von zeitlich veränderlichen Parametern, wie z.B. meteorologischen Größen, genau beschreiben zu können, benötigt man zeitabhängige Koeffizienten mit variablem Funktionsverlauf und exakte Lösungen der Differentialgleichungen für alle Zeiten.

Für diese Problemstellung bietet ein Hybridrechner wesentliche Vorteile:

- a) Exakte Lösungen von Differentialgleichungen für alle Zeiten auf einfache Weise.
- b) Übersichtliche Änderung von Parameterwerten durch Potentiometereinstellung und sofortiges Aufscheinen der Lösungskurven auf dem Bildschirm.

Der Einfluß einer Vielzahl von Parametern kann so in kurzer Zeit geprüft werden. Um diese Prüfung rein digital durchzuführen, wäre eine erhebliche Gesamtrechnzeit notwendig. Die Untersuchung der Wirkung kombinierter Parameteränderungen der zeitabhängigen Einflußfunktionen wäre digital noch wesentlich zeitintensiver. Das analoge Rechenmodell gestattet kombinierte Systemänderungen in kontinuierlicher Weise ohne Zeitverlust, wodurch interessante Effekte und auslösende Ursachen on-line isoliert werden können. Dabei wird für die Variation aller Parameter nicht mehr Zeit als etwa für den Lauf eines äquivalenten digitalen Programmes zur Prüfung eines Parameters benötigt.

Die Hauptschwierigkeit bei der expliziten Durchführung der Berechnung stellt die Skalierung dar, da die Größenordnungen der einzelnen Konstanten oft um einige Zehnerpotenzen differieren.

Eine sinnvolle Durchführung war daher nur mit einem automatischen Skalierungsprogramm möglich (siehe Artikel "Softwarepaket zur digitalen Unterstützung von Simulationen am Analogrechner" in Interface 7, Seite 18).

4. DISKUSSION VORLÄUFIGER ERGEBNISSE

Der Einfluß vorgegebener zeitlicher Funktionen verschiedener Übergangsparameter auf das Zeitverhalten des Systems soll hier an zwei Beispielen gezeigt werden, die an der Hybridrechenanlage simuliert wurden:

- a) Wird eine Tür oder ein Fenster in einem abgeschlossenen Raum geöffnet und nach einiger Zeit wieder geschlossen, so kann dieser Vorgang mathematisch durch eine Stufenfunktion des Parameters $v(t)$ dargestellt werden. Das daraus resultierende Verhalten der Aktivitäten - hier am Beispiel der Radonkonzentration der Raumluft gezeigt - ist in Abb. 3 dargestellt.

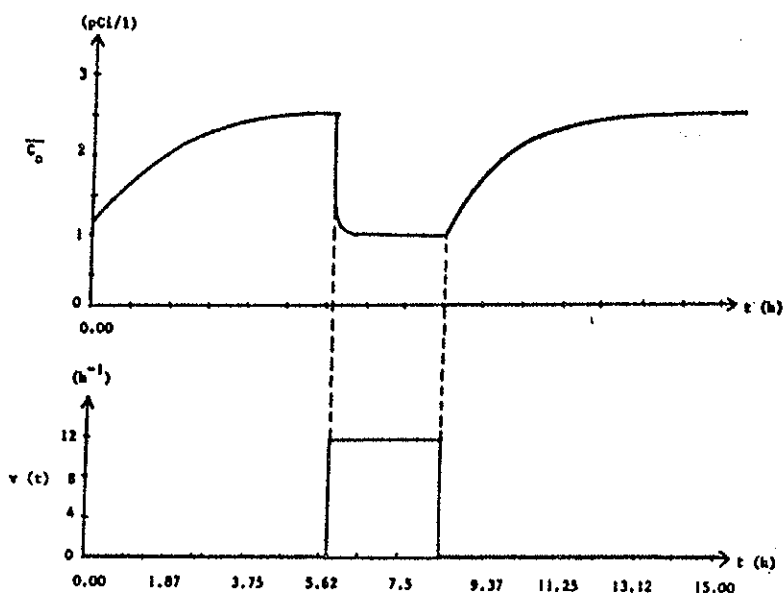


Abbildung 3

Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration der Raumluft (transformierter Wert) in Abhängigkeit von der Ventilationsrate

Man sieht, daß die Radonkonzentration bei Ventilationsbeginn rasch abfällt (ca. 15 min), der Anstieg hingegen viel länger dauert (ca. 5 h). Dabei muß man berücksichtigen, daß sowohl der absolute Wert der Radonkonzentration als auch die Abfalls- und Anstiegszeit von der Wahl der übrigen Systemparameter stark abhängen. Der Anstieg der Kurve vom Nullpunkt aus wird von den gewählten Werten der Anfangsbedingungen und den Freiluft-Konzentrationen bestimmt. Die übrigen Aktivitäten zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Radonkonzentration, wenn auch mit anderen absoluten Werten und Zeitkonstanten.

- b) Der Einfluß meteorologischer Größen wirkt sich vor allem auf die Exhalationsrate aus dem Baumaterial aus. Zum Beispiel steigt sie bei fallendem Luftdruck an, was hier durch einen linearen Anstieg der Exhalationsrate dargestellt wird.

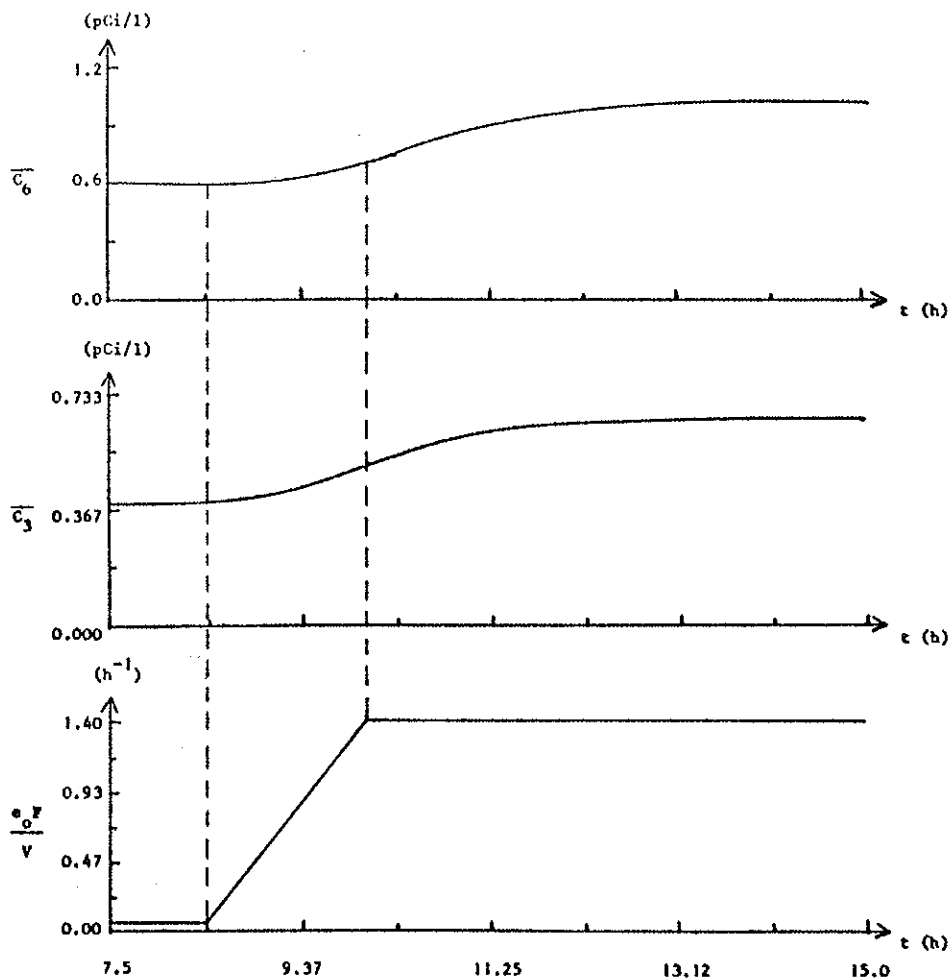


Abbildung 4

Zeitlicher Verlauf der RaC-Konzentration der Raumluft und der an Boden und Wänden abgeschiedenen Aktivität (transformierte Werte) in Abhängigkeit von der Exhalationsrate

Man sieht (ebenso wie in Abb. 3), daß nach Beendigung der Störfunktion die Werte der hier ausgewählten RaC-Konzentrationen weiter ansteigen und erst nach einigen Stunden einschwingen. Die Lösungskurven für die anderen Konzentrationen zeigen ein ähnliches Bild.

In den beiden gezeigten Abbildungen wurde jeweils der Einfluß der zeitlichen Änderung eines Parameters untersucht, während die übrigen konstant gehalten wurden. Es ist aber rechentechnisch möglich, alle zeitabhängigen Größen gleichzeitig und in beliebiger Weise zu ändern.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Das hier aufgestellte Simulationsmodell ermöglicht die Berechnung des zeitlichen Verhaltens der Aktivitäten in der Raumluft, ihres Anteils an nichtangeregten Atomen und der auf Boden und an Wänden abgeschiedenen Aktivitäten. Jeder Übergangsparameter kann leicht geändert werden, wobei für seine Zeitabhängigkeit jede beliebige zeitliche Funktion vorgegeben werden kann.

Für den weiteren Ausbau des Modells und seiner Anwendungsmöglichkeiten sind folgende Erweiterungen geplant bzw. in Arbeit:

- a) Steuerung der zeitlich variablen Koeffizienten durch ein System meteorologischer Parameter, um den Einfluß dieser Größen auf das System zu simulieren.
- b) Bestimmung des zeitlichen Verlaufes der Gammadosisleistung in Räumen
- c) Berechnungen für Thoron und seine Zerfallsprodukte
- d) Anwendung auf verschiedenste Modellräume (z.B. klimatisierte Räume, Räume für die Radontherapie, Bergwerke)
- e) Anwendung stochastischer Methoden

Für den Aufbau der Anlogschaltung und für die tatkräftige Unterstützung bei den Rechenarbeiten möchte der Verfasser den Herrn H.Hummer und D.Solar auch an dieser Stelle herzlich danken.

