

DATENERFASSUNG AN DELTA 70.

J. Schneider

R. Wunderlich

IPP R/6  
IPP 1/135

September 1973

**MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK**

**GARCHING BEI MÜNCHEN**



# MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

GARCHING BEI MÜNCHEN

September 1973

DATENERFASSUNG AN DELTA 70.

J. Schneider  
R. Wunderlich

Abstract:

IPP R/6  
IPP 1/135

September 1973

Data measured in plasma experiments have to be digitized for processing in computers. A few digitizing methods are discussed. Particular attention is devoted to the design and operation of the DELTA 70 system, with which oscillograms can be digitized. The experience gained with this system is described and further possibilities of extension are mentioned.

*Die nachstehende Arbeit wurde im Rahmen des Vertrages zwischen dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik und der Europäischen Atomgemeinschaft über die Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Plasmaphysik durchgeführt.*

IPP 1/135  
IPP R/6

J. Schneider  
R. Wunderlich

Data Acquisition  
with DELTA 70.

September 1973

Abstract:

Data measured in plasma experiments have to be digitized for processing in computers. A few digitizing methods are discussed. Particular attention is devoted to the design and operation of the DELTA 70 system, with which oscillograms can be digitized. The experience gained with this system is described and further possibilities of extension are touched on.

Man benötigt eine Oszillographen durch Analog-Digital-Wandler (ADC) und speichert die gewonnenen Werte direkt im Computer auf einem peripheren Datenspeicher (Magnetplatte oder -band). Dies hat den Vorteil, daß durch den direkten Anschluß der Vorverstärker der Daten auf den Großrechner übertragen wird das Experiment erfolgreich sein und innerhalb kürzester Zeit Ergebnisse vorliegen. Diese können dann in die folgende Experimente einfließen. Voraussetzung ist allerdings, daß sowohl die ADC's als auch die Übertragungssysteme ADX-Computer die genügende Zeitauflösung haben (bis zu 100 Werte pro Mikrosekunde). Derartige

## EINLEITUNG

Das Datenerfassungssystem DELTA 70 wurde entwickelt, um Daten plasmaphysikalischer Experimente auf Computern so aufbereiten zu können, daß die Gewinnung physikalischer Schlußfolgerungen erleichtert wird. Die überwiegende Anzahl der Experimente in der Plasmaphysik laufen in Zeiten von Mikro- bis Millisekunden ab; speziell bei Hoch-Beta-Experimenten liegen die Zeitskalen noch beträchtlich darunter. Als gebräuchlichstes Meßinstrument für quantitative Messungen werden dort nach wie vor Oscillographen benutzt, die entstehenden Kurven werden meist auf Polaroidbildern festgehalten. Man erreicht so auf einfachste Weise die notwendige Dokumentation. Falls die Meßdaten in einem Rechner weiterverarbeitet werden sollen, ergeben sich gewisse Probleme. Die direkte Digitalisierung ist bei Kurzzeitvorgängen sehr schwierig. Andererseits ist auch die Digitalisierung der Polaroidbilder nicht trivial. Im Folgenden werden einige automatische bzw. halbautomatische Digitalisierungsverfahren diskutiert.

## MÖGLICHKEITEN DER DATENERFASSUNG

1. Direktes Digitalisieren über ADC's und "on-line" Anschluß an den Computer.

Man ersetzt die Oscillographen durch Analog-Digital-Wandler (ADC) und speichert die ankommenden Werte direkt im Computer bzw. auf einem peripheren Zwischenspeicher (Magnetplatte oder -band). Hier hat man den Vorteil, daß durch den on-line Anschluß die Verarbeitung der Daten auf dem Großrechner unmittelbar nach dem Experiment erfolgen kann und innerhalb kürzester Zeit Ergebnisse vorliegen. Diese können dann in das folgende Experiment mit einfließen. Voraussetzung ist allerdings, daß sowohl die ADC's als auch die Übertragungssysteme ADC-Computer die genügende Zeitauflösung haben (bis zu 100 Werte pro Mikrosekunde). Derartige



Geräte sind derzeit noch nicht auf dem Markt. Ein weiterer Nachteil liegt darin, daß dieses Meßsystem zwar alle Signale erfaßt, damit aber auch etwaige Störimpulse oder Rauschen mit registriert werden. Es dürfte schwierig, wenn nicht unmöglich sein, diese Verfälschungen durch geeignete Korrekturen bei der automatischen Verarbeitung der Daten im Computer zu eliminieren.

