

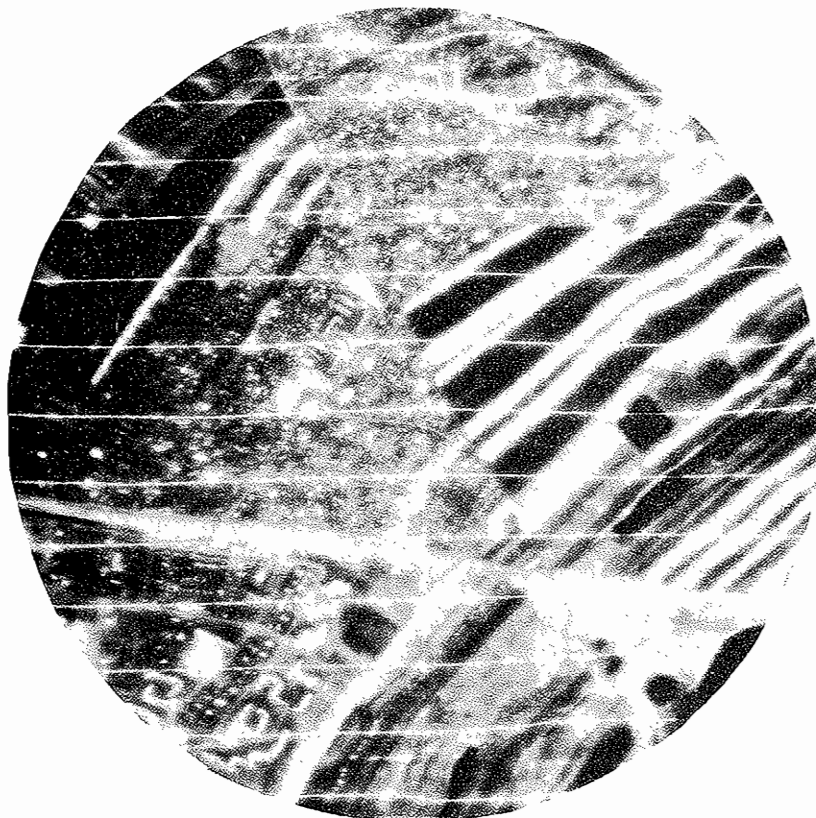
---

# Interface

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

---

Nummer 4  
Oktober 1975



Rektifiziertes Multispektralbild

## INHALTSVERZEICHNIS

|  | Seite |
|--|-------|
| Verbesserung der Benützungsmöglichkeiten<br>des Hybridrechners für wissenschaftliche<br>Arbeiten | 3     |
| Technischer Betrieb  | 6     |
| Kurse  | 9     |
| Datenübertragung von CDC CYBER 74 auf<br>Hybridrechenanlage EAI PACER 600                        | 11    |
| Die Entzerrung von Multispektralbildern<br>mit Hilfe des Hybridrechners                          | 12    |
| EAI Computer Users Group Meeting 1975<br>in Helsinki   | 22    |
| Modell eines Erzentladers  | 23    |

Redaktion: Irmgard Husinsky

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

## VERBESSERUNG DER BENUTZUNGSMÖGLICHKEITEN DES HYBRIDRECHNERS FÜR WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN

Die größten Vorteile des Hybridrechners liegen, neben seiner Möglichkeit, in Echtzeit zu arbeiten, vor allem in der engen Wechselbeziehung zwischen dem Wissenschaftler und seinem Problem. Die Möglichkeit, jederzeit durch manuelle oder automatische Parameteränderung in sein Programm eingreifen und dabei unmittelbar die Auswirkungen dieses Eingriffs beobachten zu können, schafft gerade für den Ingenieur ideale Bedingungen. Denn bei der Entwicklung von Modellen für bestimmte Maschinen oder Vorgänge, die es ermöglichen, umfassende Zusammenhänge zu untersuchen, ist die mathematische Formulierung dieser Modelle in den seltensten Fällen von Anfang an logisch eindeutig bestimmt. Die Simulation am Hybridrechner erlaubt es dem Wissenschaftler nicht nur, mit dem fertigen Modell zu "spielen", Parameter zu verändern, sondern bietet ihm darüber hinaus auch die Möglichkeit, relativ rasch und unmittelbar die Auswirkungen qualitativ neuer Systemannahmen zu studieren.

Diesem Vorteil des Hybridrechners steht der Nachteil gegenüber, daß zu seiner Programmierung umfangreichere Vorkenntnisse als bei einem reinen Digitalrechner notwendig sind und eine spezielle Ausbildung erfordern. Die Entwicklungspläne der verschiedenen Hersteller von hybriden Rechensystemen setzen auch gerade an diesem Punkt an. Ziel ihrer Forderungen ist es, durch eine geeignete Hardware (automatic patch board und hybride Rechenkomponenten) sowie entsprechende hochentwickelte Programmiersprachen den Hybridrechenbetrieb in ähnlicher Weise zu automatisieren, wie es bei großen Digitalrechnern möglich und üblich ist. Allerdings wird die Entwicklung von hybriden Time-sharing Systemen, wo auf mehreren Simulationskonsolen als Terminals eines zentralen Hybridrechners in einer hochentwickelten Simulationsprache "gleichzeitig" verschiedenen Simulationen gesteuert und überwacht werden können, sicher erst in einigen Jahren voll einsetzen.

Bis dahin betrachten wir es als unsere Aufgabe, den Hybridrechner noch besser als bisher auch solchen wissenschaftlichen Benutzern zugänglich zu machen, die keinerlei Vorkenntnisse auf dem Gebiet der hybriden Programmierung besitzen.

Neben den bewährten Kursen, die weiterhin vom Arbeitsbereich "Regelungstheorie und Hybridrechentechnik" des Instituts für Technische Mathematik abgehalten werden, und den bisher durchgeführten Kursen der Abt. Hybridrechenanlage planen wir ab Oktober einen zweitägigen

## EINFÜHRUNGSKURS IN DIE HYBRIDE PROGRAMMIERUNG RH 9

abzuhalten, der nach Bedarf, mindestens aber alle zwei Monate wiederholt werden soll. Diesen Kurs verstehen wir als Anregung für das Selbststudium.

Darüber hinaus steht ab sofort unser Mitarbeiter Dietmar SOLAR hauptsächlich für die intensive Betreuung und Beratung wissenschaftlicher Benutzer der Hybridrechenanlage zur Verfügung.

Das folgende Flußdiagramm gibt einen kurzen Überblick über die Schritte, die zur erfolgreichen Durchführung eines hybriden Problems notwendig sind. Der stark ausgezogene Weg ist für den FORTRAN-kundigen Programmierer gedacht, der zum ersten Mal an einer Hybridrechenanlage arbeiten will und an einer möglichst raschen Problemlösung interessiert ist.

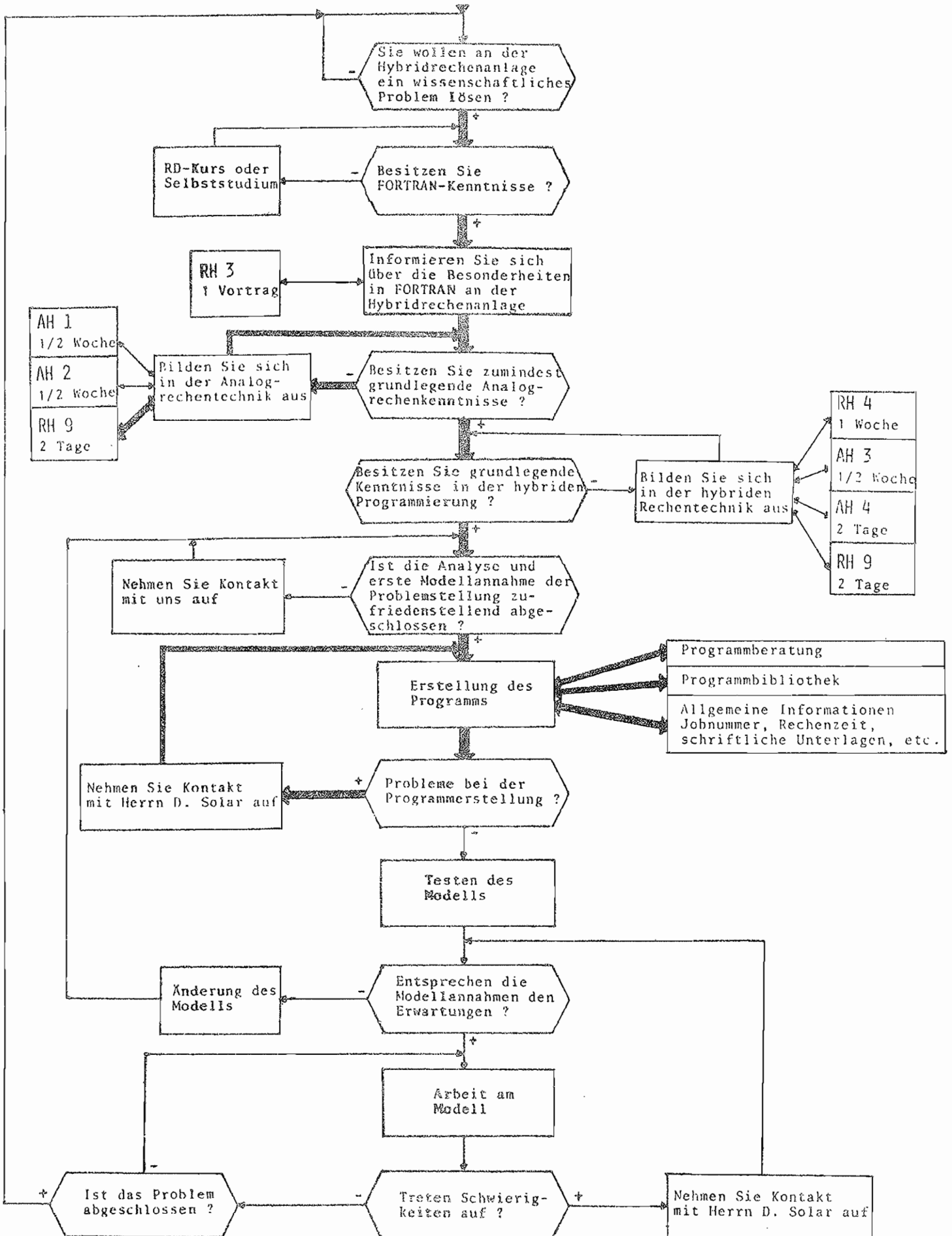
W. KLEINERT

### NEUE MITARBEITER AN DER HYBRIDRECHENANLAGE:

Herr Dietmar Solar ist seit April 1975 als Programmierassistent speziell zur Programmierunterstützung und Einschulung der wissenschaftlichen Benutzer eingesetzt.

Herr Hans Kondraschew ist seit Juni 1975 als Operator an der Hybridrechenanlage tätig.