Dr.W.Hofmann
Institut für Physik, Universität Salzburg
und Forschungsinstitut Gastein der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Literatur

1. Pohl,E., Steinhäusler,F., Hofmann,W., Pohl-Rüling,J.:
Methodology of measurement and statistical evaluation of radiation burden to various population groups from all internal and external natural sources. Proc. Symp. on Radiological and Environmental Effects of Low-Level Radiation, IAEA, Vol.II, 305 (1976)
(weitere Literatur in dieser Arbeit)
2. Steinhäusler,F.:
Die natürliche Radioaktivität der Luft in Wohn- und Arbeitsräumen in Abhängigkeit von Ort, Baumaterial und meteorologischen Faktoren.
Dissertation, Univ. Innsbruck (1972)
3. Steinhäusler,F.:
Long-term measurements of ^{222}Rn , ^{220}Rn , ^{214}Pb and ^{212}Pb concentrations in the air of private and public buildings and their dependence on meteorological parameters.
Health Phys. 29, 705 (1975)
4. Jacobi,W.:
Activity and potential alpha-energy of ^{222}Rn and ^{220}Rn -daughters in different air atmospheres.
Health Phys. 22, 441 (1972)
5. Wicke,A., Porstendörfer,J.:
Radon- and Thoron-flux out of construction materials in buildings.
Cond. Papers, 3rd Europ. IRPA Congr., Amsterdam (1975)

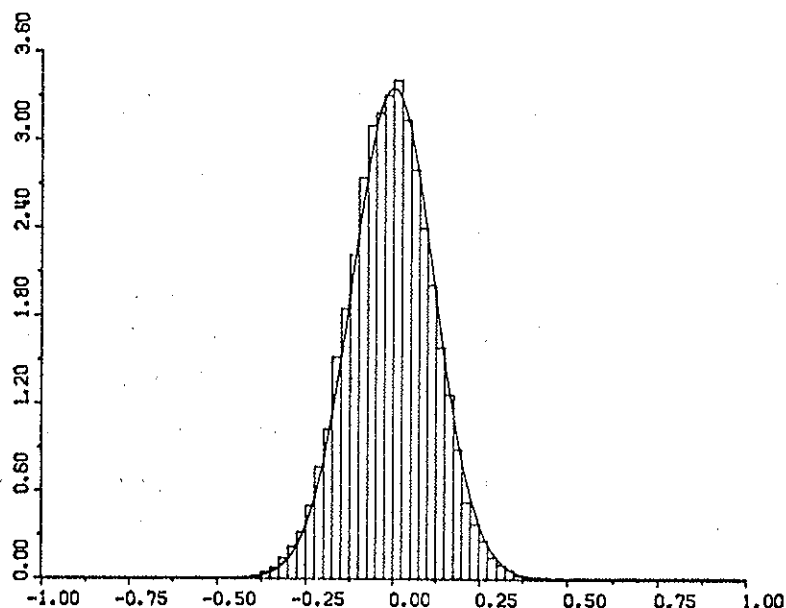
ERZEUGUNG STOCHASTISCHER SIGNALE BELIEBIGER VERTEILUNG AM ANALOGRECHNER MIT HILFE VON RAUSCHGENERATOREN UND FUNKTIONSGEBERN

Zur Simulation stochastischer Prozesse sind Analogrechner mit Rauschgeneratoren ausgerüstet, die ein sogenanntes "weißes Rauschen" erzeugen, dessen statistische Parameter möglichst gut der Gauß - Verteilung angenähert sind. Diese Zufallsgeneratoren liefern im Gegensatz zu den digitalen Pseudo - Zufallsgeneratoren ein echtes Zufallssignal, das wegen seiner Stetigkeit besonders für die Simulation von Prozessen mit regellosen Zeitfunktionen geeignet ist.

Der Analogrechner der Hybridrechenanlage ist mit einem niederfrequenten und einem hochfrequenten Rauschgenerator versehen, die ein weißes Rauschen mit folgenden Spezifikationen liefern:

NIEDERFREQUENTER	mit $\pm 1\%$ Ungenauigkeit	<5 mV mit 95% Sicherheit	ca. $(.125)^2$	gleichverteilt von 0 bis 350 Hz, Fehler ± 1 db, steiler Abfall über 400 Hz.	ca. $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ V}^2/\text{Hz}$
RAUSCHGENERATOR	AMPLITUDEN- NORMAL- VERTEILUNG	MITTEL	VARIANZ	SPEKTRUM	MAXIMALE LEISTUNGSDICHTE
HOCHFREQUENTER	mit $\pm 2\%$ Ungenauigkeit	<1 mV		gleichverteilt von 10 bis 35000 Hz, Fehler ± 1.5 db, steiler Abfall über 35 kHz	ca. $2 \cdot 10^{-5} \text{ V}^2/\text{Hz}$

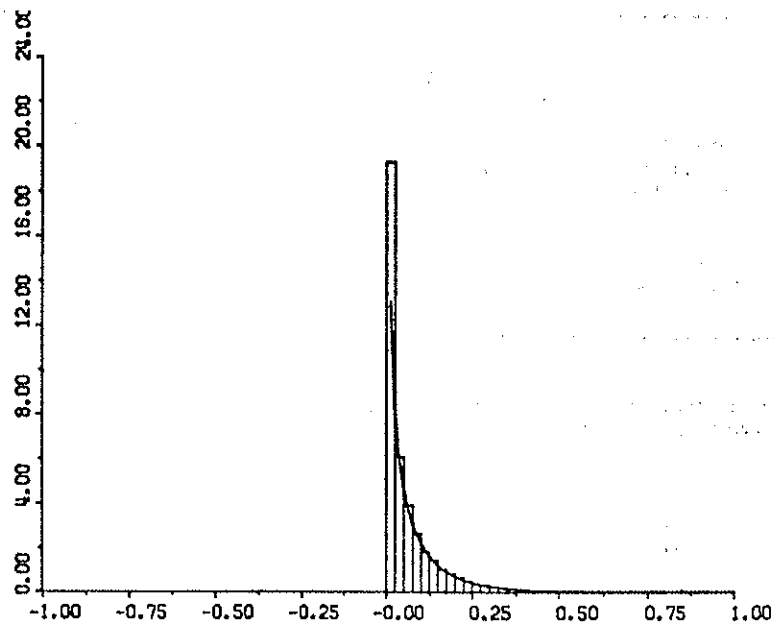
Der hochfrequente Rauschgenerator ist wegen eines Defektes zur Zeit nicht benützbar und muß neu justiert werden. Daher konnten in der obigen Tabelle nicht alle Daten angegeben werden.



Histogramm der Dichte des
niederfrequenten Rauschgenerators

Zufallssignale mit anderer Amplitudenverteilung müssen durch entsprechende Transformation des gaußverteilten Signales erzeugt werden, wobei die aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung bekannten Beziehungen zwischen Zufallsvariablen verschiedener Verteilung meist problemlos am Analogrechner angewandt werden können:

a) mit den vorhandenen Operationsverstärkern und Potentiometern, wenn die benötigte Transformation explizit gegeben ist, z.B. erhält man eine Gauß-Verteilung mit der Varianz σ^2 durch die lineare Transformation $Y = \frac{\sigma}{\sigma_0} X$ (σ_0^2 sei die Varianz des vom Rauschgenerator erzeugten Signales X), also durch Vorschalten eines Potentiometers mit dem Wert σ/σ_0 oder, falls dies nicht realisierbar ist oder zu einer Übersteuerung führt, einfach durch Annahme eines entsprechenden Skalierungsfaktors. Das Quadrat eines gaußverteilten Signales (Varianz σ^2) liefert ein Signal mit den statistischen Eigenschaften der Gammaverteilung $\gamma(\lambda = \frac{1}{2}, \mu = 2 \cdot \sigma_0^2)$, Dichtefunktion $f(x) = (x^{\lambda} \cdot e^{-x/\mu}) / (\lambda! \cdot \mu^{\lambda+1})$, $x > 0$.



Histogramm der Dichte eines gammaverteilten Rauschsignales

b) mit digital setzbaren Funktionsgebern. Mit ihnen kann praktisch jede beliebige Verteilung erzeugt werden, unabhängig davon, ob die benötigte Transformation explizit oder die gewünschte Verteilung numerisch in Form einer Wertetabelle gegeben ist. Sie können jedoch aus technischen Gründen (Grenzfrequenz der digital setzbaren Funktionsgeber) nur mit niederfrequenten Rauschgeneratoren verwendet werden. Die einzustellende Funktion läßt sich wie folgt herleiten.

Sei X eine eindimensionale Zufallsvariable, definiert in $(a,b) \in \mathbb{R}$, mit der Dichtefunktion $f(x)$ und der Verteilungsfunktion $F(x)$, ϕ eine stetig differenzierbare umkehrbareindeutige Abbildung $\phi: (a,b) \rightarrow \mathbb{R}$. Dann besitzt $Y = \phi(X)$ die Dichte

$$g(y) = f(\phi^{-1}(y)) \left| \frac{d\phi^{-1}}{dy} \right| = f(x) \left| \frac{dx}{d\phi} \right|$$

mit der Verteilungsfunktion $G(y) = \int_{-\infty}^y g(t) dt$.

Daraus folgt zwischen den beiden Verteilungsfunktionen die Beziehung

$$G(\phi(x)) = F(x)$$

sodaß im umgekehrten Falle bei gegebener Dichtefunktion $g(y)$ und Verteilungsfunktion $G(y)$ die gesuchte Abbildung ϕ durch

$$\phi(x) = G^{-1}(F(x))$$

beschrieben wird.

Die Funktionsgeber werden durch Aufruf bestimmter FORTRAN-Unterprogramme gesetzt, die einzustellende Funktion muß entweder durch ein Wertefeld oder ein Funktionsunterprogramm definiert werden. Das dazu benötigte Programm kann in der einfachsten Form folgende Gestalt haben:

```

DIMENSION HARDBP(16)
EXTERNAL FUN
N=1
X1=-1.
X2=1.
CALL DCFG(N,FUN,X1,X2,IPTS,HARDBP,IER)
CALL EXIT
END
FUNCTION FUN(X)
FUN=....
RETURN
END

```

Das Unterprogramm DCFG setzt den Funktionsgeber mit der Nummer N im Intervall $(X1,X2)$ auf die im Funktionsunterprogramm FUN definierte Funktion. Es sind zwei Funktionsgeber vorhanden, zur Darstellung der Funktionen werden je Funktionsgeber maximal 16 Stützstellen verwendet, die Funktionswerte werden, falls notwendig, von den Programmen skaliert. Diese Skalierung muß natürlich im weiteren Verlauf berücksichtigt werden, da sie die Verteilung ändert.

