

Interner Bericht
DESY F1-77/01
März 1977

DESY-Bibliothek
18. APR. 1977

BESSY-Vormeßanlage
für Blaskammer- und Streamerkammerfilme

von

G. Wetjen

BESSY-Vormeßanlage
für Blasenhammer- und Streamerkammerfilme

von
G. Wetjen

Hamburg, 1977

Beschreibung einer Filmmeßanlage mit BESSY-Tischen unter Kontrolle eines NOVA-Rechners: Funktion, Hardware-Komponenten, Verarbeitung der Meßdaten und zugehörige Software.

	Inhaltsverzeichnis	Seite	1. Vorbemerkungen
1.	Vorbemerkungen:	1	
2.	Aufgabe der Anlage	2	Im folgenden wird eine Anlage zur Sichtung und Vormessung von Filmen mit Spuren elementarteilchenphysikalischer Ereignisse beschrieben. Die Meßtische sind vom Typ BESSY, die gesamte Anlage wird von einem NOVA-Prozeßrechner gesteuert.
3.	Hardware der Vormeßanlage	2	
3.1.	BESSY-Vormesstisch	2	
3.1.1.	Meßsystem	5	Die Funktion der Anlage und die wesentlichen Komponenten (Hardware und Software) sind nach dem Stand vom Dezember 1976 beschrieben. Der Zweck des Berichts ist:
3.1.2.	BESSY-Modifikationen	7	
3.1.3.	Mängel und Schwächen	8	
3.2.	Datenstation	8	1.) eine möglichst vollständige Zusammenstellung des relevanten Informationsmaterials für den Benutzer durch:
3.2.1.	Aufbau und Komponenten	9	a) Hinweise auf bereits bestehende Beschreibungen und Dokumentation,
3.2.2.	Datenverbindung mit der Rechenanlage	10	b) Beschreibung neu entwickelter Komponenten und Programme.
3.3.	Rechenanlage	13	2.) Verdeutlichung des Entwicklungskonzepts sowie Hinweise auf mögliche Weiterentwicklungen und deren Grenzen.
3.3.1.	Aufgaben	13	
3.3.2.	Aufbau und Funktion der Komponenten	13	
4.	Datenverarbeitung im Meßbetrieb	17	Entwurf und Bau der Anlage wurden bestimmt durch
4.1.	Eingabe über die Datenstation	17	1.) Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem Betrieb der bereits vorhandenen Vormessanlage (CEPAL-Tische und PDP 8/L-rechner, siehe BWH 73).
4.2.	Format der Ein-/Ausgabe-Daten	18	2.) Ausnutzung neuer technischer Möglichkeiten und Hilfsmittel.
4.3.	Kontrolldisplay	19	3.) Anpassung an veränderte Benutzeranforderungen.
5.	Software des Vormeßsystems	20	
5.1.	Technische Hilfsmittel	20	
5.2.	Meßverwertungsprogramm	21	
5.2.1.	Betriebssystem	21	
5.2.2.	Allgemeine Routineprogramme	22	
5.2.3.	Vormesprogramm	23	
5.3.	Meßdatenpuffer	26	
6.	Erweiterungs- und Anschlußmöglichkeiten	27	
Anhang	A1 Zähler für das Meßsystem	28	
	A2 Recordformat	30	

2. Aufgabe der Anlage

Die BESSY-Vormeßanlage ist für die Voruntersuchung von Filmen mit Blasen- und Streamerkameraaufnahmen am II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg entwickelt worden.

Die Filme enthalten Spuren physikalischer Ereignisse in drei oder vier räumlichen Ansichten. Zur geometrischen Rekonstruktion werden die Spuren durch den Meßautomaten HPD vermessen, der dafür aber einige Vorinformationen benötigt. Zu dem Zweck werden die Filme auf der Vormeßanlage gesichtet und pro Spur einige Punkte "vorgemessen".

An jedem BESSY-Tisch können Filme von 35,50 und 70 mm in 4 Ansichten (Views) von einem Operateur gemustert (Scan) und vorgemessen werden. Ein Kleinrechner überwacht die Messungen und schreibt die Ergebnisse (Scan- und Meßdaten) auf ein Magnetband. Diese Daten ermöglichen schließlich die genaue Vermessung der Filme an der HPD-Anlage (DESY).