LÖSUNGSWEGE EINES HYBRIDEN PROBLEMS  
AN DER HYBRIDRECHENANLAGE



# Technischer Betrieb

ÖFFNUNGSZEITEN AN DER HYBRIDRECHENANLAGE:

Montag bis Freitag 8 - 20 Uhr

Jeden Montag von 8 bis 14 Uhr sowie ganztägig jeden ersten Montag im Monat ist die Hybridrechenanlage wegen Hardware- und Software-Wartung für Open-Shop-Benützer geschlossen. Closed-Shop-Programme werden jedoch nach Möglichkeit gerechnet.

## OPEN - SHOP

Rechenzeit zur Benützung des Analogrechners oder des gesamten hybriden Systems muß beim Operator (Zimmer 1404/05 oder telephonisch unter 65-37-85 Klappe 803 Durchwahl) reserviert werden.

Das Austesten der Digitalprogramme hybrider Probleme in der Vorbereitungsphase sollte im Closed-Shop-Betrieb erfolgen.

## CLOSED - SHOP

Die Ein- und Ausgabe erfolgt am Gang vor dem Rechenraum in den entsprechend gekennzeichneten Laden.

Eingabezeiten:

8 Uhr

12 Uhr Montag bis Freitag

17 Uhr

An Montagen kann es wegen Wartungsarbeiten zu Verzögerungen kommen.

Es gibt drei Jobkategorien:

1. KURZJOBS

Dauer: maximal 5 Minuten.

Sie werden nach Möglichkeit innerhalb von 1 - 2 Stunden nach den angegebenen Eingabezeiten gerechnet.

2. MITTLERE JOBS

Dauer: maximal 10 Minuten

Sie werden bis zur nächsten Closed-Shop-Eingabe gerechnet.

3. LANG- bzw. GROSSJOBS

Dauer: mehr als 10 Minuten oder mehr als 12 k Kernspeicherbedarf

Sie werden nur einmal pro Tag gerechnet.

Ausgabe:

Die Benutzer werden gebeten, beim Abholen der Printouts auch die Jobkarten aus der Ausgabelade zu entfernen. Printouts ohne zugehörige Karten in der Ausgabelade sowie Karten ohne Printouts werden sofort eingezogen, nicht abgeholte Printouts samt zugehörige Karten nach Ablauf eines Monats.

Aufbewahrungsladen:

Programmkarten können in den Aufbewahrungsladen bis einen Monat nach Semesterende abgelegt werden.

**wichtig !**

Ab 1. Oktober werden im Closed-Shop-Betrieb nur mehr Programme im

**29 - Code**

gerechnet. Es besteht aber weiterhin die Möglichkeit, Programme im 26-Code auf 29-Code umstanzen zu lassen. Dies ist auf der Jobkarte anzugeben. Die Turn-Around-Zeit beträgt dafür maximal 48 Stunden.

## STECKBRETTER:

Da sich ein Engpaß an Brettern im Herbst abzeichnet, muß die Vergabe neu geregelt werden:

Die Steckbretter werden vom Operator für einen Monat vergeben (Verlängerungsmöglichkeit jeweils auf einen Monat).

## SYSTEMERWEITERUNG REVOX A-77

Im Sommer konnte eine Revox-Tonbandmaschine angeschafft werden. Diese kann sowohl zur Speicherung von Analogdaten als auch mit großen Einschränkungen als digitaler Massenspeicher verwendet werden.

Laufzeit eines Bandes: 90 Minuten

Kapazität von Digitaldaten: 10 Millionen Byte

Einsatzgebiete:

1. Input/Output von beliebigen Analogsignalen im FM-Verfahren (bis zum Fast-Millisecond-Bereich, Grenzfrequenz 5 kHz)
2. Input/Output von Digitaldaten: Transferrate 16 kBd. (Software von gleicher Struktur wie bei Moving Head Disk und Fixed Head Disk)
3. Input/Output von Musik- und Sprachsignalen

Alle Funktionen der Maschine sind digital durch FORTRAN-aufrufbare Subroutinen steuerbar (A-Tape-Pack). Beschreibungen und Spezifikationen sind an der Hybridrechenanlage erhältlich.

## ERWEITERUNG DES JOB-ACCOUNTING:

Ab Oktober 1975 wird monatlich eine Betriebsmittelabrechnung für jede Jobnummer erstellt und an die Institutsvorstände ausgedruckt.



# Kurse

Auskünfte und Anmeldungen bei Herrn Schandl (Zimmer 1404/05, Telephon 65-37-85/803 DW).

Der Kurs

## RH1 GERÄTETECHNIK EAI PACER 600

wird auf Ende des Semesters (Februar) verschoben. Der genaue Termin wird rechtzeitig bekanntgegeben.

## RH2 BENÜTZUNG DES BETRIEBSSYSTEMS JCS/MP 6

Optimale Ausnützung der Möglichkeiten des Systems, Systemstruktur

Termin: 1975-11-10 bis 1975-11-14

Vortragender: Dipl.Ing. A. Blauensteiner

Ort: Seminarraum der mathematischen Institute (Zimmer 1415)  
1040 Wien, Gußhausstraße 27-29, 4. Stock

## RH3 BESONDERHEITEN IN FORTRAN AN DER HYBRIDRECHENANLAGE

1 Vortrag

Termin: 1975-10-10 10 Uhr c.t.

Vortragender: Fritz Blöser

Ort: Seminarraum des Instituts für allg. Elektrotechnik  
Gußhausstraße 27 -29, Zimmer 4217, 2.Stock

## RH4 HYBRIDE FORTRAN-PROGRAMMIERUNG MIT ÜBUNGEN

Einführung in das Hybrid Linkage Softwarepaket

Termin: 1975-10-13 bis 1975-10-17

Vortragender: Helmut Hummer

Ort: Seminarraum der mathematischen Institute (Zimmer 1415)  
1040 Wien, Gußhausstraße 27-29, 4. Stock

## RH6 EAI ASSEMBLER MIT ÜBUNGEN

Termin: 1975-10-20 bis 1975-10-24

Vortragender: Dipl.Ing. A. Blauensteiner

Ort: Seminarraum der mathematischen Institute (Zimmer 1415)  
1040 Wien, Gußhausstraße 27-29, 4. Stock

## RH8 TERMINALPROGRAMMIERUNG

Benützung des CURSOR-Softwarepaketes für Video Input/Output, Edition von Sourceprogrammen, FORTRAN READ/WRITE

1 Vortrag

neuer Termin: 1975-11-19

Vortragender: Dipl.Ing. A. Blauensteiner

Ort: Seminarraum der mathematischen Institute (Zimmer 1415)  
1040 Wien, Gußhausstraße 27-29, 4. Stock

Vom Institut für Technische Mathematik werden folgende Kurse abgehalten:

AH 1 PROGRAMMIEREN VON ANALOGRECHNERN

AH 2 PROGRAMMIEREN VON HYBRIDEN ANALOGRECHNERN

AH 3 VERFAHREN DER HYBRIDEN PROGRAMMIERUNG

AH 4 HYBRIDE PROGRAMMIERSPRACHEN

Nächster Termin: Februar 1975

Der genaue Termin wird rechtzeitig bekanntgegeben.

Interessenten werden gebeten, Auskünfte bei Dipl.Ing. H. Petrovsky (Klappe 830), Institut für Technische Mathematik, Gußhausstr. 27-29, 1040 Wien, einzuholen.

## **Benützerversammlung**

Die Hybridrechenanlage veranstaltet im Oktober die nächste Benützerversammlung, zu der alle Interessenten und Benutzer der Hybridrechenanlage herzlich eingeladen sind.

Die Kunden werden gebeten, ihre Wünsche, Anregungen und Beschwerden vorzubringen. Außerdem können alle, die ein spezielles Problem oder allgemeines Interesse haben, über die Einsatzmöglichkeiten des Hybridrechners informiert werden.

Termin: 13. 10. 1975 14 UHR

Ort: 1040 Wien  
Gußhausstraße 27-29  
2. Stock, Zimmer 4217  
Seminarraum des Instituts für allg. Elektrotechnik

|   |
|---|
| DATENÜBERTRAGUNG VON CDC CYBER 74 AUF<br>HYBRIDRECHENANLAGE EAI PACER 600 |
|---|

Da eine echte Datenverbindung zwischen Digital- und Hybridrechenanlage noch fehlt, wurde in Gemeinschaftsarbeit der beiden Rechenzentren eine Möglichkeit zur Übertragung von kleinen Datenmengen mit Hilfe von Lochkarten geschaffen. Dadurch ist es nun möglich, mit am CDC-Digitalrechner gewonnenen Daten den Inkrement-Plotter der Hybridrechenanlage (EAI Data Plotter 140) zu benutzen. Da die an der CYBER 74 abgestanzten und am PACER 600 eingelesenen Werte die höchste an der Hybridrechenanlage mögliche Genauigkeit besitzen, können durchaus auch weitere mathematische Berechnungen mit größter Maschinengenauigkeit z. B. in einem hybriden Programm durchgeführt werden.

An der CYBER 74 steht zu diesem Zweck ein FORTRAN-Unterprogramm "HYPNCH" zur Verfügung, das die Werte eines Datenfeldes von CDC-Gleitkommaformat in EAI-Realzahlformat umwandelt und sie in binärer Form abstanzt. Jede Binärkarte enthält 24 Werte, was eine bedeutende Ersparnis gegenüber im F- oder E-Format abgestanzten Daten darstellt. Es wird auch die Länge N des Datenfeldes abgestanzt, sodaß man  $N/24 + 1$  Lochkarten erhält. Um größtmögliche Sicherheit für den Fall des unfreiwilligen Vertauschens der Binärkarten zu gewährleisten, enthält jede Karte ein zweistelliges Kennzeichen zur Unterscheidung verschiedener Datenfelder und eine fortlaufende Binärnummer.

Am EAI PACER 600 gibt es ein entsprechendes FORTRAN-aufrufbares Unterprogramm "HYREAD", das ein mit "HYPNCH" abgestanztes Datenfeld einliest. Dabei wird das Kennzeichen, das für das gesamte Feld gleich sein muß, kontrolliert, und außerdem die richtige Reihenfolge der eingelesenen Karten mit Hilfe der fortlaufenden Binärnummer überprüft.

Eine ausführliche Beschreibung der beiden Unterprogramme ist in den Programmberatungen beider Rechenanlagen erhältlich.

F. BLÖSER

# DIE ENTZERRUNG VON MULTISPEKTRALBILDERN

## MIT HILFE DES HYBRIDRECHNERS

### Problemstellung

### Scanner-Beschreibung

Auf dem Gebiet des Umweltschutzes spielt ein großräumiges Datenerfassungssystem, das sogenannte "Multispektrale Remote Sensing" (oder Fernerkundung) eine immer größere Rolle. Dabei werden oft spezielle Aufnahmegерäte für elektromagnetische Wellen (multispektrale Scanner oder Zeilenabtastsysteme) verwendet, die, im Gegensatz zu einem belichteten Film, elektrische Signale, die den Intensitäten in verschiedenen Spektralbereichen entsprechen, auf einem analogen Mehrspurmagnetband aufzeichnen. Die bedeutendsten Anwendungsgebiete sind Land- und Forstwirtschaft, Raumplanung bzw. Stadtplanung, Vorbereitung von Großprojekten, Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft, Ozeanographie, Meteorologie, Geologie und viele andere.