Bei den folgenden Beispielen wurde das (aus Skalierungsgründen) mit zwei multiplizierte Signal des niederfrequenten Rauschgenerators als Eingangssignal des Funktionsgebers verwendet, das nach $G(\emptyset, (2\sigma)^2)$ verteilt ist (Mittel \emptyset , Varianz $(2\sigma)^2$). Mit g ist jeweils die Dichtefunktion bezeichnet, mit G die dazugehörige Verteilungsfunktion, $\bar{F}(x)$ ist die Verteilungsfunktion der $G(\emptyset, 1)$ -Verteilung. Das Unterprogramm NDTR lieferte Näherungswerte für $\bar{F}(x)$. Die Abbildungen zeigen das Histogramm der aus einer Stichprobe mit 30000 Versuchen im Abstand von 5 msec erhaltenen Dichte sowie die ideale Dichtefunktion.

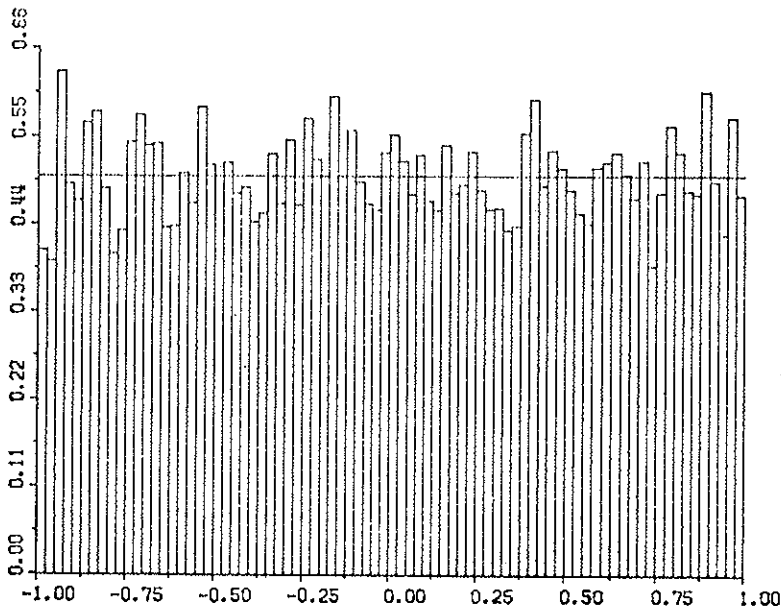
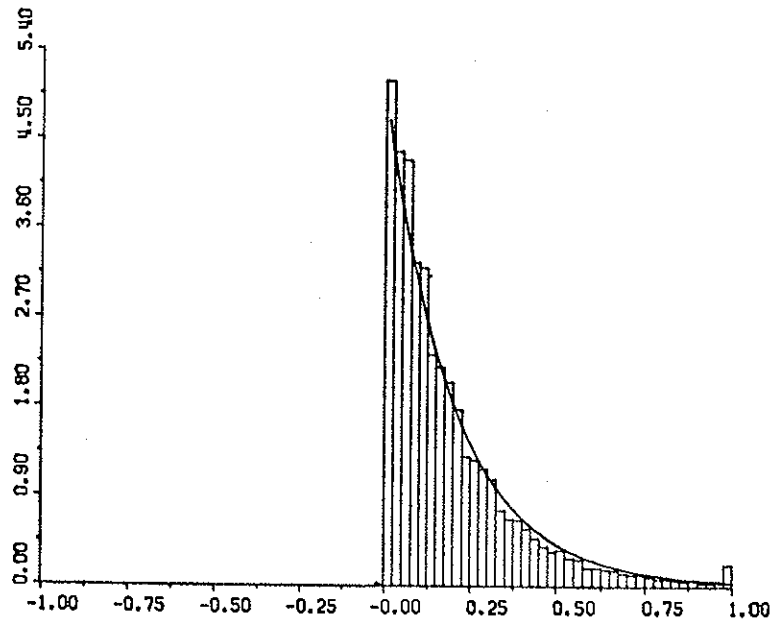
Exponentialverteilung:

$$g(y) = e^{-y/\tau}/\tau, y > 0;$$

$$G(y) = 1 - e^{-y/\tau}$$

$$\phi(x) = -\tau \ln(1 - \bar{F}(x/2\sigma_0))$$

```
FUNCTION FUN(X)
DATA TAU/.2/,SIGMA/.125/
XX=X/(2.*SIGMA)
CALL NDTR(X,P,D)
FUN=-TAU*ALOG(1.-P)
RETURN
END
```



Gleichverteilung in $(-a, a)$:

$$g(y) = 1/2*a, y \in (-a, a);$$

$$G(y) = (y+a)/2*a$$

$$\phi(x) = a*(2*\bar{F}(x/2\sigma_0)-1)$$

```
FUNCTION FUN(X)
DATA A/1./,SIGMA/.125/
XX=X/(2.*SIGMA)
CALL NDTR(XX,P,D)
FUN=A*(2.*P-1.)
RETURN
END
```

Literatur: W. GILOI, Simulation und Analyse stochastischer Prozesse, R. Oldenbourg Verlag München, Wien 1967.

Wahrscheinlichkeitstheorie, Skriptum nach der gleichnamigen Vorlesung von Prof. Dr. W. Eberl an der TU Wien im Wintersemester 1972/73.

D. Solar

IN-LINE CODING ALS FORTRAN-OPTION

Der Fortran Compiler JCSFOR an der Hybridrechenanlage bietet zwei Möglichkeiten, ein Fortran Programm in besonderer Weise zu übersetzen.

Standardmäßig wird ein Fortran Programm so übersetzt, daß alle codierten Befehle in einen Satz bekannter Operationen zerlegt werden, z.B. Addition oder Verzweigung, und diese Operationen durch den Aufruf von Unterprogrammen der Run-Time-Library (JCSRTL) durchgeführt werden.

Dies verallgemeinert den Codieraufwand, da im Laufe eines Programmes diese Operationen immer wiederkehren. Dadurch kann zwar Kernspeicher gespart werden, da eine Operation (z.B. Addition) zweier Integerzahlen nur einmal in einem Unterprogramm der Run-Time-Library tatsächlich codiert wird, andererseits wird der Exekutionsablauf wesentlich komplizierter und langsamer.

Beispiel einer Standardcodierung eines Integer Ausdruckes:

```

      I=I*L(K)+M
3      S1      L      .L11
4      ADR    K      .L11  Lade Integer
5      A      **2    .H11  Speichere Integer
6      J      **2    .M11  Multipliziere Integer
7      ADR    L=1    .A11  Addiere Integer
10     L      .H11
11     ADR    IU1000
12     L      .L11
13     ADR    IU1000,2
14     L      .M11
15     ADR    I
16     L      .A11
17     ADR    M
20     L      .H11
21     ADR    I
  
```

} JCSRTL-
Routinen

Beispiel einer Standardcodierung eines Real Ausdruckes:

```

      R=S**X=W
0      S1      L      .L22
1      ADR    S      .L22  Lade Real
2      L      .E22    .E22  Potenziere Real
3      ADR    X      .S22  Subtrahiere Real
4      L      .S22
5      ADR    W      .H22  Speichere Real
6      L      .H22
7      ADR    R
  
```

} JCSRTL-
Routinen

Wird ein Fortran Programm bzw. eine Fortran Subroutine mit einer "IINLINE" Option übersetzt (z.B./FOR AUSTER,IINLINE) so werden alle Operationen von Integer Ausdrücken direkt codiert, d.h. der Fortran Compiler generiert direkt den Maschinencode für diesen Ausdruck. Dadurch wird die Rechenzeit eines solchen Ausdrucks wesentlich verkürzt, der Kernspeicherverbrauch nimmt allerdings ziemlich zu. Wichtig ist diese Eigenschaft besonders bei zeitkritischen hybriden Operationen, bzw. Schleifen oder Unterprogrammen, die in großer Anzahl durchgeführt werden.

Ebenso können durch eine "FINLINE" Option (z.B. /FOR CARTER,FINLINE) alle Real-Ausdrücke direkt im Maschinencode codiert werden.

Selbstverständlich können auch beide Options zusammen verwendet werden.

Beispiel einer direkten Codierung eines Integer Ausdrucks und eines Real Ausdrucks:

I=I*L(K)+M				R=S**X=W			
				0	S1	52	756
3	S1	LA	**2,2	1		LA	**7,2
4		J	**2	2		00	22
5		ADR	K	3		LA	**5,3
6		A	**2	4		00	23
7		J	**2	5		LA	757
10		ADR	L-1	6		0F	23
11		STA	**2,2	7		J	**2
12		J	**2	10		ADR	S
13		ADR	IU1000	11		L	.E22
14		LA	**2,2	12		ADR	X
15		J	**2	13		52	756
16		ADR	IU1000,2	14		LA	**7,2
17		M	**3,2	15		00	22
20		26	117	16		LA	**5,3
21		J	**2	17		00	23
22		ADR	I	20		LA	752
23		A	**2,2	21		0F	23
24		J	**2	22		J	**2
25		ADR	M	23		ADR	W
26		STA	**2,2	24		DI	23
27		J	**2	25		STA	**4,3
30		ADR	I	26		DI	22
				27		STA	**2,2
				30		J	**2
				31		ADR	R

Es ist vorteilhaft, diese Möglichkeiten je nach Bedarf auszunützen und eventuell das Hauptprogramm und die Unterprogramme getrennt zu Übersetzen und mit verschiedenen Options zu versehen.

```

/JOB,...

/FOR HAUPTP,IINLINE

/FOR UPROG1

/FOR UPROG2,FINLINE,IINLINE

/FOR UPROG3,FINLINE

/BUILD MYTASK
IN HAUPTP
LOAD UPROG1
LOAD UPROG2
LOAD UPROG3
:
```

Alle Bibliotheksunterprogramme sind standardmäßig codiert, falls nicht anders in der Kurzbeschreibung erwähnt.