## 2. Registrierung der Daten mit Speicheroscillograph und Abtasten mit ADC.

Man beläßt als eigentliches Meßgerät den Oscillographen, der hier als Speicheroscillograph ausgeführt ist und die gemessenen Werte eine gewisse Zeit lang speichert. Dies gestattet, die anschließende Abtastung mit einem langsameren ADC durchzuführen. Somit gewinnt man die nötige Zeitauflösung. Auch hier ist durch den on-line Anschluß die sofortige Weiterverarbeitung auf dem Großrechner möglich. Der Nachteil der Registrierung von Störungen bleibt hier erhalten.

## 3. Photographieren der Kurven am Oscillographen und automatisches Abtasten der Kurven mit lichtempfindlicher Zelle.

Hier wird die Datenerfassung in zwei Schritte unterteilt:

Die eigentliche Messung am Experiment erfolgt auf konventionelle Art mit Oscillographen, deren Schirm abphotographiert wird. Ein spezielles Auswertegerät tastet dann mit einer lichtempfindlichen Zelle automatisch die Kurven ab und speichert die Werte digital auf Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetband. Derart aufbereitet werden die Daten sodann im Großrechner weiterverarbeitet. Da man als Zwischenspeicher (und als Dokumentationsmittel) die Photographie benutzt, ist ein on-line Betrieb nicht möglich, man kann lediglich die weitere Zwischenspeicherung auf Lochkarten oder dgl. umgehen, indem man das Auswertegerät an den Großrechner anschließt. Auf jeden

Fall muß man gegenüber den vorher genannten Verfahren längere Auswertezeiten in Kauf nehmen; dafür gewinnt man eine anschauliche Dokumentation (Polaroidbilder). Der Nachteil der Mitregistrierung von Störungen bleibt aber auch hier bestehen, außerdem müssen die Oscillogramme ausreichend belichtet und von guter Qualität sein, damit das Abtastgerät beim Nachfahren der Kurve die Spur nicht verliert.

#### 4. Manuelles Abtasten von Oscillographenbildern.

Punktweises Abtasten der Kurven mit einem Fadenkreuz (OSCAR - Gerät oder dgl.).

Hier wird das am Experiment gewonnene Oscillographenbild auf eine Mattscheibe projiziert; sodann wird die Kurve mit einem Fadenkreuz punktweise abgetastet und die Koordinaten mit Knopfdruck z.B. auf Lochkarten gestanzt. Man hat hier gegenüber allen bisher genannten Verfahren den Vorteil, daß am Oscillogramm vor der Digitalisierung manuelle Korrekturen vorgenommen werden können (z.B. Ausglätten von Multiplier-Rauschen, Elimination von Zeitmarken oder Synchronisationsimpulsen, Störungen aller Art). Dafür ist dieses Verfahren sehr zeitraubend, da man zwei langsame Zwischenspeicher (Oscillogramm und Lochkarte) benutzt, die beide "off-line" sind. Sollte beim Abtasten ein Fehler passieren, muß meist die ganze Kurve wiederholt werden, was weiteren Zeitverlust bedeutet.

#### Abtasten der Oscillogramme am Gerät DELTA 70.

Das Oscillogramm wird auf ein Tableau projiziert; mit einem Stift zeichnet man die Kurve nach, simultan werden die Koordinaten der Kurvenpunkte aufgenommen und auf Magnetband gespeichert. Die Vorteile der manuellen Datenaufbereitung bleiben bestehen (Korrekturen der Oscillogramme), dabei ist der Zeitaufwand erheblich geringer, auch sind Fehler beim Abtasten leicht zu beheben. Der Zeitverlust durch die zweite "off-line"-Speicherung der Daten kann vermieden werden, wenn das System on-line an den



Großrechner angeschlossen würde, das Magnetband als Zwischenspeicher fiele dann weg.

Aus den eben genannten Erwägungen entschieden wir uns, das letztgenannte Datenerfassungssystem DELTA 70 zu entwickeln.