Scanner werden heute fast ausschließlich von Flugzeugen aus eingesetzt. Dabei wird mit Hilfe eines rotierenden Spiegels das Gelände zeilenweise abgetastet (Abb. 1). Gemessen werden hier die Intensitätsbilder bei Wellenlängen zwischen  $0,38 \mu\text{m}$  und  $12 \mu\text{m}$ . Durch Unterteilung des Spektralbereiches in 11 Kanäle können gezielte Aussagen über das Verhalten verschiedener Mikrogebiete des Testgeländes getroffen werden. Die Speicherung des Intensitätsverlaufes erfolgt zeilenweise auf Magnetband in analoger Form. Dies erfolgt für alle 11 Kanäle auf getrennten Spuren, wobei die exakte Synchronisation gewährleistet ist. Die Wiedergabe des gespeicherten Intensitätsbildes erfolgt in verkehrter Reihenfolge zur Aufnahme, indem ein Kathodenstrahlrohr einen vorbeilaufenden Film entsprechend der Signale vom Magnetband belichtet. Dabei können photographische Bilder für jeden einzelnen Spektralbereich, aber auch von Kombinationen verschiedener Spektralbereiche erzeugt werden.

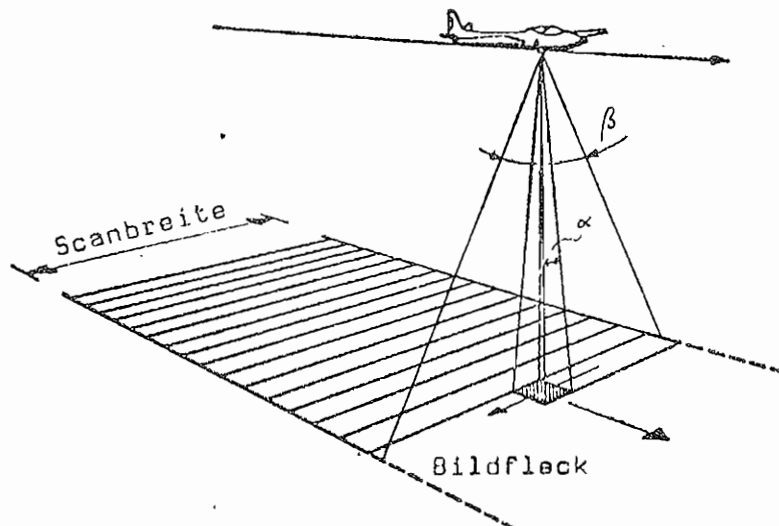


Abb. 1

## Notwendigkeit der Entzerrung (Rektifizierung)

Eine vielseitige Verwendung dieser photographischen Bilder scheiterte bisher an den unzulänglichen geometrischen Eigenschaften. Sie können einerseits mit den vorhandenen topographischen und thematischen Karten nicht unmittelbar in Zusammenhang gebracht werden und zum anderen ist ein klaffungsfreies Zusammenfügen der benachbarten Streifen zu größeren Bildverbänden nicht möglich. Die Ursache dieser Unzulänglichkeiten liegen darin, daß sowohl die Schwankungen des Flugzeuges als auch der Höhenunterschied des Geländes und die Neigung des Aufnahmeegerätes zur Erdoberfläche zu Verzerrungen führen.

In Anbetracht dieser Situation ist die Entzerrung der Multispektralbilder eines der wichtigsten zu lösenden Probleme der Fernerkundung.

Im folgenden wird eine hybride Methode beschrieben, die an der Abteilung Hybridrechenanlage unseres Rechenzentrums in Zusammenarbeit mit dem Institut für Photogrammetrie (Prof. Kraus) und dem Wiener Ingenieurbüro SPACETEC, das sich für den Einsatz von Multispektralem Remote Sensing im Rahmen regionaler Datenerfassung spezialisiert hat, entwickelt wurde.

### Allgemeiner Lösungsweg

Der erste Schritt zur Fehlerkorrektur besteht darin, daß durch Vergleich des Filmmaterials mit Karten oder Orthophotos im Stereokomparator des Instituts für Photogrammetrie die Abweichung jedes markanten Geländepunktes (Paßpunktes) vektoriell festgehalten wird (Abb. 2).

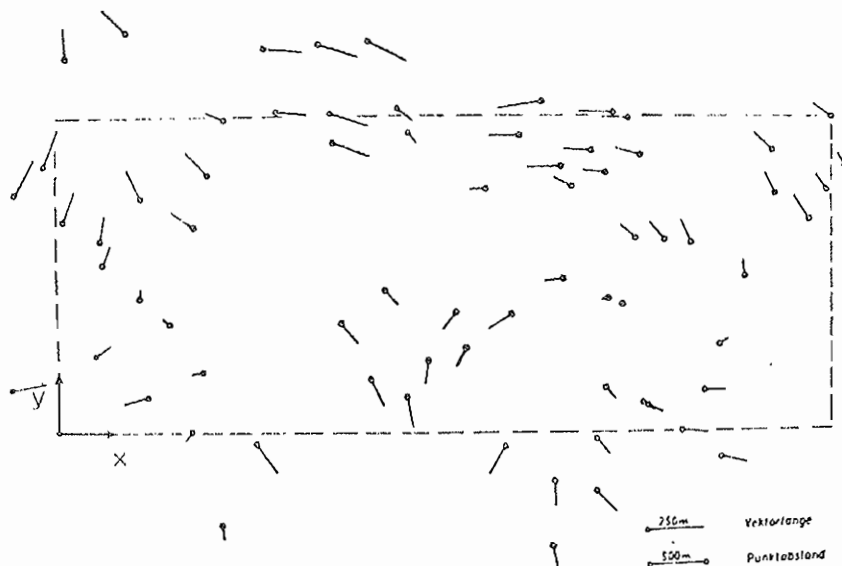


Abb. 2  
Verzerrung des Bildes in den Paßpunkten

Mit diesen Daten werden nun nach einem von Prof. Kraus entwickelten Verfahren (QUINT) auf dem Großrechner CYBER 74 die für die Interpolation der Korrekturfunktionen  $f(x,y)$ ,  $g(x,y)$  notwendigen Informationen errechnet und abgestanzt, und dienen an der Hybridrechenanlage als Eingabedaten.

Der Ablauf der Rektifizierung (Abb.3) erfolgt nun an der Hybridrechenanlage, wobei das unkorrigierte analoge Signal gleichzeitig mit den Daten des QUINT-Programms verarbeitet wird und die Signale gemeinsam mit den neugewonnenen Korrekturinformationen sofort auf eine neue Spur gespielt werden.

Die Korrekturen in der photographischen Aufnahme bestehen aus einer zusätzlichen Ablenkung des Kathodenstrahles in x und y- Richtung, sodaß aus der ursprünglich geraden Scanzeile entsprechend des korrigierten Gitters eine gekrümmte Zeile entsteht. Aufgrund der lokal verschiedenen Krümmung ist eine zusätzliche Intensitätskorrektur notwendig.