A. Blauensteiner

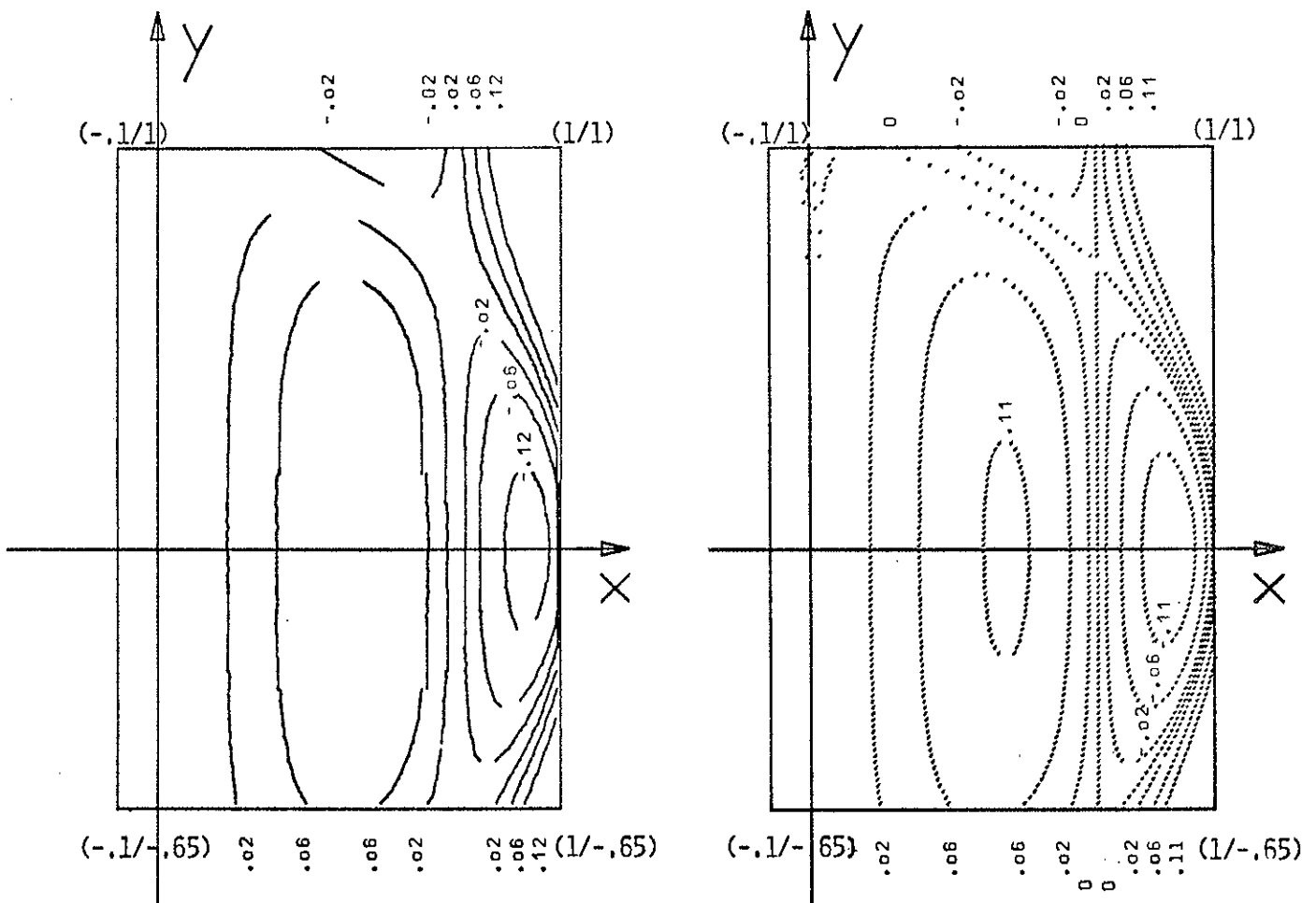
PLOTTEN VON SCHICHTENLINIEN

Beispiel aus dem Praktikum für Hybridrechner I

(Gruppe Garhofer, Lorenz, Schmid, Vymazal, Weninger)

Als Praktikumsbeispiel wurde ein Programm zum Zeichnen von Niveaulinien von Funktionen zweier Veränderlicher geschrieben. Dieses Programm wurde besonders unter dem Aspekt der interaktiven Benutzung vorbereitet, die dann in einer weiteren Version den folgenden Bedienungskomfort bietet:

Am Analogrechner liegt eine Funktion $z=f(x,y)$ vor, von der innerhalb eines vorgegebenen Bereichs Höhenschichtenlinien gezeichnet werden sollen. Nach Eintippen eines Wertes z_i erscheint die Schichtenlinie $z=z_i$, zur Unterscheidung noch mit einer Kennzahl versehen, am Graphic Display. Nun kann z_{i+1} durch das vorläufige Bild der Funktion bereits gezielt gewählt werden. Nachdem am Graphic Display der komplette Schichtenplan erstellt ist, können die interessanten Schichtenlinien zur nochmaligen Darstellung am Digitalplotter verwendet werden, wobei eben nur jene abgespeicherten Niveaus gezeichnet werden, deren Kennzahlen eingegeben wurden.



Schichtenplan der Funktion $z=(2x^2-1)x^2 \cos \frac{\pi(x^2+y^2)}{2}$ mit und ohne Verbindung der Punkte gleicher Niveaus. Die y-Schrittweite ist .015.

Das Programm wurde in der am Hybridrechner implementierten Interpretersprache HOI geschrieben. Diese, zwar nicht für hohe Rechengeschwindigkeiten geeignete Sprache, bietet den großen Vorteil echter Kommunikation zwischen Benutzer und Computer. HOI speichert Programmschritte Schritt für Schritt im Source-Format im Kernspeicher ab, d.h. erst bei der Exekution wird ein entsprechender Befehl kompiliert und durchgeführt. Dadurch ist ein problemloses on-line Austauschen von Befehlen und Programmteilen möglich und der Benutzer hat jederzeit Zugriff und Kontrolle der Variablen. Daher eignet sich HOI besonders auch zum Austesten von analogen Schaltungen, sowie zur Entwicklung hybrider Programme.

Zur graphischen Ausgabe von Daten lassen sich von HDI sowohl das Graphic Display als auch der Dataplotter verwenden, wobei jedoch nicht das FDRTRAN-orientierte Programmpaket des Dataplotters zur Verfügung steht. In HDI werden Koordinaten von Punkten eingegeben und mittels eines Parameters wird festgelegt, ob die jeweilige geradlinige Verbindung von Punkt zu Punkt mit gehobener oder mit gesenkter Feder durchgeführt wird. Zur Beschriftung notwendige Zeichen wurden von der Arbeitsgruppe in eigenen Parts, das sind Programmteile, die den FDRTRAN Subroutinen entsprechen, programmiert.

Das aktuelle Schichtenlinienprogramm basiert auf folgendem Prinzip:

Der einzugebende Bereich mit $x_1 \leq x \leq x_2$, $y_1 \leq y \leq y_2$, auf dem die Funktion $z=f(x,y)$ darzustellen ist, wird in der y-Richtung diskretisiert. Zum gegebenen z_1 wird zunächst bei $y=y_1$ das x von x_1 bis x_2 variiert und im Falle $z_1=f(x,y_1)$ werden die x -Werte digital abgespeichert. Dann erfolgt die Erhöhung von y um die Schrittweite und die nächste Linie wird abgetastet, usw.

Bei der praktischen Durchführung hat sich gezeigt, daß die punktweise Zeichnung der Schichtenlinie bei genügend feiner Schrittweite eine brauchbare Darstellung des Schichtenplanes ergibt. Außerdem wurde noch eine Variante getestet, in der Polygonzüge als Näherung des Schichtenplanes verwendet werden.

F. Rattay

APROPOS ADRESSEN

Wir bitten alle unsere Leser, Adressänderungen sowie Fehler, die sich in unsere Adresskartei eingeschlichen haben, der Redaktion bekanntzugeben, damit INTERFACE auch wirklich alle Interessenten erreichen kann.

Auch unsere Adresse hat schon einige Male eigenartige Modifikationen erfahren:

Hybridreifenanlage der TH
z.Hd.Herrn Dipl.Ing. Blauensteiner

Karlsplatz 13

A-1040 W i e n / Österreich

Manfred S C H A N D L
Techn. Universität
HYBRID Rechenablage

Gußhausstr. 27-29
1040 W I E N

NEUE VERSION DES INTERPOLATIONS- UND PLOTTER- PROGRAMMPAKETS IPP1

Das Programmpaket IPP1 für die graphische Darstellung von Funktionen und ebenen Kurven, das in einer ersten Version bereits im Frühjahr 1975 vorgestellt wurde (Interface Nr.2) und dessen Programme seither von vielen Benutzern an der Hybridrechenanlage praktisch angewandt wurden, liegt nun in der *Version 2* vor. Die Programme wurden im Lauf des letzten Jahres grundlegend überarbeitet, einzelne Programme, die sich für die graphische Darstellung als unzweckmäßig erwiesen haben, fallengelassen (z.B. Interpolation mit Polynomen und rationalen Funktionen), andere Programme neu aufgenommen (z.B. Interpolation mit v-Splines, Spline-Glättung nach H. Späth). Das IPP1 enthält in der neuen Version 48 FORTTRAN-Unterprogramme und ist ab sofort an der Hybridrechenanlage der TU Wien verwendbar. Schriftliche Unterlagen sind in der Programmberatung erhältlich und außerdem sei auf den Vortrag "Softwareunterstützung für die Benutzung des PACER 600 als Plotter-System" hingewiesen (siehe "Kurse", Seite 10), in dem die Möglichkeiten der graphischen Kurvendarstellung an der Hybridrechenanlage speziell mit Hilfe des Programmpakets IPP1 behandelt werden.

Jene Benutzer, die schon bisher über die Plotter-Grundsoftware hinausgehende Bibliotheksprogramme für die Interpolation und graphische Ausgabe von Funktionen und ebenen Kurven verwendet haben, sollten ihre Programme in den nächsten Wochen auf das neue Programmpaket umstellen, da bei jedem Unterprogramm (durch die Einführung einer Namenssystematik) auch der *Name geändert* wurde und die alten Versionen nur mehr für einen beschränkten Zeitraum zur Verfügung stehen werden. Bei Schwierigkeiten im Zuge der Umstellung wird von der Programmberatung eine entsprechende Unterstützung geboten. Für jene, die bisher von den Möglichkeiten des Programmpakets noch keinen Gebrauch gemacht haben, soll das IPP1 im folgenden vorgestellt werden.