#### AUFBAU UND ARBEITSWEISE DES SYSTEMS.

Das Datenerfassungssystem DELTA 70 besteht aus zwei Hauptgruppen: 1. Das Gerät für die manuelle Abtastung und Digitalisierung. 2. Die Anlage zur Zwischenspeicherung, Anzeige und Aufzeichnung der Werte auf einem IBM-kompatiblen Magnetband.

Das auszuwertende Polaroidphoto wird mit einem Episkop von unten auf eine durchscheinende Kunststoffplatte (Grafacon-Tablet) projiziert. In ihr sind im Abstand von 0.25 mm in X- und Y-Richtung Drähte isoliert voneinander eingebettet. Diese Leiter werden mit zeitlich codierten Impulsfolgen beschickt, so daß an jedem Kreuzungspunkt eine für diesen charakteristische Impulsfolge (Gray Code) auftritt. Mit dem im Stift befindlichen Verstärker wird diese Impulsfolge aufgenommen und in der Digitalisierungseinheit in je ein 10-bit Wort für X- und Y-Koordinate umgesetzt. Die digitalen Werte werden im Kernspeicher eines 16-bit-Prozessrechners (VARIAN 620/i) zwischengespeichert und zur Kontrolle auf einem Bildschirm (Hewlett-Packard) ausgegeben. Dadurch können Fehler beim Abtasten leicht erkannt werden, durch einfaches Wiederholen des Nachzeichnens werden die falschen Werte gelöscht. Zusammen mit Kenngrößen werden die Koordinatenwerte dann auf das IBM-kompatible 9-Spur-Magnetband geschrieben. Die Steuerung des Ablaufs der Erfassung sowie die Eingabe der Kenngrößen erfolgt im Dialogverkehr über eine angeschlossene Konsolschreibmaschine (ASR 33). Die vorhandene Software gestattet daneben auch, ein bereits beschriebenes Band zwecks Kontrolle zu lesen und die aufgezeichneten Daten auf den Bildschirm auszugeben. Eine Übersicht des Systems zeigt Abb. 1.

## ANWENDUNGEN DES SYSTEMS UND ERFAHRUNGEN

Wie bereits oben ausgeführt, dient das System zur Eingabe von in Form von Oscillogrammen gewonnenen physikalischen Meßergebnissen in einen Großrechner (graphischer Input). Natürlich gestattet die Anlage von der Hardware her gesehen auch den umgekehrten Vorgang: Man kann im Großrechner ermitteltes Zahlenmaterial auf Magnetband schreiben und auf dem Bildschirm des Auswertesystems DELTA 70 als Kurven ausgeben (graphischer Output). Als Erweiterung der Hardware wurde eine Filmkamera angebaut, deren Verschuß rechnergesteuert geöffnet bzw. geschlossen wird. Somit hat man die Möglichkeit, zeitlich aufeinanderfolgende graphische Darstellungen über den Bildschirm auszugeben und einen Schmalfilm herzustellen.

Das System ist seit 1971 in der Auswertegruppe einer der experimentellen Abteilungen des IPP im Einsatz. Für die Auswertung einer Kurve mit ca. 500 Koordinatenwerten werden etwa zwei bis drei Minuten benötigt. Damit konnte die gesamte Auswertezeit von der Messung am Experiment bis zum fertigen Rechenergebnis wesentlich verkürzt werden.

## WEITERE AUSBAUMÖGLICHKEITEN

Ein wesentlicher Nachteil der jetzigen Arbeitsweise des Systems ist der off-line Betrieb, d.h. das System arbeitet getrennt vom Großrechner. Dadurch ergeben sich gewisse Wartezeiten zwischen dem Aufzeichnen der Daten auf das Magnetband und der Weiterverarbeitung derselben auf der Großrechenanlage. Als eine der nächsten Ausbaustufen ist daher der on-line Anschluß des Systems an den Großrechner des IPP geplant. Dabei entfällt dann das Magnetband als Zwischenspeicher; die Daten werden nach der Aufnahme im Kernspeicher des Prozessrechners über eine schnelle Datenleitung direkt an den Großrechner übertragen und dort auf Magnetplatte gespeichert. Damit ist gewährleistet, daß die Daten unmittelbar nach Abschluß der Aufzeichnung am System DELTA 70 im Großrechner weiterverarbeitet werden können. Als weitere Modifikation des Systems ist die Möglichkeit ins Auge gefaßt, den Hewlett-Packard



Bildschirm durch einen anderen zu ersetzen, der es gestattet, verschiedenfarbige Kurven aufzuzeichnen. Dies ist für graphischen Output sinnvoll, da auf diese Weise mehrere physikalische Größen in einem Diagramm übersichtlich dargestellt werden können. Die Erstellung eines farbigen Schmalfilmes wäre dann mit den vorhandenen Einrichtungen ebenfalls möglich.