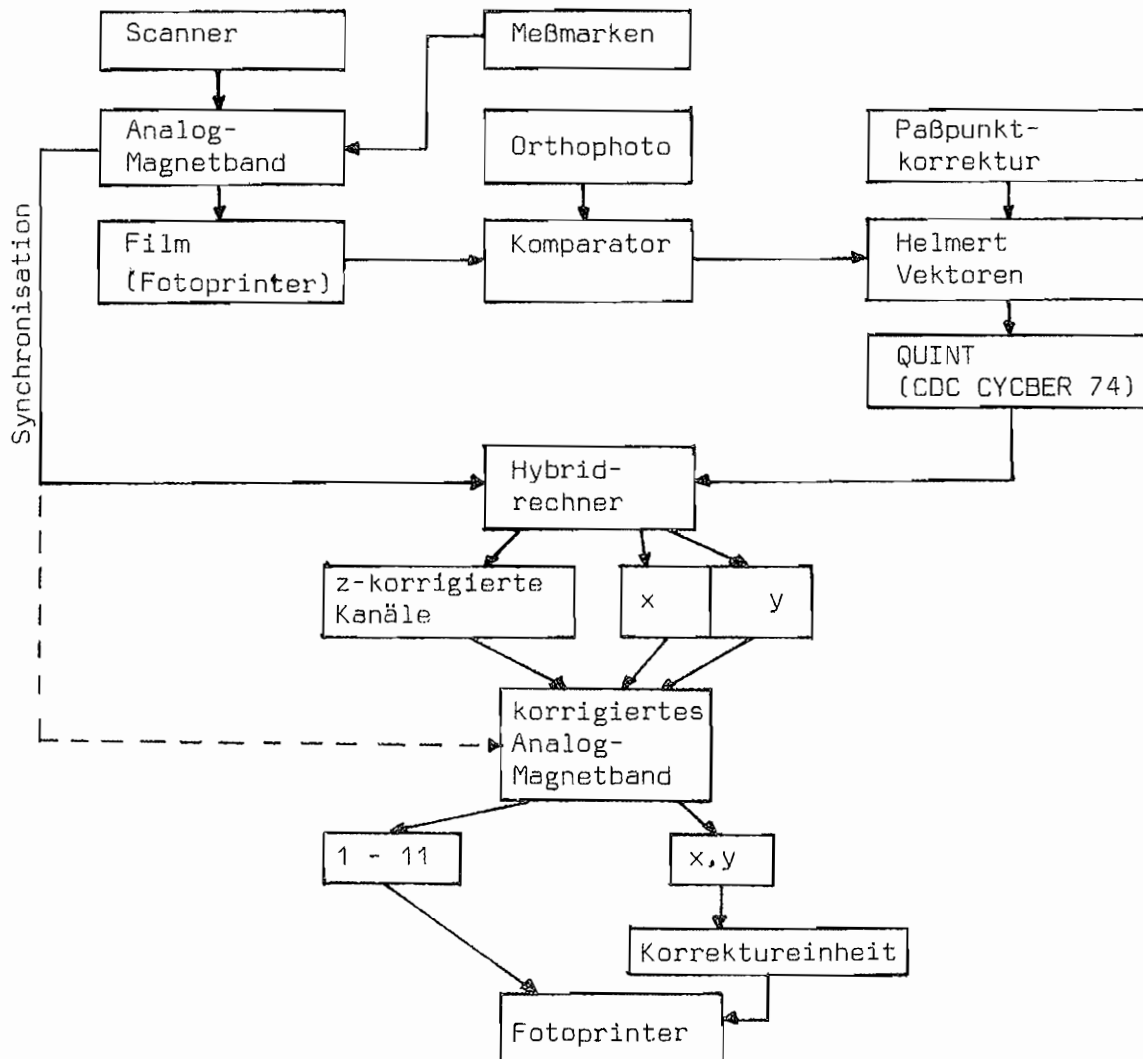


Abb. 3

Rektifizierung - Informationsfluß

## Realisierung an der Hybridrechenanlage

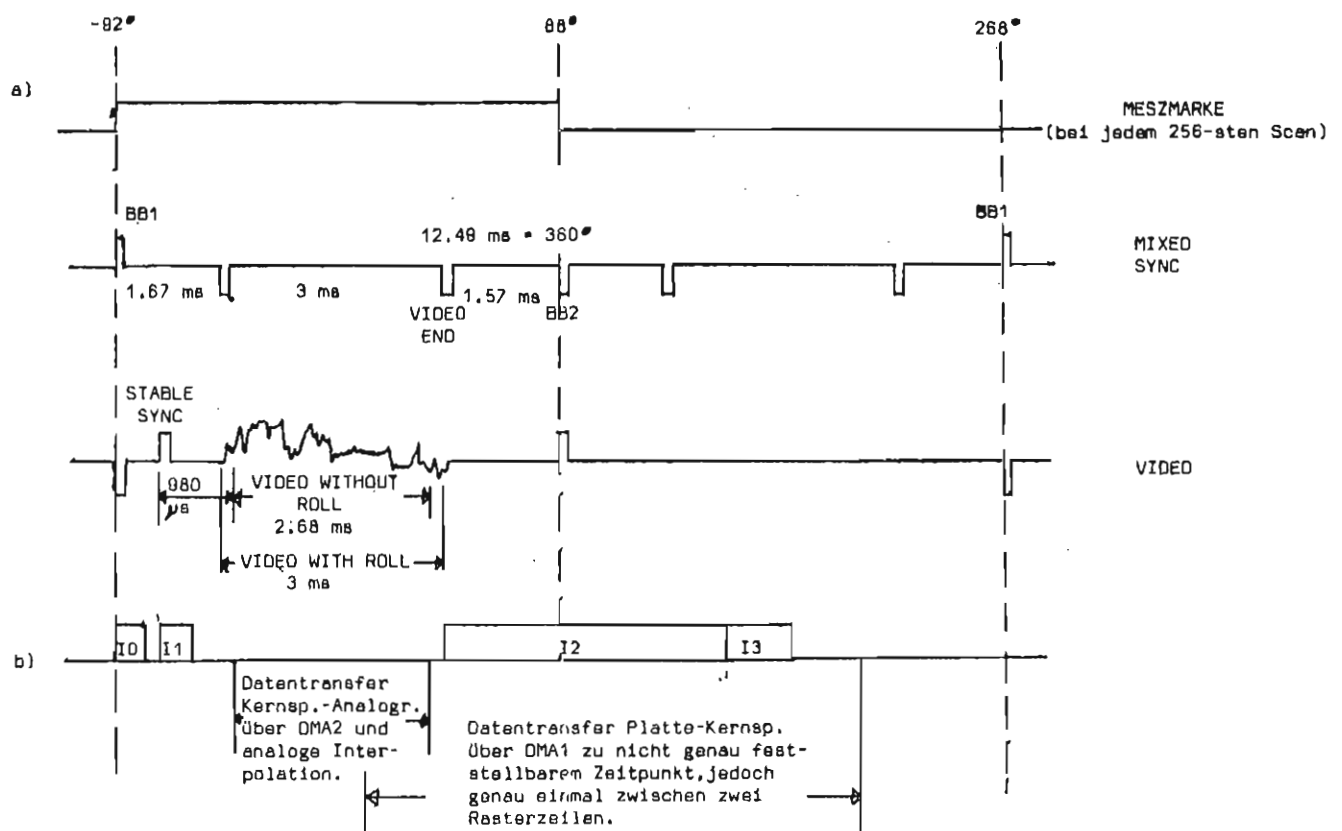
### Spezifikation der Anforderungen

Als Hauptanforderung stellt sich die Aufgabe, die vom Scanner auf Analogband gespielten zum Teil hochfrequenten (30 kHz) Daten der Flugaufnahmen während des physikalischen Ablaufes des Bandes zu rektifizieren und neu aufzuzeichnen. Die dafür zur Verfügung stehende Zeit entspricht der Ablaufzeit des Bandes. Daher ist dieses Problem nur im Echtzeitverfahren (real time) durchführbar, sodaß für eine relativ einfache und schnelle Lösung der Einsatz eines Hybridrechners gewählt wurde.

Für die Durchführung der Rektifizierung stehen die Korrekturwerte der Paßpunkte in digitaler Form (Lochkarten), die durch Vergleich des Bildstreifens mit einem Orthophoto gewonnen wurden, sowie das vom Institut für Photogrammetrie erstellte QUINT, das die Verzerrungsvektoren an einzugebenden Punkten liefert, zur Verfügung.

### Problemanalyse und Modellbildung

Die Problemlösung muß mit einer Zeitanalyse (Abb. 4) des Rektifizierungsprozesses einsetzen, da dies ausschlaggebend ist für die Strukturierung der Datensätze, den Umfang der Daten und die Art der Datenmanipulation.



a) Struktur und Zeitdiagramm der Bandsignale (1 Periode = 1 Scan)  
b) Zeitdiagramm der mit diesen Signalen gesteuerten Interruptprogramme und Datentransfers

Abb. 4

Für die Steuerung und Synchronisation des Hybridrechners mit dem Bandgerät stehen entsprechende Signale zur Verfügung, die auf eigenen Spuren aufgezeichnet sind. Die Signale MIXED SYNC (Synchronisationssignale) geben den Beginn einer Scan-Zeile (BB1-Signal), Beginn und Ende eines Video Fensters (VIDEO END) (das ist der Zeitabschnitt, in dem ein analoges Spektralsignal (VIDEO) von der Erdoberfläche aufgenommen wird) an. Auf der gleichen Spur wie das VIDEO Signal ist ein Stabilitätssignal (STABLE SYNC) aufgezeichnet, das entsprechend der Stärke der Rollbewegung des Flugzeuges verschoben wird. Die eigentliche Korrektur der Spektralsignale wird nur in einem 2,68 msec langen Teilbereich des VIDEO-Fensters (nämlich VIDEO without roll) durchgeführt, der in einem konstanten Abstand vom STABLE SYNC Signal beginnt, sodaß dadurch die Rollbewegungen des Flugzeuges ausgeglichen werden. Zusätzlich erhält man alle 256 Scan-Zeilen auf einer eigenen Spur eine Meßmarke, die für die Lokalisierung des gewünschten Streifenabschnittes notwendig ist. Die zeitliche Auslenkung und der Abstand dieser Signale werden durch die Rotationsgeschwindigkeit des Scanners bestimmt.

Da die Korrektur aus Werten für x-, y-Richtung und Intensität (z) besteht, die gleichzeitig übertragen werden müssen, und diese Übertragungen alle 30 µsec erfolgen, ist die Verwendung eines DMA unumgänglich (Direkter Datenkanal, der die Übertragung von Daten vom Digitalrechner zum Analogrechner und deren Wandlung unabhängig vom laufenden Programm durchführt). Bei einer gleichzeitigen Übertragung von jeweils 3 Werten (Abb. 10) über einen Zeitraum von 2,7 msec in Abständen von 30 µsec ergibt dies 270 Werte pro Scan-Zeile. Da ein Filmstreifen (bzw. Streifenenteil) aus durchschnittlich 16 Meßmarken zu 256 Scan-Zeilen besteht, würde eine Speicherung der gesamten Daten mehr als 1000 k Worte benötigen. Da dies die Kapazität des Kernspeichers bei weitem übersteigt, ein Überspielen der Datensätze jedes einzelnen Scans von der Platte wegen der relativ langen Transferzeit (bis zu 35 msec) auch nicht möglich ist, und zudem die Korrekturdaten nicht so hochfrequent sind, können nur die Werte einer bestimmten Anzahl von Scan-Zeilen im voraus berechnet und auf die Platte geschrieben werden. Zu diesem Zweck wird ein Raster über den Filmstreifen gelegt, dessen Dichte in Scan-Richtung von der Übertragungsgeschwindigkeit der Digital-Analog Konverter (DAC) und in Flugrichtung von der Dauer des Disk Transfer abhängt (max. 35 msec). Aus den Korrekturwerten auf den Rasterzeilen müssen die Werte für die dazwischenliegenden Scan-Zeilen durch Interpolation im Real Time Verfahren ermittelt werden. Diese Interpolation kann aus Zeitgründen nur linear erfolgen.

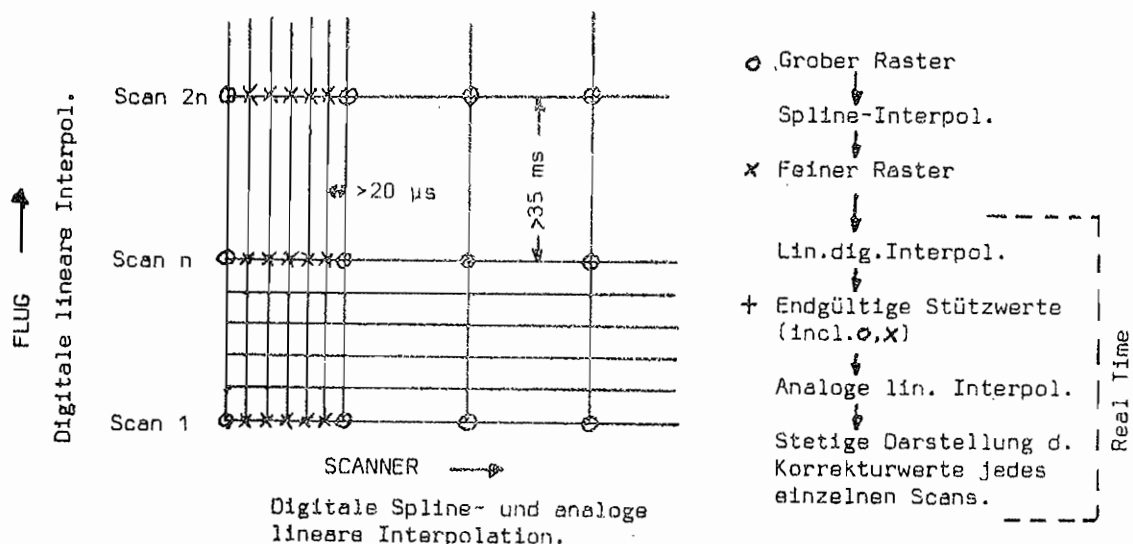


Abb. 5  
Rasteraufbau



Einerseits müssen nun Daten vom Kernspeicher zum Analogrechner, andererseits in dieser Zeit der als nächstes benötigte Satz von Korrekturwerten von der Platte in den Kernspeicher übertragen werden, um bei Bedarf sofort greifbar zu sein. Zu diesem Zweck sind zwei Kernspeicherregionen zu wählen, wobei jede einzelne abwechselnd für die Datenaufnahme von der Platte und abwechselnd für die Überspielung zum Analogrechner herangezogen wird. (Abb. 5).