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES IPP1

Das Interpolations- und Plotter-Programmpaket IPP1 bietet in einfacher Weise die Möglichkeit, die Ergebnisse von Berechnungen, statt in langen (manchmal unübersichtlichen) Tabellen, in Form von übersichtlichen Kurven auf speziellen graphischen Ausgabegeräten (Plotter, Graphic Display, ...) darzustellen. Aus diesen Kurven lassen sich quantitative und qualitative Informationen gewinnen, die den Anforderungen der Computer-Benutzer oft viel mehr entgegenkommen als Tabellen. Das IPP1 soll eine Brücke zwischen Daten (gleichgültig woher sie stammen und wie genau sie sind) und einem graphischen Ausgabegerät bilden. Bei den meisten praktischen Problemen soll die graphische Darstellung nicht nur auf die in einem Koordinatensystem eingezeichneten Datenpunkte beschränkt bleiben, sondern die Darstellung soll auch einen "verbindenden Kurvenzug" umfassen, der möglichst wenig von bestimmten intuitiven Vorstellungen (z.B. "glatte" Kurve ohne "Überschwingverhalten", ...) abweichen soll. Die Interpolationsroutinen des IPP1 sind genau auf diesen Zweck abgestimmt. (Daher sind z.B. keine Polynome und keine rationalen und trigonometrischen Interpolationsfunktionen einbezogen worden, die für die graphische Ausgabe weniger gut geeignet sind.) Ein weiterer Aspekt bei der Auswahl der Interpolationsfunktionen war der notwendige Rechenaufwand: Interpolationsfunktionen, die für die graphische Ausgabe gedacht sind, dürfen nicht rechen- und speicheraufwendig sein. Das führte dazu, daß *nur* Funktionen verwendet

werden, die stückweise aus kubischen Polynomen zusammengesetzt sind. (Bei ebenen Kurven wird eine Parameterdarstellung durch zwei stückweise kubische Funktionen realisiert.) Die Beschränkung auf stückweise kubische Funktionen erleichtert auch die Darstellung am Plotter ganz wesentlich.

Mit dem IPP1 können sowohl Funktionen (die entweder durch Funktionswerte $y_i = f(x_i)$ an fest vorgegebenen, streng monoton steigenden Stellen x_i oder durch ein Funktionsunterprogramm "F" gegeben sind) als auch ebene Kurven behandelt werden. Es werden auch jene Situationen berücksichtigt, wo die Funktionswerte so große Abweichungen von den exakten Werten aufweisen, daß diese nicht mehr (in bezug auf die Darstellungsgenauigkeit) vernachlässigt werden können (z.B. Meßergebnisse). Für genaue Daten stehen Programme für die kubische Spline-Interpolation und die Interpolation nach H. Akima zur Verfügung. Für fehlerbehaftete Daten enthält das IPP1 Programme für die kubische Spline-Glättung nach C.H. Reinsch bzw. H. Späth. Bei allen Programmen gibt es auch Versionen für den periodischen Fall.

Bei ebenen Kurven (gegeben durch eine Menge diskreter Punkte in der (x,y) -Ebene, wobei die x_i im allgemeinen nicht monoton steigend sind) wird auf eine Parameterdarstellung mit der Sehnenlänge zwischen aufeinanderfolgenden Punkten als Parameter t übergegangen. Auf diese Art erhält man eine interpolierende ebene Kurve durch Berechnung von Interpolationsfunktionen in der (t,x) - und (t,y) -Ebene (t ist dann streng monoton steigend). Falls der erste und der letzte Punkt übereinstimmen, kann eine *geschlossene* ebene Kurve durch diese Punkte gelegt werden. In der Parameterdarstellung führt dies zurück auf die periodische Interpolation. Wie bei den Funktionen gibt es auch bei den ebenen Kurven Programme für die parametrische kubische Spline-Interpolation, die parametrische Akima-Interpolation und die parametrische kubische Spline-Glättung (für fehlerbehaftete Daten). Zusätzlich gibt es noch die Möglichkeit der Interpolation mit v -Splines, die deshalb bemerkenswert ist, da durch die Vorgabe zusätzlicher "Glattheits"-Parameter das Überschwingverhalten der interpolierenden Kurve gesteuert werden kann. (Als überschwingfreien Extremfall erhält man den Polygonzug durch die vorgegebenen Datenpunkte.) Da jede Funktion auch als ebene Kurve betrachtet werden kann, ist die Interpolation mit v -Splines auch auf Funktionen anwendbar.

Da bei allen graphischen Ausgabegeräten im wesentlichen nur das Zeichnen von Polygonzügen möglich ist, muß jede darzustellende Kurve auf einen Polygonzug zurückgeführt werden. Die entsprechenden Programme für die Polygonzug-Approximation stückweise kubischer Funktionen und ebener Kurven sind daher ebenfalls im IPP1 vorhanden. Zusätzlich gibt es noch weitere Hilfsprogramme zum Zeichnen von Polygonzügen (eventuell strichliert mit verschiedenen Stricharten) und zur Berechnung von Werten und der Extrema stückweise kubischer Funktionen und außerdem eine Reihe von Druckprogrammen.

Für jene Benutzer, die ohne Kenntnisse der Plotter-Grundsoftware möglichst bequem und schnell zu einer graphischen Darstellung ihrer Kurve kommen wollen, sind "Zwischenprogramme" vorhanden. Bei diesen Programmen wurde bewußt auf eine Vielfalt von Möglichkeiten (z.B. verschiedene Beschriftungs- und Skalierungsarten, ...) verzichtet, da sich dadurch der Komfort für viele Benutzer (die mit den Standardannahmen das Auslangen finden) erheblich verringern würde, und trotzdem nicht alle ausgefallenen Benutzerwünsche abgedeckt werden könnten. Es wurde aber auf weitgehende Flexibilität der Programme besonderer Wert gelegt, d.h. die Programme sind sehr leicht modifizierbar und an spezielle Anwendungen leicht anzupassen. Diese Programme erhalten interessierte Benutzer als Karten-Decks.

BEISPIEL FÜR DIE HANDHABUNG DES IPP1

Die Funktion

$$f(x) = 1/\cosh^2[10(x-0.2)] + 1/\cosh^4[100(x-0.4)] + 1/\cosh^6[1000(x-0.6)]$$

soll für $0 \leq x \leq 1$ graphisch dargestellt werden. Dazu muß vom Benutzer ein Unterprogramm erstellt werden, das für einen beliebigen Wert von x (aus dem Intervall $[0,1]$) den Wert der darzustellenden Funktion liefert, z.B.

```
SUBROUTINE FUN (X,F)
HS(Z) = 2./(EXP(Z) + EXP(-Z))
F = (HS(10.*(X-0.2)))**2 + (HS(100.*(X-0.4)))**4 +
+ (HS(1000.*(X-0.6)))**6
RETURN
END
```

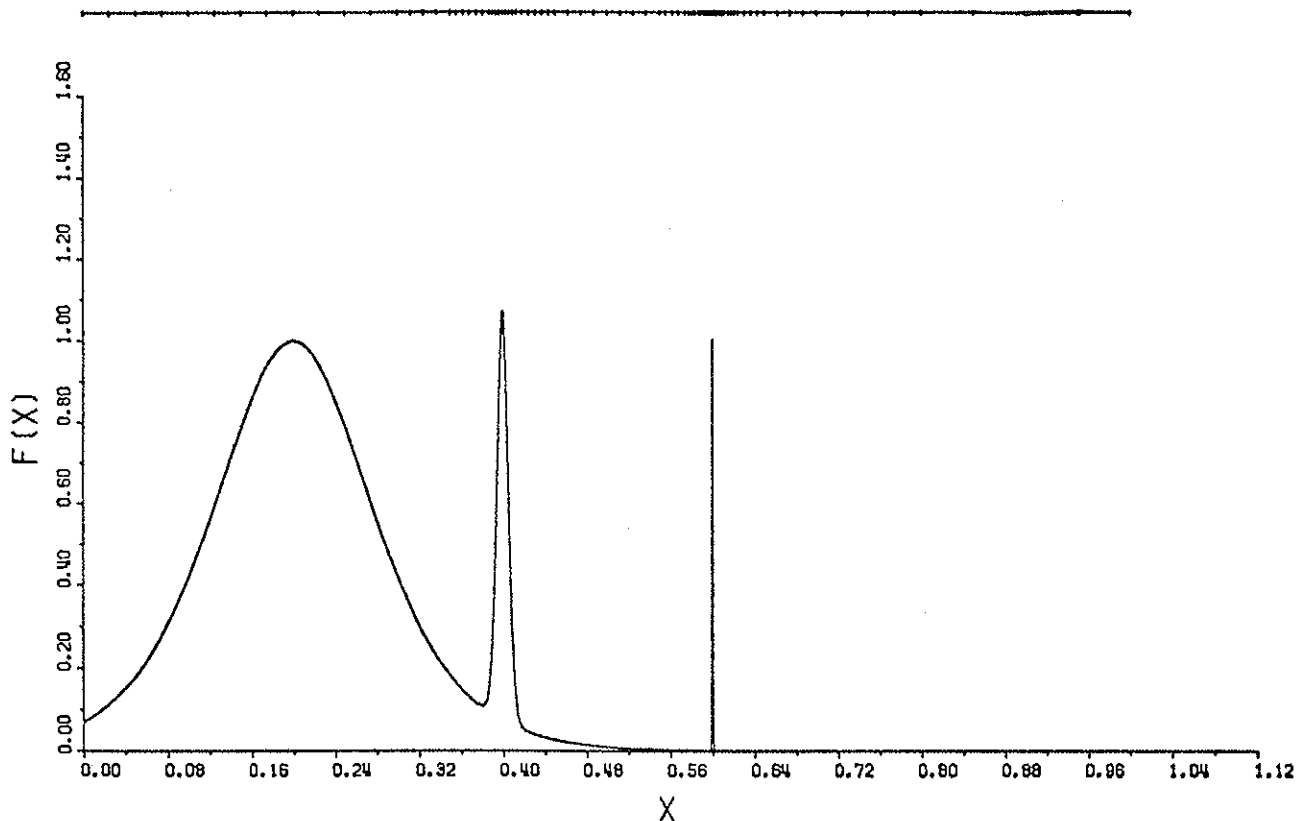
Die graphische Darstellung von f kann an der Hybridrechenanlage z.B. mit dem folgenden (sehr einfachen!) Hauptprogramm erfolgen:

```
DIMENSION W(2000)
EXTERNAL FUN

CALL R1X (FUN,0.,1.,2000,W,0.4,1,1HX,4,4HF(X))

CALL EXIT
END
```