An der Entwicklung dieses Systems war die Firma Wissenschaftliche Datenverarbeitung, Garching bei München, mit der Erstellung der Interface-Elektronik, dem Zusammenbau des Systems und der Entwicklung der Grundsoftware beteiligt. Herr E. Glock entwickelte das Episkop und Herr W. Schneider war bei der Erstellung der Software für den graphischen Output beteiligt.

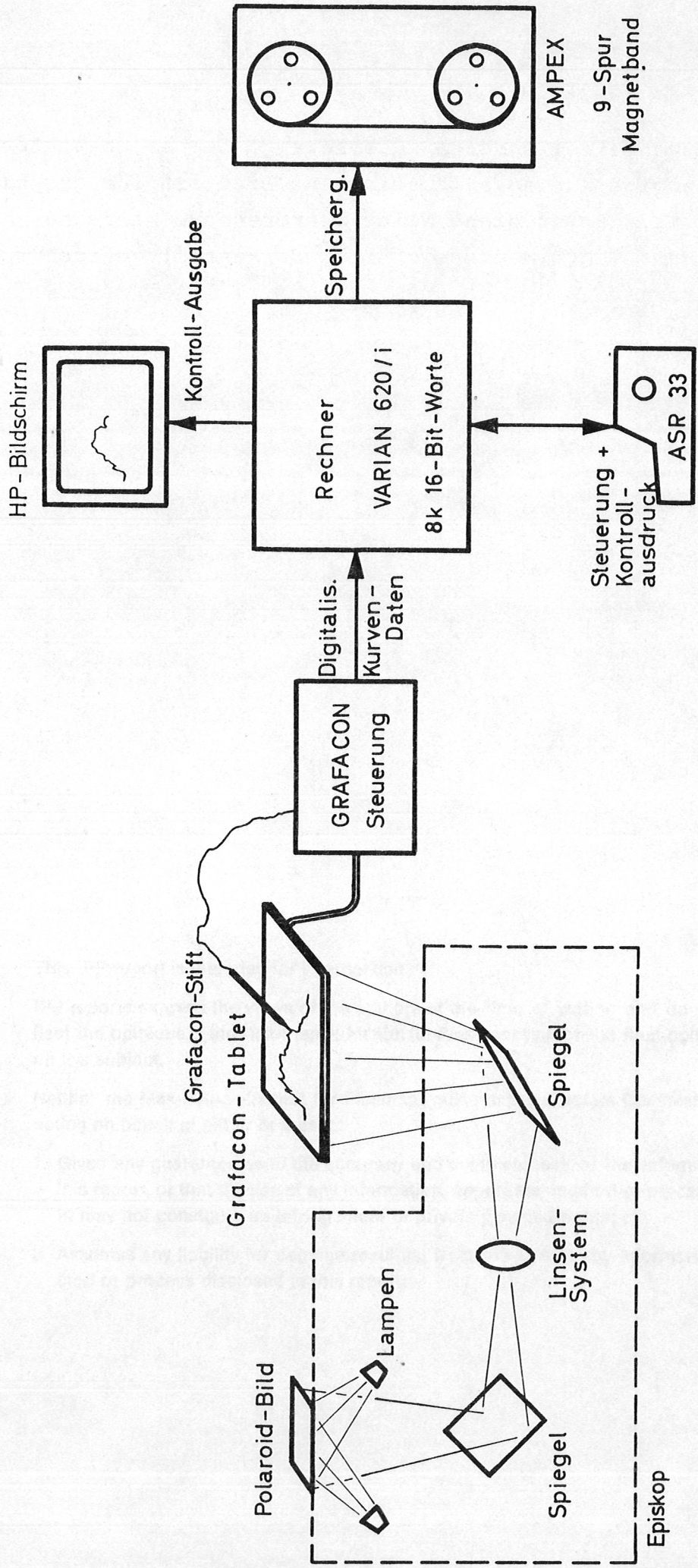


Abb. 1: Datenerfassungssystem DELTA 70.