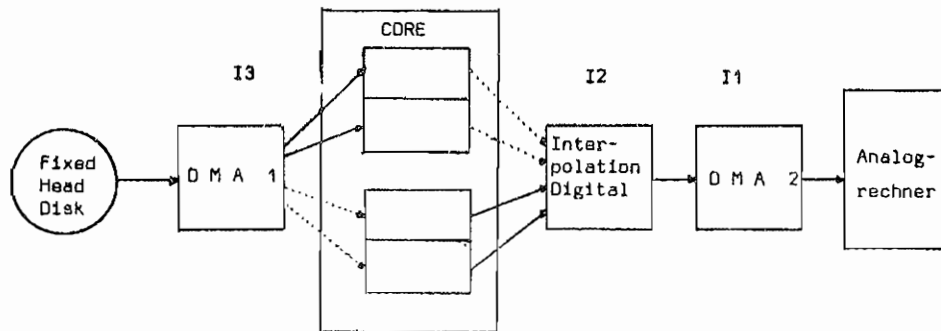


Abb. 6

Die Korrekturwerte an den Rasterpunkten müssen in einem eigenen digitalen Programm vorher berechnet, in geeigneter Form auf Platte gespielt und außerdem zur Kontrolle am Data Plotter in graphischer Form ausgegeben werden (siehe Abb. 8, 9).

#### Durchführung

Die Berechnung der Verzerrungsvektoren an den Rasterpunkten wird mit einem am Institut für Photogrammetrie entwickelten Verfahren (der Interpolation und Filterung nach kleinsten Quadraten) durchgeführt. Die Stützpunkte für diese Interpolation bilden die an den Paßpunkten gemessenen Verzerrungen, die mit zusätzlichen Daten in Form von Datenkarten vom Programm QUINT geliefert werden. Diese und für die Festlegung eines Rasters benötigten Daten werden vom Programm SPQDAT (Abb.7) eingelesen und über COMMON-Blöcke an SPQINT übergeben. Dieses Programm berechnet mit dem oben angegebenen Verfahren die Verzerrungen an den Punkten eines groben Rasters. Von diesem Raster werden mit Hilfe von Spline-Interpolationen die Werte für ein hinreichend feines Raster berechnet (siehe Abb. 5). Die zusätzliche Verwendung einer Spline Interpolation wurde hier deshalb gewählt, weil die Berechnung der Verzerrungsvektoren an allen Punkten des feinen Rasters mit der Interpolation nach kleinsten Quadraten sehr zeitaufwendig wäre.

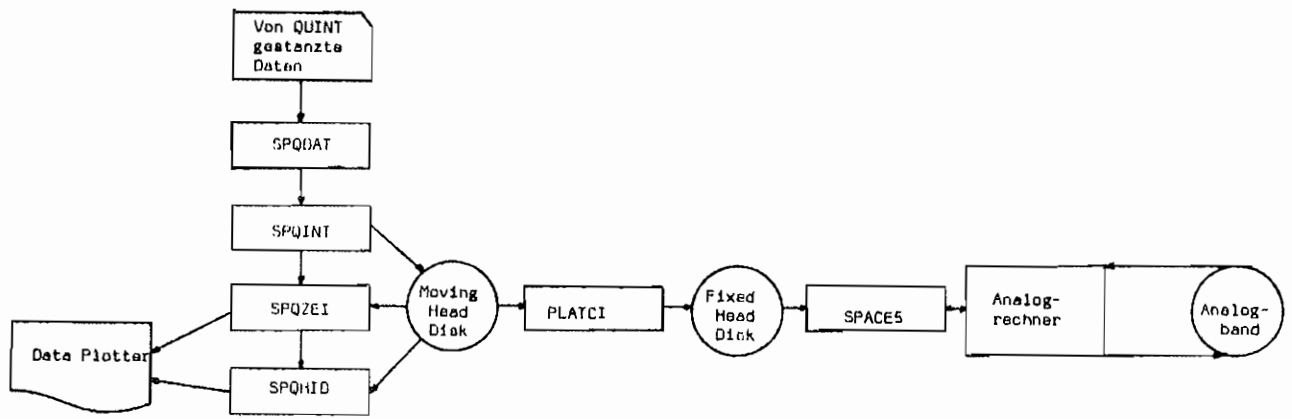


Abb. 7  
Organisation des gesamten Ablaufes

SPQZEI dient zur graphischen Darstellung der Verzerrungsvektoren an den groben Rasterpunkten (Abb. 8). Die quadratisch markierten Punkte stellen die Paßpunkte dar.

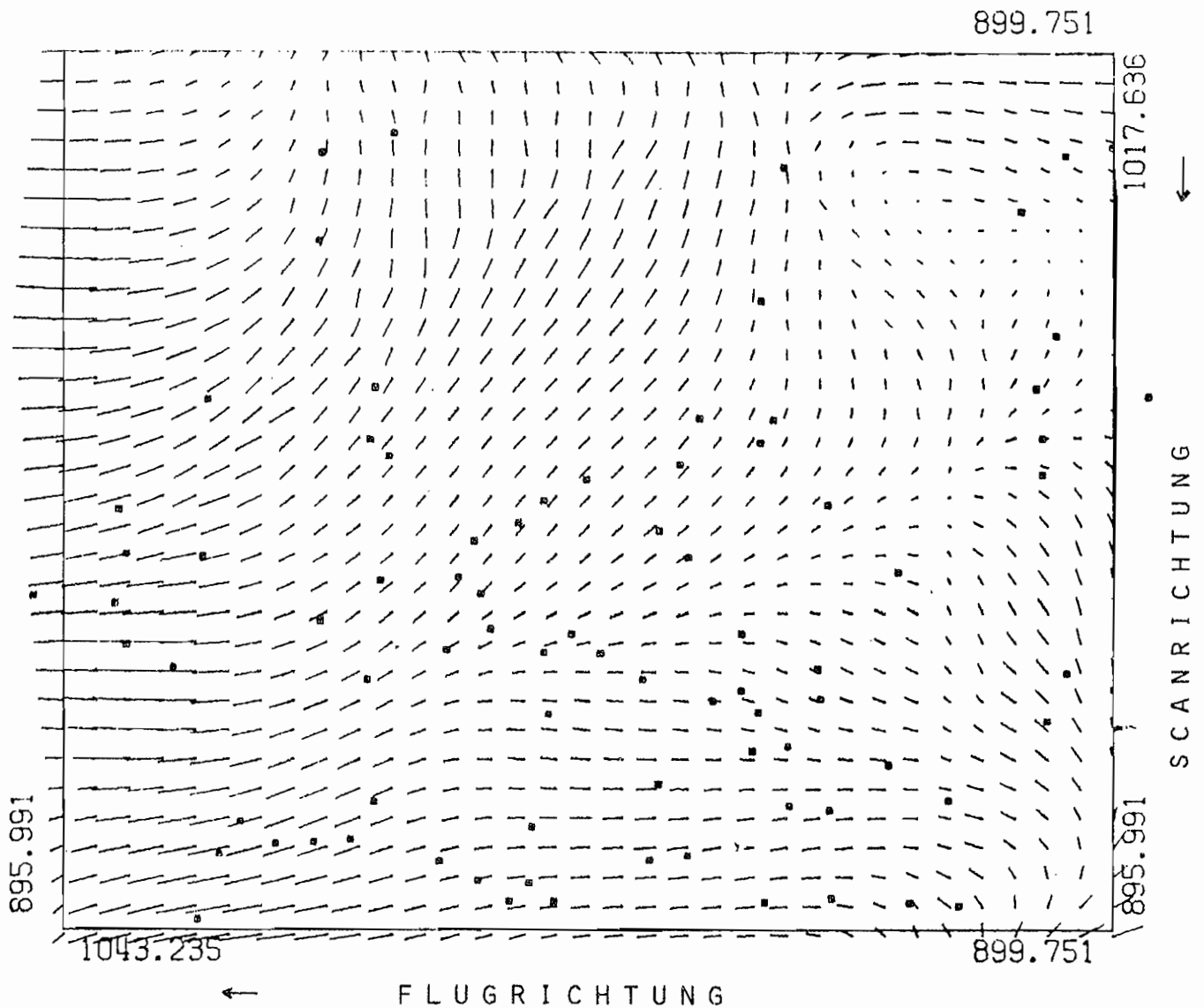


Abb. 8  
Verzerrungsvektoren eines Streifens  
an den Rasterpunkten (SPQZEI)

SPQHID schließlich zeichnet eine dreidimensionale Darstellung der Intensitätskorrektur (Abb. 9).

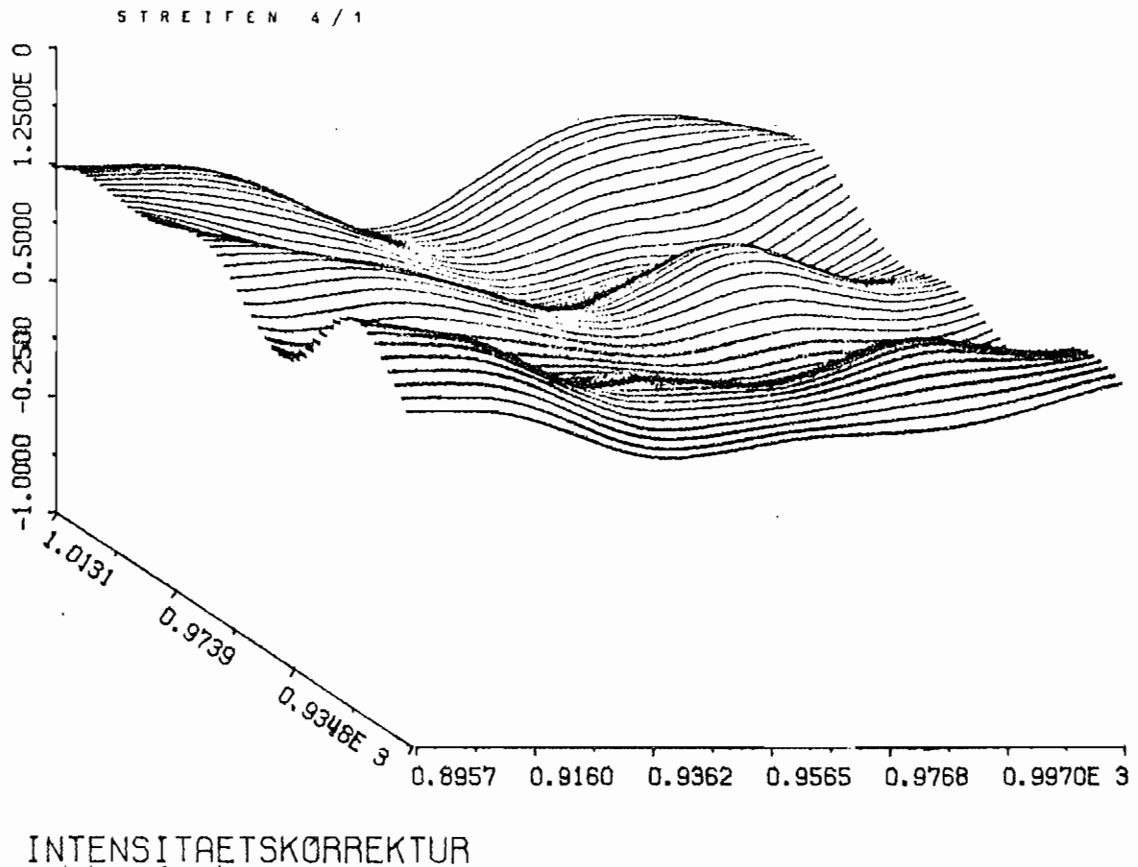


Abb. 9

PLATCI organisiert die Daten auf den Platten, sodaß die direkten Datenkanäle DMA 1, DMA 2 gleichzeitig bei der eigentlichen Rektifizierung benützt werden können.