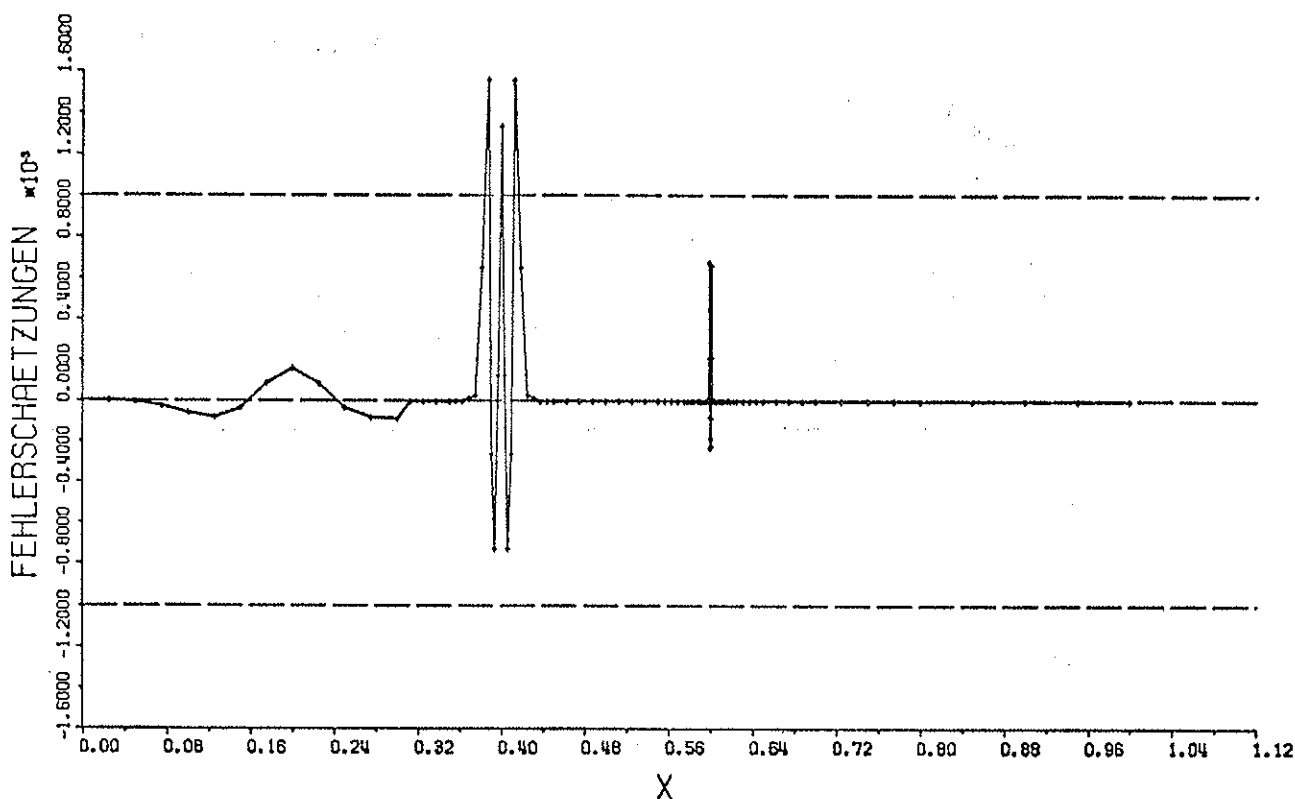
Das Zwischenprogramm "R1X" bestimmt mit Hilfe des Spline-Approximationsprogramms "X11" (Methode nach A.R. Curtis und M.J.D. Powell), das auf die vom Benutzer zur Verfügung gestellte Funktion (Unterprogramm "FUN") zurückgreift, eine approximierende Spline-Funktion. (Die Spline-Funktion kann dann sehr einfach durch einen Polygonzug ersetzt werden, der dann letzten Endes dargestellt wird.) Diese Funktion wird skaliert und in einem beschrifteten Achsenkreuz dargestellt:



Der Raster am oberen Rand der Zeichnung entspricht jenen Punkten ("Stützpunkten"), an denen von "X11" Funktionswerte von f (mittels "FUN") ermittelt wurden. In jenen Teilen des Intervalls $[0,1]$, in denen f glatt ist, wurden nur wenige Funktionswerte benötigt (größter Abstand von zwei Stützpunkten: $5 \cdot 10^{-2}$), während in der Nähe von 0.6 die x -Werte sehr eng gewählt werden mußten (kleinster Abstand von zwei Stützpunkten: $1.95 \cdot 10^{-4}$), damit eine (für die graphische Darstellung) ausreichende Approximationsgenauigkeit erreicht wird. Um diese Genauigkeit mit *gleichabständigen* Stützpunkten zu erreichen, müßte das Unterprogramm "FUN" ca. 5100-mal aufgerufen werden. Wegen der in "X11" verwendeten adaptiven Strategie wurden im vorliegenden Fall aber *nur 111 Stützpunkte* benötigt.

Diese spektakuläre Einsparung (von 98%) wirkt sich vor allem in jenen Fällen aus, in denen "FUN" sehr "kompliziert" (sehr rechenaufwendig) ist oder in denen der Plotter (oder das Graphic Display) mit dem Computer über einen "langsamen" Übertragungskanal (z.B. Telefonleitung) verbunden ist.

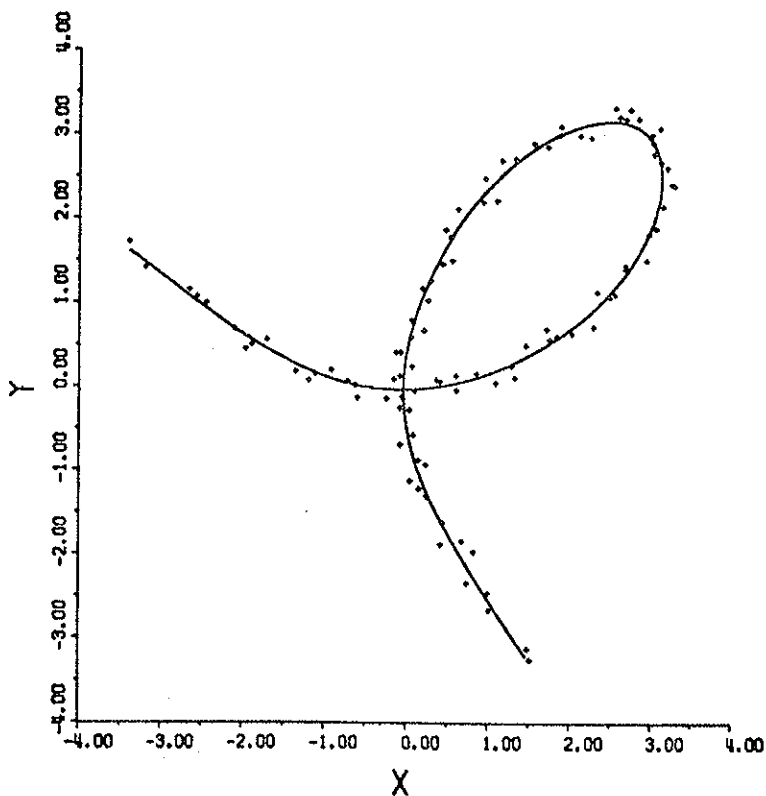
Auf Wunsch des Benutzers können auch Fehlerschätzungen (geschätzte Abweichung der approximierenden Spline-Funktion von f) an den Stützpunkten der Spline-Funktion graphisch dargestellt werden:



Zur Kontrolle der Approximationsgüte der berechneten Spline-Funktion sind Bezugslinien eingezeichnet, die der Genauigkeit des verwendeten graphischen Ausgabegeräts entsprechen. Aus den oben dargestellten Fehlerschätzungen kann man z.B. entnehmen, daß die (in der ersten Zeichnung dargestellte) Spline-Funktion um nicht mehr als ca. 1.5 Plotter-Inkrementen (d.h. um ca. 0.2 mm) von der Funktion f abweicht. Diese Angaben beziehen sich hier auf den EAI 145 Data Plotter an der Hybridrechenanlage.

BEISPIEL FÜR DIE GLÄTTUNG FEHLERBEHAFTETER DATEN

Die durch stochastische Einflüsse gestörten Datenpunkte (die in der Zeichnung markiert sind) wurden durch eine parametrisierte Spline-Kurve nach H. Späth geglättet (Unterprogramm "G21"). Die Darstellung der Datenpunkte und der glättenden ebenen Kurve erfolgte mit dem Zwischenprogramm "R2G":



IMPLEMENTIERUNG DES IPP1

Die "eigentliche" graphische Ausgabe erfolgt im IPP1 mit Hilfe der (üblicherweise von der Herstellerfirma des Ausgabegeräts mitgelieferten) "Grundsoftware" (Zeichnen von Achsen, Symbolen, Zahlen, ...). Es wurde speziell das Grundsoftware-Paket der Firma CalComp zugrunde gelegt, das sehr weit verbreitet ist und dessen Unterprogrammaufrufe sich, wenn überhaupt, nur minimal von den Programmaufrufen anderer Hersteller-Software unterscheiden. (Die Grundsoftware an der Hybridrechenanlage ist CalComp-kompatibel.)