Die Rektifizierung selbst wird vom Programm SPACE5 durchgeführt, das jeweils zu einem bestimmten Zeitpunkt einen Datensatz von der Platte liest, der die x-, y- und Intensitätskorrekturen einer Rasterzeile sowie die Inkrements für eine lineare Interpolation zur nächsten Rasterzeile enthält, und gleichzeitig über den anderen direkten Speicherkanal den vorletzten von der Platte übertragene Datensatz nach entsprechender digitaler linearer Interpolation Scan für Scan auf den Analogrechner überträgt, wo eine analoge lineare Interpolation erfolgt. Mit diesen Werten werden die vom ablaufenden Analogband überspielten VIDEO Signale entzerrt und die korrigierten VIDEO Signale zusammen mit den x- und y-Korrekturen neu auf Band aufgezeichnet. Sobald das Analogband läuft, übernimmt es über die Synchronisationssignale die gesamte Steuerung des Programmablaufes auf Interruptbasis, das heißt es werden bei Eintreffen bestimmter Signale entsprechende digitale Programme vorrangig exekutiert (I0,I1,I2,I3; Abb. 4).

Zu Beginn ist nur das Interruptprogramm I0 erlaubt, das durch eine Meßmarke gestartet wird und zur Lokalisierung des Beginns der zu rektifizierenden Signale dient. Ab Beginn des Streifens werden nur noch I1, I2, I3 erlaubt. Von diesem Zeitpunkt an werden bei jeder Scan-Zeile mit dem STABLE SYNC Signal das Programm I1 und mit dem VIDEO END Signal I2 gestartet. I1 initialisiert jeweils den Datenfluß der Korrekturwerte vom Digitalrechner zum Analogrechner (DMA2), I2 führt die digitale lineare Interpolation für die jeweils nächste Scan-Zeile durch. In I2 müssen unter anderem jedesmal 270 Additionen durchgeführt werden, wobei maximal 7 msec zur Verfügung stehen. Dadurch muß dieses Programm entsprechend optimal in Assembler programmiert werden.

I3 wird vor Beginn jeder Rasterzeile gestartet und initialisiert den Datentransfer von der Platte in den Kernspeicher, wobei Systemroutinen vom Betriebssystem JCS/MP 6 sich als unentbehrlich erwiesen. Mit diesen Systemroutinen wird der Datentransfer unabhängig von den laufenden Rechneraktivitäten (z.B. Datentransfer Kernspeicher-Analogrechner) durchgeführt. Diese Unabhängigkeit ist für die Lösung eines Echtzeitproblems dieser Art unerlässlich, weil der exakte Zeitpunkt der eigentlichen Datenübertragung wegen der Rotation der Platte nie im voraus exakt feststeht, bzw. bis zu 35 msec (1 Umdrehung) dauern kann, und das Abwarten des Endes einer Übertragung jede Synchronisation mit den Bandsignalen unmöglich machen würde.

Der Datentransfer Digital- Analog erfolgt mit eigens am Analogrechner generierten Signalen, die von STABLE SYNC gesteuert werden müssen, (Abb. 10) da dieser Transfer nur im VIDEO without roll durchgeführt wird. Für die Übertragung der Korrekturwerte werden alle 30  $\mu$ sec im Abstand von 2  $\mu$ sec 3 DACs mit den x-, y- und z-Korrekturen geladen und mit Beginn der nächsten Dreiergruppe von Transferimpulsen mit dem ersten Signal an den Analogrechner übergeben. Dadurch wird eine gleichzeitige Übertragung der drei Werte innerhalb 1  $\mu$ sec erreicht.

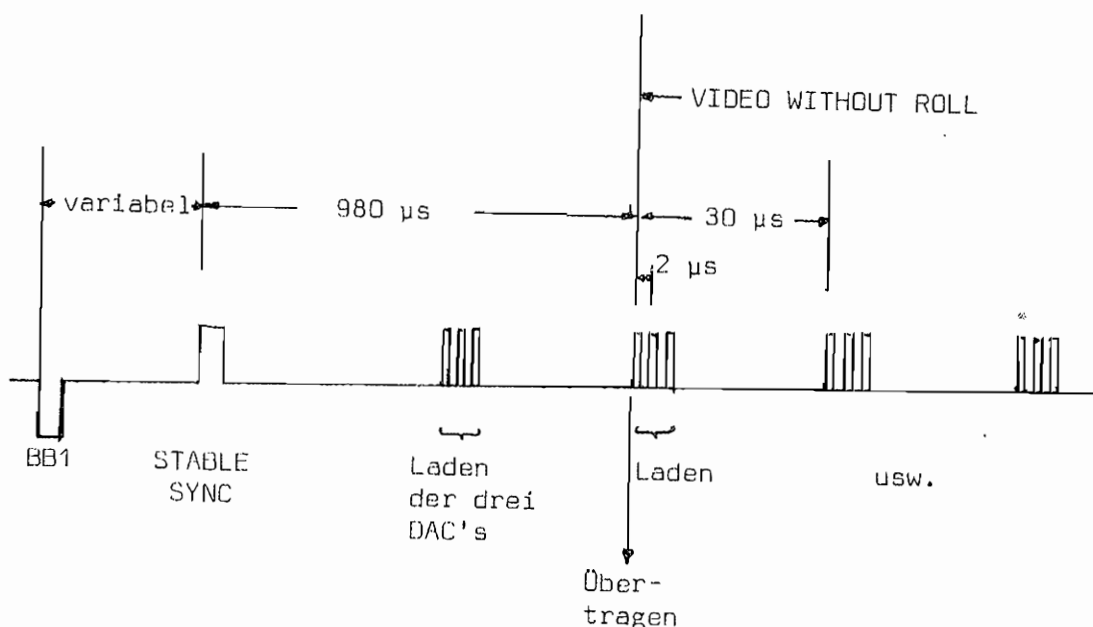


Abb. 10  
Signale für den Digital-Analog-Transfer

Da die Ausgabe der Bandsignale über sehr empfindliche Fotoprinter erfolgt, zeigt es sich, daß trotz einer relativ großen Anzahl von Stützstellen eine analoge Interpolation der Korrekturwerte notwendig ist. Die Schwierigkeiten, die bei einer solchen Interpolation über sehr kurze Zeitintervalle (30  $\mu$ sec) auftreten, liegen hauptsächlich in der Übernahmezeit der Verstärker (bis 10  $\mu$ sec). Diese Übernahmezeiten werden durch zwei alternierend arbeitende Integrierer überbrückt, sodaß eine hinreichend genaue Interpolation der Datenpunkte ermöglicht wird.

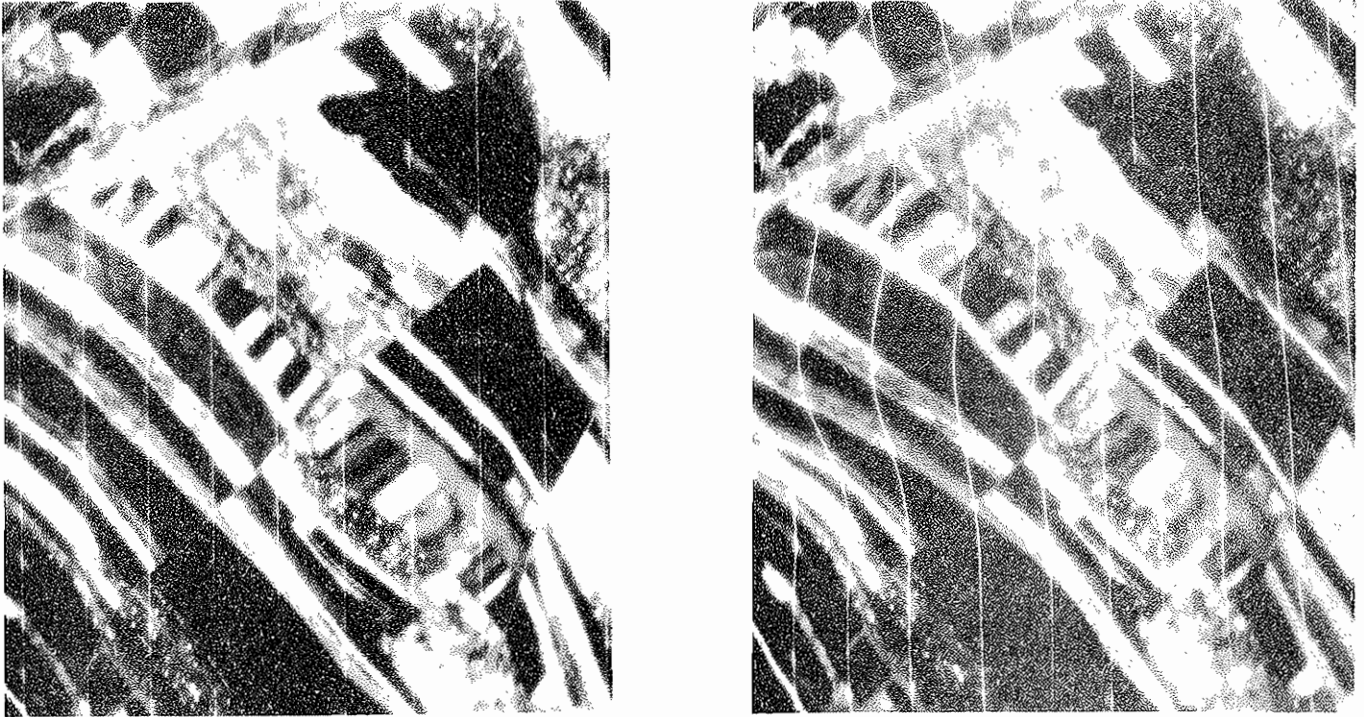


Abb. 11

Links ein Ausschnitt eines vom Scanner aufgenommenen Bildes der Großfeldsiedlung in Wien; rechts der gleiche Ausschnitt rektifiziert.

### Ergebnisse

Auf Grund der im Auftrag des Ingenieurbüros SPACETEC in Zusammenarbeit mit dem Institut für Photogrammetrie erstmalig auf hybridem Weg durchgeführten Rektifizierung von Multispektralbildern wurden nicht nur Probleme ausgeschaltet, die bei einer rein digitalen Lösungsmethode auftreten, sondern es eröffneten sich eine Reihe weiterer Anwendungen, die überhaupt erst durch die hybride Methodik ins Auge gefaßt werden konnten. Zusätzlich zeigt sich eine starke Reduktion des wirtschaftlichen und verfahrenstechnischen Aufwandes gegenüber einer rein digitalen Lösung, nicht zuletzt deshalb, weil die Rektifizierung eines Bildes für mehrere Spektralbereiche gleichzeitig durchgeführt werden kann. Dieses typische Real Time Problem aus dem Bereich der Data Acquisition zeigt vor allem zwei Anwendungsbereiche in der Verwertung von rektifizierten Multispektralbildern auf: die einmalige Auswertung eines rektifizierten Multispektralbildes (z.B. Erkennung von Schädlingsbefall an landwirtschaftlichen Kulturen) und weiters den Vergleich von zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Bildern derselben Region (zunehmender Schädlingsbefall).

## EAI COMPUTER USERS GROUP MEETING 1975 IN HELSINKI

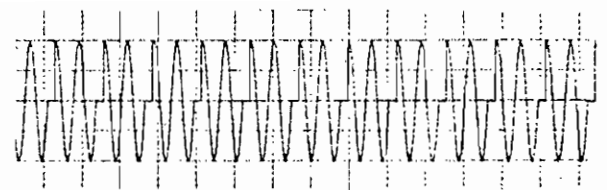
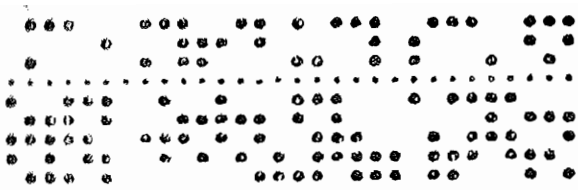
Vom 11. bis 13. August 1975 fand in Helsinki die diesjährige Tagung der EAI Computer Users Group statt. 36 Teilnehmer aus 11 Ländern Europas und den USA tauschten ihre Erfahrungen aus, die sie an EAI Anlagen gemacht haben, und gaben einen kurzen Überblick über ihre Tätigkeiten und den Einsatz von Hybridrechenanlagen. Dabei sah man die großen Einsatzmöglichkeiten in Echtzeitproblemen durch einen relativ billigen Hybridrechner, zum Beispiel bei der Simulation von Satellitensteuerung von der Bodenstation aus (ESRO, Holland), bei der Simulation von Kernkraftwerken zur Schulung der Angestellten sowie der Überwachung des Betriebes selbst (Finnland), sowie bei der Simulation des Bewegungsablaufes von Kraftfahrzeugen mit allen möglichen Freiheitsgraden (VOLVO, Schweden).

Nicht zuletzt durch die Anforderungen eines Real-Time-Betriebes kam es zu Vergleichen der Betriebssysteme RTOS von EAI und des an unserer Anlage entwickelten JCS/MP 6. Dabei fanden die schnelle Responsezeit von Interrupts sowie das Spooling von Card Reader Input und Line Printer Output von JCS/MP 6 genauso großen Anklang wie die Möglichkeiten eines Real Time Multiprogrammings und Job Accountings unseres Betriebssystems.

Großes Interesse besteht bei den Benützern an Digital-Digital-Verbindungen, Multiprocessing sowie Mikroprozessoren. Hier wird sicherlich bald ein Schwerpunkt zu finden sein.

Von der Seite der Herstellerfirma EAI wird bereits an Prototypen von Hybridrechnern gearbeitet, bei denen die analogen Schaltungen durch ein Autopatchingsystem automatisch hergestellt werden. Weiters haben von EAI in den USA angestellte Vergleiche ergeben, daß bei ausgesuchten Real Time Problemen ein Hybridrechner 4mal (gegenüber den größten Digitalrechnern ILLIAC IV) bis über 1000mal (PDP) schneller ist als reine Digitalrechner. Es ist daher zu erwarten, daß die Bedeutung der Hybridrechner besonders bei Wegfallen des eigenhändigen Steckens der Analogschaltungen weiter an Bedeutung gewinnt.

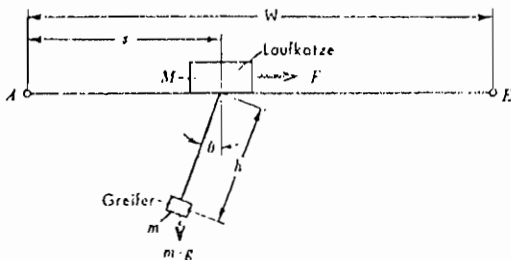
A. BLAUENSTEINER



## BENÜTZERFORUM

### MODELL EINES ERZENTLADERS

F. Breitenecker  
H. Schafhauser  
Institut für Technische Mathematik  
Technische Universität Wien



Bei konstanter Greiferlänge  $h$  und kleinen Winkelausschlägen  $\theta$  genügt die Bewegung des Erzentladers den Differentialgleichungen

$$\ddot{\theta} = -\alpha^2 \dot{\theta} + \beta u$$

$$\frac{1}{h} \ddot{s} = -c\theta + \beta u$$

Die Koeffizienten bedeuten:

- $s$  ... Entfernung der Katze vom Anfangspunkt der Bewegung
- $w$  ... Abstand der Randpunkte der Katzenbewegung
- $h$  ... Pendellänge des Greifers
- $\theta$  ... Winkelausschlag des Greifers
- $F$  ... Antriebskraft der Laufkatze
- $M$  ... Masse der Laufkatze
- $m$  ... Masse des Greifers
- $g$  ... Erdbeschleunigung

$$\beta = \frac{m+M}{m} \quad \omega_0^2 = g/h$$

$$\alpha^2 = \beta \omega_0^2 \quad c = \omega_0^2 m/M$$

$$u = \frac{F}{h(m+M)}$$

Die Anfangswerte für die Differentialgleichungen lauten:

$$\dot{\theta}(0) = \theta(0) = 0$$

$$\dot{s}(0) = s(0) = 0$$

Der Erzentlader soll nun in minimaler Zeit  $T$  vom Anfangspunkt  $A$  über die Distanz  $w$  in den Endpunkt  $E$  gesteuert werden. Dabei muß die Forderung gestellt werden, daß sich der Greifer im Punkt  $E$  in Ruhelage befindet, d.h. es müssen folgende Randbedingungen erfüllt werden:

$$\dot{\theta}(T) = \theta(T) = 0$$

$$s(T) = w \quad \text{und} \quad \dot{s}(T) = 0$$

Als weitere Voraussetzung wird eine Beschränkung der Antriebskraft  $F$  vorgegeben:

$$|F| \leq F_{\max}$$

Daraus folgt eine Beschränkung für die Steuerung  $u$ :

$$|u| \leq u_{\max}$$

Das System zweier Differentialgleichungen zweiter Ordnung wird nun in ein System von vier Differentialgleichungen erster Ordnung umgewandelt:

$$\dot{x}_1 = 0 \quad \dot{x}_2 = \dot{\theta} \quad \dot{x}_3 = s/h \quad \dot{x}_4 = \dot{s}/h$$

Daraus ergibt sich folgendes System:

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = -\alpha^2 x_1 + \beta u$$

$$\dot{x}_3 = x_4$$

$$\dot{x}_4 = -c x_1 + \beta u$$

mit den Endwerten  $x_1(T) = x_2(T) = x_4(T) = 0$

und  $x_3(T) = w/h$

und unveränderten Anfangswerten.

Dieses System von Differentialgleichungen erster Ordnung wird nun durch geeignete Amplituden- und Zeittransformation in ein normiertes System folgender Gestalt übergeführt:

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = -x_1 + v, \quad \dot{x}_3 = x_4, \quad \dot{x}_4 = -\gamma x_1 + v$$

mit

$$\gamma = \frac{m}{M+m} \quad \text{und} \quad v = \frac{F}{F_{\max}} = \frac{u}{u_{\max}}$$

Die Anfangs- und Endwerte bleiben bis auf  $x_3(T)$  unverändert. Dieses System ist für die Verwendung am Hybridrechner wegen der Normiertheit geeigneter.

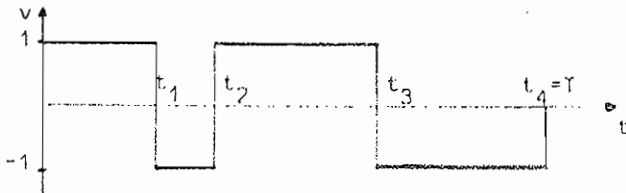
Die Optimierungsaufgabe lautet nun, eine Steuerung  $v$  zu finden, sodaß der Greifer in minimaler Zeit  $T$  von  $A$  nach  $E$  fährt (unter Berücksichtigung der vorgegebenen Randbedingungen).

Diese Optimierungsaufgabe wird nun mit dem Maximumprinzip von Pontrjagin gelöst.

Durch Aufstellen des adjungierten Differentialgleichungssystems und Auswerten der Hamiltonfunktion erhält man sofort, daß die Steuerung  $v$  eine sogenannte BANG-BANG-Steuerung sein muß, die nur die Werte  $+1$  und  $-1$  annimmt. Weiters folgt aus einem Satz, daß eine optimale Steuerung vom BANG-BANG-Typ höchstens  $n-1$  Umschaltstellen von  $+1$  auf  $-1$  oder umgekehrt besitzt, wobei  $n$  die Dimension des Differentialgleichungssystems ist.

Die Umschaltzeitpunkte hängen nun von einer additiven Kombination aus dem adjungierten Differentialgleichungssystem ab. Von diesem System sind die Anfangswerte unbekannt, sie müssen iterativ berechnet werden, um die Endbedingungen des normalen Differentialgleichungssystems zu erfüllen. Zu dieser Iteration wird üblicherweise ein Gradientenverfahren verwendet.

Im folgenden wird jedoch ein anderer Lösungsweg eingeschlagen. Es wird auf die Verwendung des adjungierten Differentialgleichungssystems verzichtet, die Steuerung  $v$  wird mit "Start-Umschaltzeiten"  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_3$  und einem "Start-Endzeitpunkt"  $t_4 = T$  angesetzt; außerdem muß sie am Anfang der Katzenbewegung, d.h. im Intervall  $(0, t_1)$  logischerweise den Wert  $+1$  haben:



Das umformulierte Problem lautet nun:

Die Umschaltzeitpunkte  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_3$  und der Endzeitpunkt  $t_4 = T$  sind so zu wählen, daß die Randbedingungen der Differentialgleichungen  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  und  $x_4$  erfüllt sind.

Da die Lösungen der Differentialgleichungen in den Intervallen  $(0, t_1)$ ,  $(t_1, t_2)$ ,  $(t_2, t_3)$  und  $(t_3, t_4 = T)$  aus Sinus-Cosinus kombinationen bestehen, wobei der Anfangswert in einem Intervall der Endwert des vorigen Intervalls ist, hängen also die Lösungen der Differentialgleichungen an der Stelle  $T = t_4$  von  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_3$  ab.

Es entsteht daher folgendes nichtlineare Gleichungssystem:

$$\begin{aligned} F_1(t_1, t_2, t_3; t_4) &= x_1(t_4) = 0 \\ F_2(t_1, t_2, t_3; t_4) &= x_2(t_4) = 0 \\ F_3(t_1, t_2, t_3; t_4) &= x_3(t_4) = w/h/\text{skal} \\ F_4(t_1, t_2, t_3; t_4) &= x_4(t_4) = 0 \end{aligned}$$

Dieses Gleichungssystem wird nun iterativ mit Hilfe des digitalen Unterprogramms "ZERPO" gelöst.