Eine Ausnahme bezüglich der Grundsoftware bildet das Programmsystem der automatischen Präzisionszeichenanlage Contraves Coragraph DC-2 am Institut für Photogrammetrie (Vorstand: Prof. Dr. Karl Kraus) der TU Wien. Dieses Programmsystem verwendet ein völlig anderes Konzept der Datenbeschreibung als die CalComp-Software. Aber selbst in diesem Fall war es innerhalb sehr kurzer Zeit möglich, Programme zu entwickeln, die mit der CalComp-Grundsoftware hinsichtlich der Unterprogrammaufrufe voll kompatibel sind und die eine Verwendung des IPP1 für die Contraves Zeichenanlage ermöglichen (vgl. Interface Nr.6). Sofern also auf der Seite des graphischen Ausgabegeräts eine Minimalausstattung an Grundsoftware vorhanden ist, kann das Programmpaket IPP1 ohne Schwierigkeiten implementiert werden, da sehr großer Wert auf Maschinenunabhängigkeit und Transportabilität gelegt wurde (alle Programme sind in Standard FORTRAN, entsprechend der ANSI-Norm, programmiert).

F. Blöser, C.W. Oberhuber

An der Abt. Hybridrechenanlage gibt es wieder eine

INTERESSENTEN- UND BENUTZERVERSAMMLUNG

und zwar am 3. März 1977

um 14 Uhr

im Seminarraum des Instituts für Technische Mathematik

(Zimmer Nr. 1415, 4. Stock)

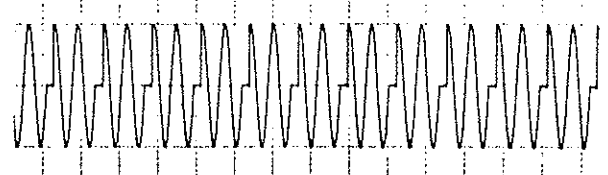
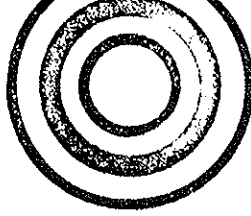
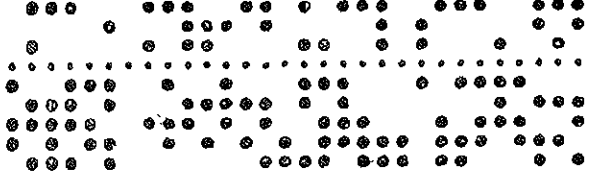
Gußhausstraße 27-29

1040 Wien

Alle, die ein allgemeines Interesse am Hybridrechnen haben, sind zu dieser Versammlung eingeladen, wo sie über die Einsatzmöglichkeiten des Hybridrechners informiert werden. Bei speziellen Problemen ist eine Unterstützung und Beratung bei der Analyse und der Behandlung des Problems am Rechner möglich.

Die Versammlung ist aber auch für jene gedacht, die schon jetzt am Hybridrechner arbeiten. Es sollen ihnen diverse Hardware- und Software-Neuentwicklungen vorgestellt werden, um so einen sinnvollen und optimalen Einsatz des Hybridrechners zu erreichen. Andererseits soll durch den direkten Kontakt mit den Benutzern ein eventuell bestehender Bedarf an unterstützenden Programmen festgestellt werden, der zur Zeit mit der zur Verfügung stehenden Software (Programmbibliothek) nicht gedeckt wird. Außerdem kann etwa der technische Betrieb an der Hybridrechenanlage erörtert werden, und es können entsprechende Anregungen und Wünsche vorgebracht werden. Bei entsprechendem Interesse von Seiten der Benutzer könnte z.B. ein "Testnachmittag" eingeführt werden, mit ständiger Jobeingabemöglichkeit.

Je zahlreicher der Besuch dieser Interessenten- und Benutzerversammlung ausfallen wird, umso nutzbringender und zufriedenstellender wird die weitere Zusammenarbeit zwischen den Benutzern und den Mitarbeitern der Abt. Hybridrechenanlage in Zukunft ausfallen.



BENÜTZERFORUM

HYBRIDRECHNERUNTERSTÜTZTER UNTERRICHT - DARSTELLUNG VON KURVEN AUF TV-GERÄTEN

R. Kuch
Institut für Regelungstechnik
TU Wien

Die hier beschriebene Diplomarbeit wurde am Institut für Regelungstechnik bei Herrn Prof. Weinmann unter Betreuung von Herrn Dr. Noisser durchgeführt.

Zweck der Arbeit war die Berechnung und Darstellung von Sprungantwort, Bodediagramm und Ortskurve eines Regelkreises auf einem Fernsehschirm.

Problemanalyse

Die Berechnung der Sprungantwort eines Systems wäre auch analog möglich. Da aber möglichst viele Systeme untersucht werden sollen, reichen die Elemente des Analogrechners, wenn alle Differentialgleichungen gleichzeitig gesteckt werden, nicht aus.

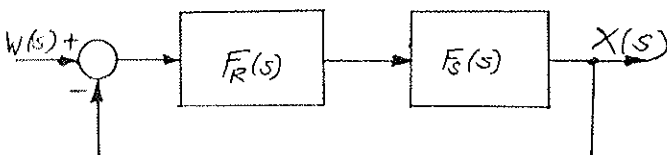
Bodediagramm und Ortskurve sind nur mit großem Aufwand analog zu berechnen. Daher wurde digital gerechnet.

Warum der Hybridrechner und nicht z.B. der Prozeßrechner oder ein reiner Digitalrechner verwendet wurde, hat folgende Gründe:

Zur Steuerung der Übertragung der berechneten Kurven auf das Fernsehgerät ist eine zeitliche Synchronisation mit dem Digitalrechner notwendig. Diese Steuerung stoppt das Auslesen der digitalen Werte, wenn an den Eingang des Fernsehgerätes zu schnelle Spannungssprünge, d.h., zu schnelle Änderungen der berechneten Größen, über den ADC übertragen werden und der Elektronenstrahl diesen Sprüngen aufgrund der Induktivität der Ablenkspule nicht folgen könnte. Daher wurde eine analoge Simulation des Ablenkteiles des Fernsehgerätes eingesetzt, die später noch genau beschrieben wird.

Ganz kurz seien im folgenden einige verwendete regelungstechnische Begriffe erläutert:

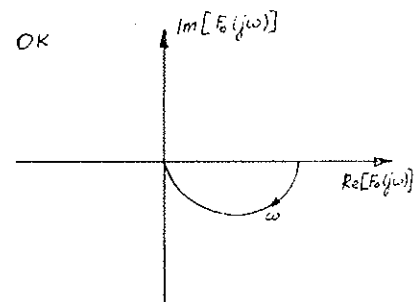
1) Regelkreis: Er besteht im wesentlichen aus Regler und Strecke.



$$\bar{F}_0(s) = F_R(s) \cdot F_S(s)$$

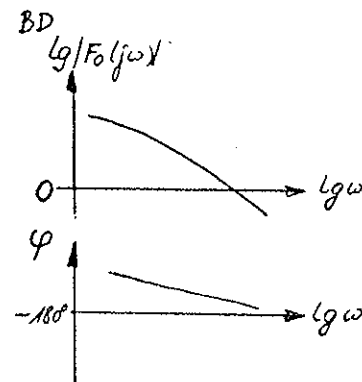
2) Übergangsfunktion: dies ist der zeitliche Verlauf der Regelgröße $x(t)$ bei einem Einheitssprung von $w(t)$ (Führungsverhalten des Regelkreises).

3) Ortskurve des offenen Kreises: sie ist definiert durch $F_0(j\omega) = F_R(j\omega) \cdot F_S(j\omega)$



Zur Darstellung der Ortskurve am Fernsehschirm wird $F_0(j\omega)$ in Real- und Imaginärteil zerlegt.

4) Bodediagramm des offenen Kreises:
 $F_0(j\omega) = |F_0(j\omega)| e^{j\varphi}$



Aus der Kenntnis der drei genannten Funktionen lassen sich Aussagen über Stabilität und Güte der Stabilität des Regelkreises machen.

Digitales Programm

Das Programm berechnet diese drei Kurven, speichert sie, in x- und y-Komponenten zerlegt, digital ab und überträgt sie dann über den DMA-Kanal auf die DAC's und den Fernsehschirm. Der DMA ist ein schneller, parallel zur CPU übertragender Datenkanal und kann außer der Bedienung von schnellen peripheren Geräten auch den Datentransfer über DAC's und ADC's übernehmen, wobei die CPU nur minimal belastet wird. Die Übertragung eines oder mehrerer Kernspeicherworte wird durch Blips auf eine Steuerbuchse des Analogrechners synchronisiert.

Das digitale Programm läßt sich in zwei Teile aufgliedern:

- 1) Hauptprogramm HP: es berechnet die Kurven,
- 2) Interruptunterprogramm IUP: es steuert das Übertragen der im HP berechneten Kurven über den Analogrechner auf das Fernsehgerät.

ad 1) Hauptprogramm: Die Berechnung der Übergangsfunktion wurde durch Lösung der Differentialgleichung von Regler und Strecke durchgeführt. Dieser Teil des Programm benötigt wenig Zeit; das Auslesen und einmalige Berechnen dauert bei einem System 5. Ordnung

ca. 0.3 sec. Die Berechnung von Ortskurve und Bodediagramm dauern länger, da hier mit komplexen Zahlen gerechnet werden muß. Insbesondere bei der Berechnung von Ortskurve und Zeitverhalten ergibt sich eine relativ lange Rechenzeit. Ein Interpolationsverfahren verkürzt die Rechenzeit für Ortskurve und Bodediagramm.

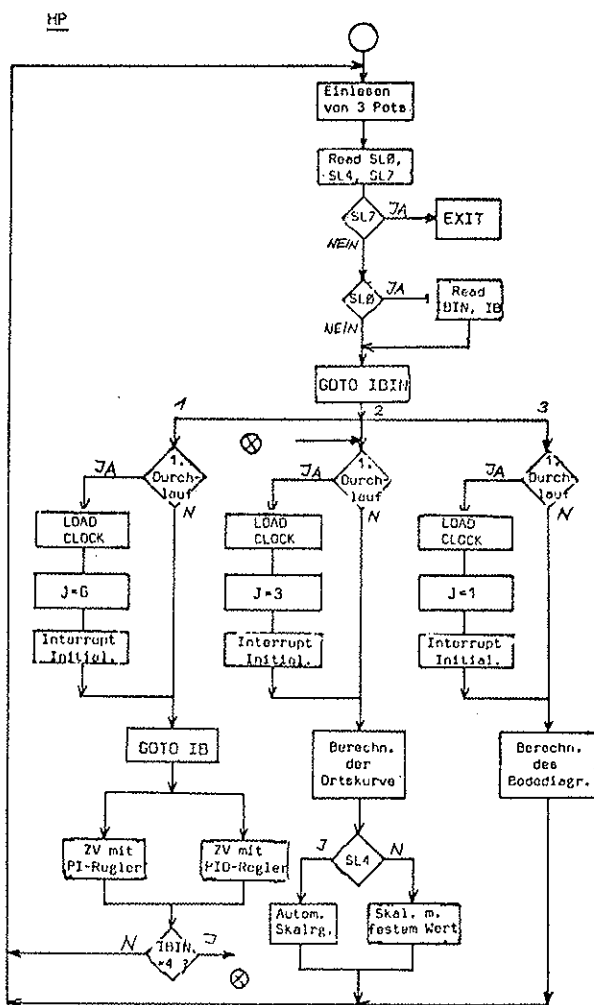
Da die berechneten Kurven über DAC's ausgelesen werden sollen, müssen die auszulesenden Werte kleiner als 1 sein, d.h. sie müssen skaliert werden. Diese Skalierung erfolgt beim Bodediagramm automatisch durch Maximumsuche in jedem Feld mittels eines Unterprogrammes und anschließende Division jedes Wertes durch dieses Maximum. Bei der Ortskurve gibt es neben dieser Möglichkeit wahlweise die Skalierung mit einem fest vorgegebenen Faktor. Bei der Übergangsfunktion erfolgt die Skalierung mit nur einem festen Wert. Werte größer als 1 werden 1 gesetzt.

Das Hauptprogramm hat also die Aufgabe, Kurven- daten auf Feldern bereitzustellen, indem es diese Daten repetierend berechnet. Am Beginn eines jeden Abschnittes des Hauptprogrammes wird die REAL TIME CLOCK gesetzt. Dies ist ein vom Digitalprogramm setzbarer Zähler. Er wird auf die Anzahl der Punkte einer Kurve, die ausgelesen werden sollen, gesetzt.

Durch Impulse vom Analogsteckbrett her wird dieser Zähler dekrementiert: jeder Impuls auf seinen Eingang vermindert den Zählerstand um 1. Erreicht der Zähler den Wert Null, erfolgt ein Interrupt und die CLOCK wird auf den ursprünglichen Wert geladen. Der Rechner springt in das Interruptprogramm. Die CLOCK-Eingangsimpulse synchronisieren außerdem die Übertragung der Werte auf die DAC's (1 Blip überträgt ein Wertepaar).

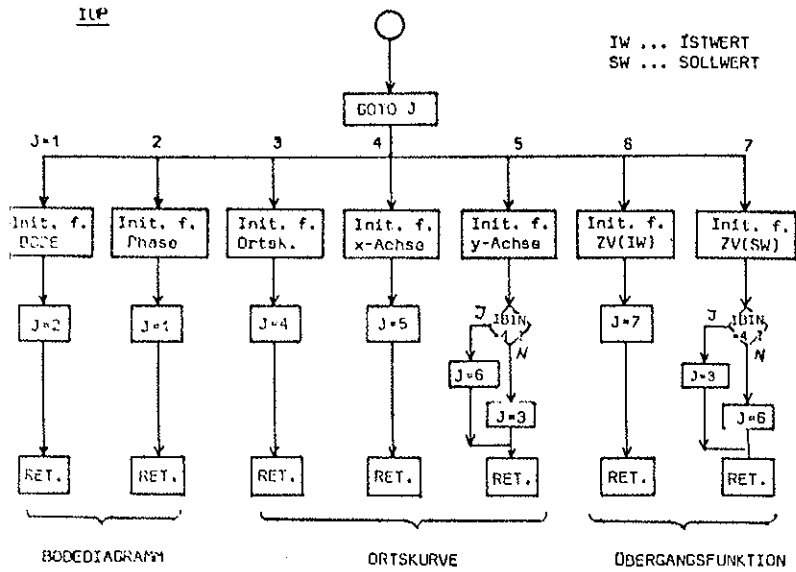
Im Interruptunterprogramm erfolgt die Initialisierung des DMA zum Auslesen der im Hauptprogramm berechneten Datenfelder. Welches Feld ausgelesen werden soll, bestimmt die COMMON-Variable J. Wird im HP die Ortskurve berechnet, so wird dort J=3 gesetzt. Trifft jetzt der CLOCK-Interrupt ein, so wird zum J=3 entsprechenden Teil im IUP gesprungen und der DMA-Transfer der Ortskurvenfelder initialisiert. Dann wird J um 1 erhöht und ins Hauptprogramm zurückgesprungen.

Hat die CLOCK den Wert 0 erreicht, ist das Ortskurvenfeld fertig übertragen und der nächste CLOCK-Interrupt initialisiert mit J=4 das Auslesen der x-Achse der Ortskurve. In gleicher Weise werden y-Achse und, über Terminal mit der Variablen IBIN gesteuert, eventuell auch die Übergangsfunktion übertragen. Der Auslesezyklus beginnt nun von neuem mit dem Auslesen der Ortskurvenfelder.



ZV ... Zeitverhalten

IW ... ISTWERT
SW ... SOLLWERT



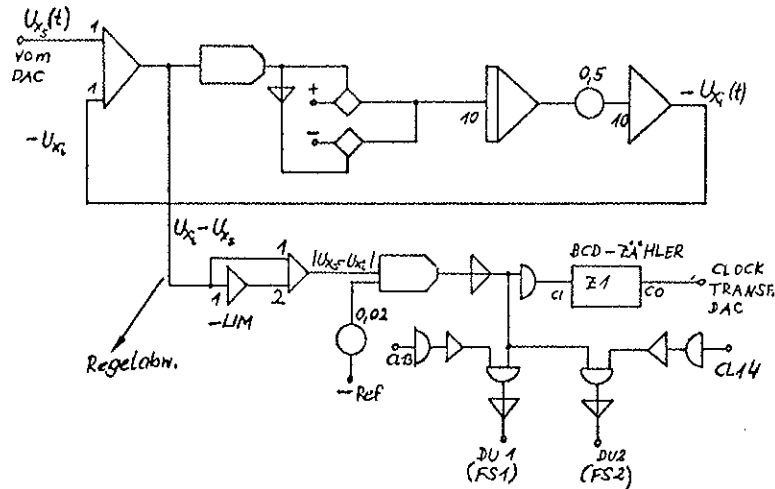
Das ausgelesene x-Signal U_x liegt am Summierer an, der die Differenz zwischen U_x und U_{xist} bildet. Der Absolutbetrag der Differenz wird mit dem Wert 0.02 in einem Komparator verglichen. Beim Überschreiten dieses Wertes gelangt ein "1" Signal auf die Buchse DUY1 am Steuergerät des Fernsehgerätes. Dadurch wird der Strahl dunkelgetastet und zugleich über das Und-Gatter O1 der Zähler Z1 gestoppt. Dadurch wird auch die CLDCK gestoppt, es werden solange keine neuen Werte ausgelesen, bis der Zähler Z1 wieder weiterlaufen kann. Z1 erzeugt jene Impulse, die das Auslesen über den OMA synchronisieren.

Wie schon vorher erwähnt, erfolgt das Auslesen der Ortskurve seriell. Um mit einer Nachbildung des Ablenkteiles auszukommen, wurden bei dieser Arbeit beide Kurven seriell über dieselben DAC's übertragen und beiden Fernsehern zugeführt. Es muß also abwechselnd jener Fernseher dunkelgetastet werden, der das gerade ausgelesene Bild nicht anzeigen soll. Dieses Dunkelasteten wird mit Controlines gesteuert, die im Interruptunterprogramm gesetzt werden. Wird z.B. Bild 2 ausgelesen, so wird CL13 gesetzt, wodurch Fernseher 1 dunkelgetastet wird.

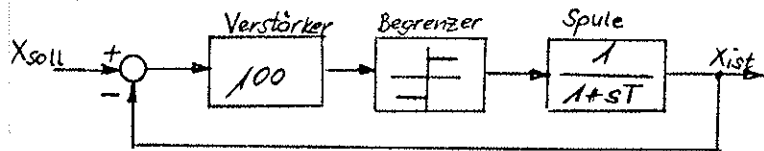
Analoges Programm

Die ausgelesenen Werte werden über die DAC's auf ein Steuergerät übertragen. Dieses Steuergerät, das im Rahmen einer anderen Diplomarbeit angefertigt wurde, ermöglicht die Darstellung von Kurven auf dem Bildschirm eines modifizierten Fernsehgerätes. Beim Auslesen tritt die bereits erwähnte und zu lösende Schwierigkeit auf, daß bei sehr schnellen Änderungen der x-Amplitude Verzerrungen auftreten, da der x-Ablenkteil des Fernsehgerätes zu träge ist, um diesen schnellen Spannungsänderungen noch folgen zu können (der Strahl ist also noch nicht in der geforderten x-Stellung, wenn das dazugehörige y-Signal anliegt). Man muß daher bei derart schneller Änderungen des x-Signales (z.B. Rücklauf des Strahles von rechts nach links) das Auslesen des Feldes kurzzeitig unterbrechen.

Das Schaltbild des TV-x-Ablenkteiles sieht folgendermaßen aus:



x-Ablenkteil des Fernsehgerätes:



X = Stellung des Strahles am Bildschirm in x-Richtung ... x prop. U_x

U_x = Spannung am Eingang des Ablenkteiles

J = Spulenstrom, proportional der Strahlstellung

Diese Schaltung war am Analogrechner nachzubilden, um das Auslesen bei zu großer Regeldifferenz des Kreises stoppen zu können und damit den Verzerrungseffekt zu unterbinden.

Analog das Auslesen von Bild 1. Jedes Fernsehgerät erhält also beide Bilder seriell, wird aber abwechselnd dunkelgetastet, sodaß immer nur ein Bild pro Fernsehgerät sichtbar ist. Durch die hohe Übertragungsgeschwindigkeit sind trotzdem beide Bilder gleichzeitig stabil. Man kann dieses Prinzip auf mehrere TV-Geräte erweitern und findet trotzdem mit nur einer analogen Nachbildung des x-Ablenkteiles das Auslangen.

Diese auf Fernsehgeräten dargestellten Kurven werden zur visuellen didaktischen Unterstützung der Vorlesungen aus Regelungstechnik in Hörsälen verwendet werden (siehe auch INTERFACE Nummer 5, März 1976).

INTERFACE Februar 1977