Funktionsweise von ZERPO: Iterative Lösung eines nichtlinearen Gleichungssystems durch Minimierung der euklidischen Norm. Es wird nicht die analytische Darstellung des Gleichungssystems verwendet, das Programm benötigt nur die jeweiligen Funktionswerte für die "momentane" Lösung.

Die Funktionswerte  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  und  $F_4$  für einen festen Satz von Werten  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  werden durch Lösen der Differentialgleichungen  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  und  $x_4$  und Auslesen zum Zeitpunkt  $t_4$  am Analogrechner gewonnen.

Die Konvergenz dieses Verfahrens, also die Konvergenz des Zeitpunktes  $t_4$  gegen die tatsächliche minimale Zeit  $T$  ist vor allem dann gegeben, wenn als Start-Endzeit eine Zeit gewählt wurde, die unter der errechneten Zeit  $t_4 = T$  liegt. Denn für eine Steuerungszeit unter  $T$  ist das Randwertproblem nicht lösbar.

Die praktische Durchrechnung zeigt, daß auch Startwerte  $t_4$ , die über der minimalen Zeit liegen, normalerweise zum gewünschten Ergebnis führen. Bleibt das Lösen des Gleichungssystems in einem stationären Punkt stecken, so wird ein Fehlerparameter ausgegeben.

In der momentanen Version ist das Programm als Demonstrationsprogramm ausgelegt. Die Iterationsschritte zur Lösung des nichtlinearen Gleichungssystems können am Oszillographen in Form der jeweiligen Lösungen der vier Differentialgleichungen für die Veränderung des Winkels, der Winkelgeschwindigkeit, des Weges und der Geschwindigkeit, die über der Zeit aufgetragen werden, verfolgt werden. Zur besseren Veranschaulichung wird anschließend die Bewegung der Laufkatze mit der optimalen Steuerung simuliert: am Oszillographen können die Fahrt und die Schwingungen der Laufkatze vom Startpunkt bis zur vorgeschriebenen Weglänge beobachtet werden.

Parallel dazu kann diese Bewegung auch mit "manueller" Steuerung simuliert werden. Dazu wird ein Steuerknüppel an den Analogrechner angeschlossen. Der Beobachter kann nun durch Drücken des Steuerknüppels in positive oder negative Richtung eine der erwähnten BANG-BANG-Steuerungen erzeugen und somit versuchen, die Laufkatze vom Startpunkt durch Beschleunigen und Bremsen bis zum Endpunkt zu bringen (im Endpunkt darf der Greifer nicht mehr schwingen!). Praktisch hat sich bei den bisherigen Vorführungen gezeigt, daß nach einiger Übung die Laufkatze zum Endpunkt gebracht werden konnte; Schwingungen des Greifers am Endpunkt konnten allerdings noch von keinem "Kranführer" verhindert werden; die vom Rechner ermittelte minimale Zeit wurde natürlich immer wesentlich überschritten.



ZEITOPTIMALE STEUERUNG EINES ERZENTLADERS

KENNGROSSEN DES ERZENTLADERS:

GRIFFMASSE: 10,000  
 KATZENMASSE: 20,000  
 GRIFFLÄNGE: 3,000  
 MAX. MOTORHAFT: 45,000

WEGLÄNGE (ZIELPUNKT): 4,000

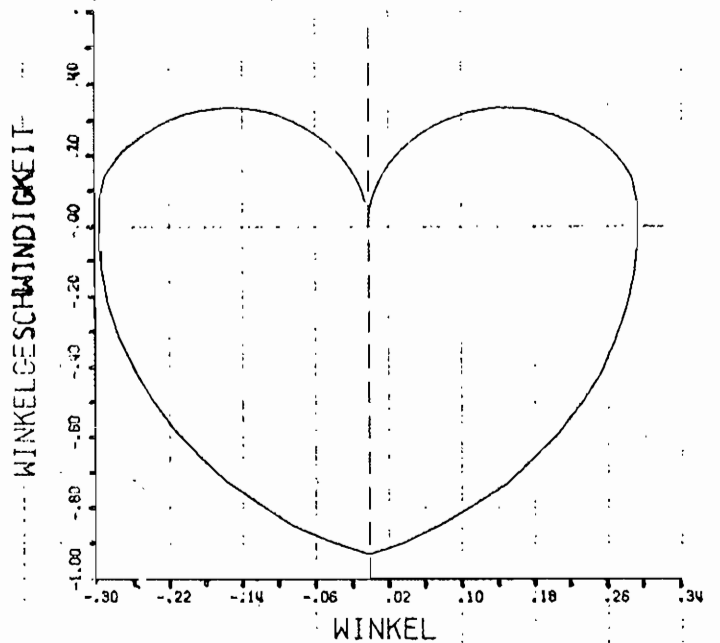
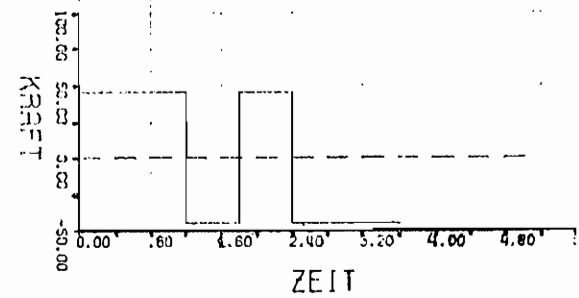
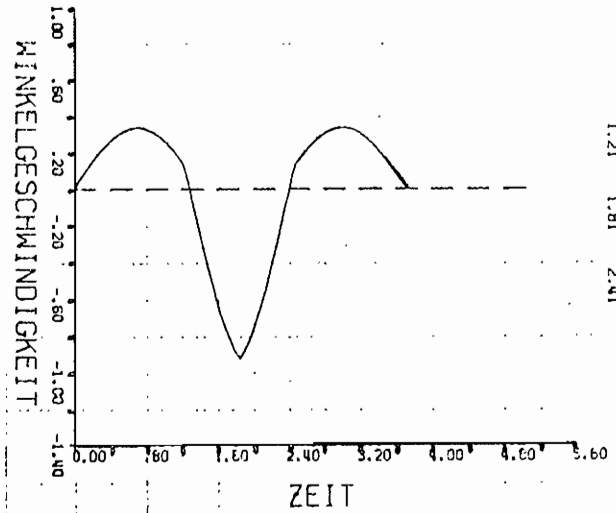
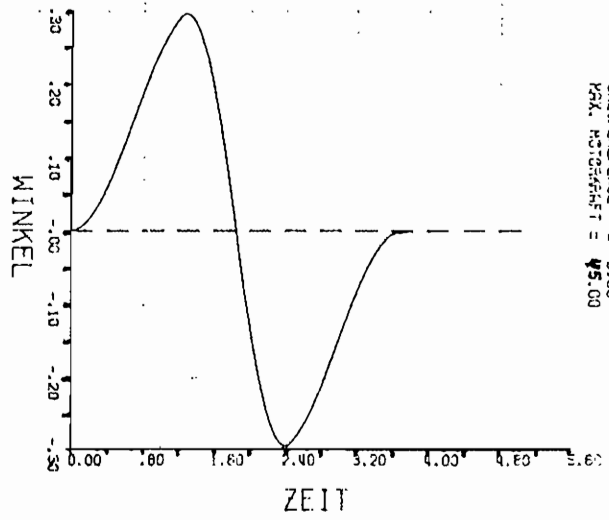
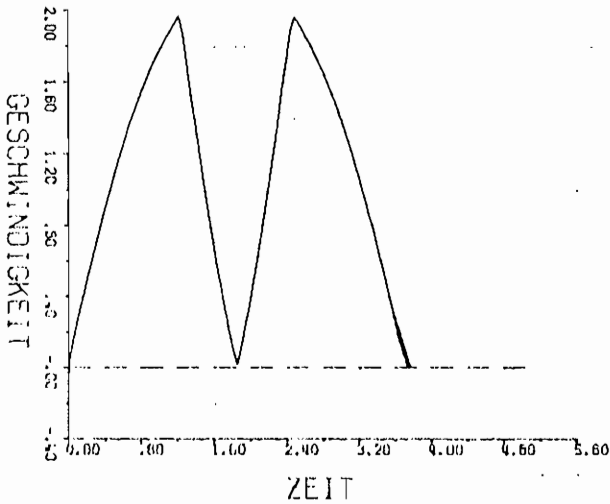
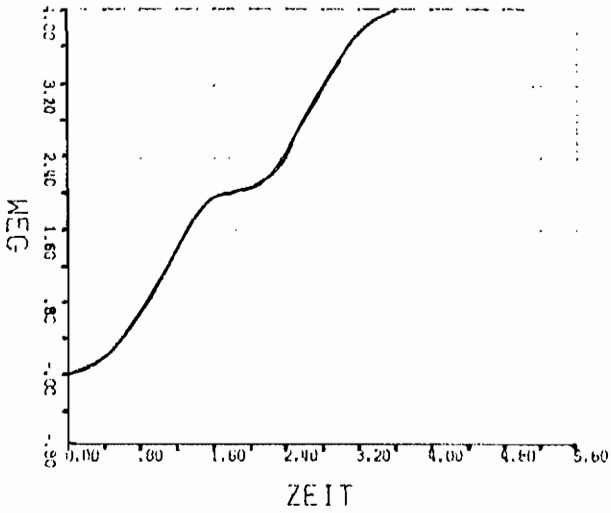
STARTWERTE:

UMSCHALTZEITPUNKT: 1,405 1,942 2,400  
 ZEITDAUER T: 3,894  
 WINKEL ZUR ZEIT T: 0,000  
 WINKELGESCHW. IN T: 0,000  
 WEG ZUR ZEIT T: 0,002  
 GESCHWINDIGKEIT IN T: 1,000  
 ABWEICHUNG VOM ZIELPUNKT: 1,002

LOESUNG:

UMSCHALTZEITPUNKT: 1,208 1,806 2,409  
 ZEITDAUER T: 3,624  
 WINKEL ZUR ZEIT T: 0,000  
 WINKELGESCHW. IN T: 0,001  
 WEG ZUR ZEIT T: 3,090  
 GESCHWINDIGKEIT IN T: 0,002  
 ABWEICHUNG VOM ZIELPUNKT: -0,000

ANZAHL DER FUNKTIONSAUFRUFE: 17  
 FEHLERCODE VON "ZERRO": 0  
 RECHENZEIT IN SEKUNDEN: 1,3



ABWEICHUNG VOM ZIELPUNKT = 0  
 GESCHWINDIGKEIT IN T = 10,00  
 KATZENMASSE = 20,00  
 GRIFFLÄNGE = 3,00  
 MAX. MOTORHAFT = 45,00

WEGLÄNGE = 4,00  
 GES. ZEIT = 3,62  
 UMSCHALTZEITPUNKTE:  
 1,21 1,81 2,41

INTERFACE Oktober 1975