3. Die Hardware der Vormeßanlage

Die Abb.1 zeigt den Gesamtaufbau der Anlage und ihre Komponenten:

- 1.) Drei BESSY-Tische mit Meßeinrichtung.
- 2.) Pro Tisch eine Datenstation mit Tastatur und Display; zusätzlich eine Station für die Eingabe von Daten aus Listen.
- 3.) Rechenanlage: NOVA-Prozeßrechner mit Peripheriegeräten und -elektronik.

3.1. BESSY-Vormeßtisch

Die im folgenden beschriebenen Tische sind ursprünglich ausschließlich für 70 mm Filme der großen CERN-Blasenkammer (BEBC)

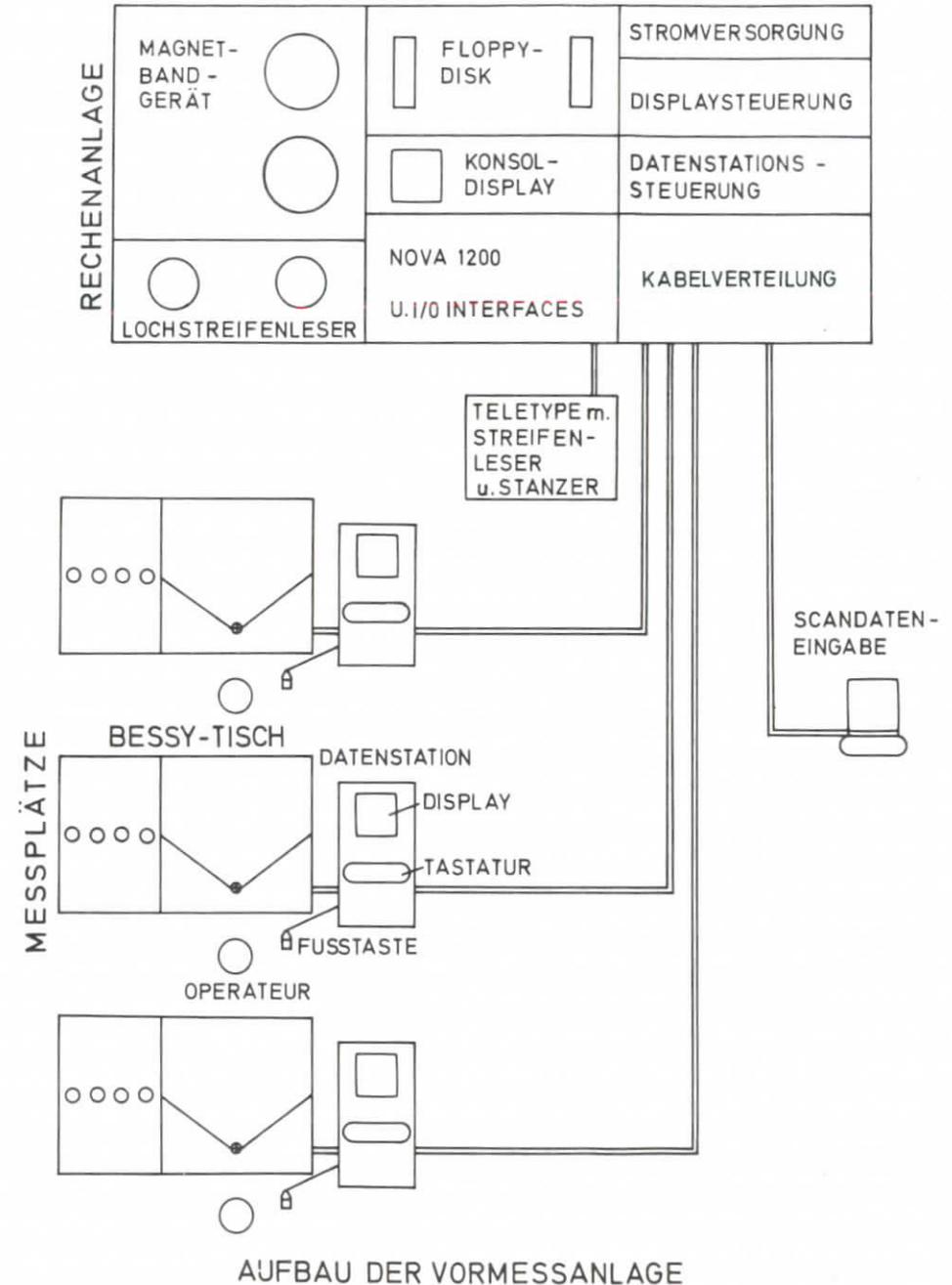


ABB.1

BESSY-TISCH UND PROJEKTIONSWEG

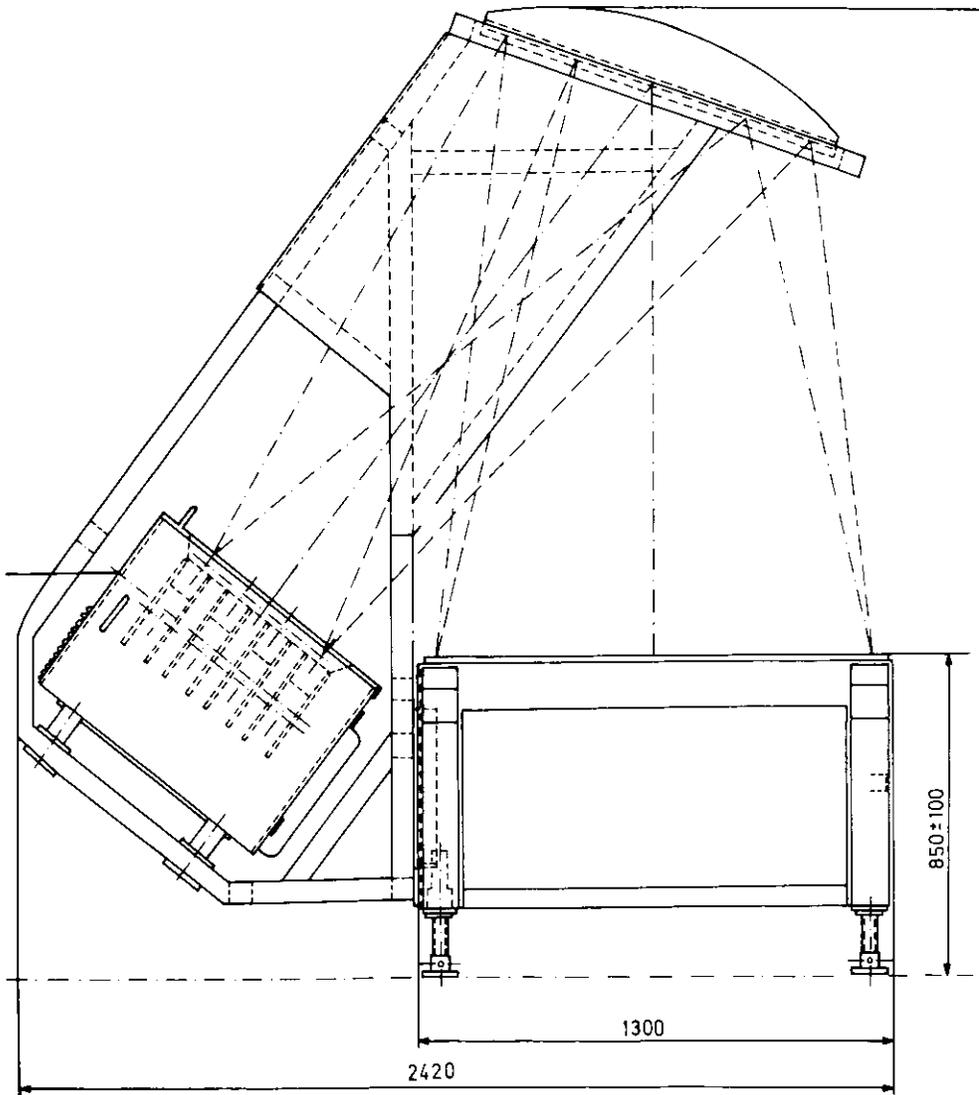


ABB.2

entwickelt worden. Auf der Basis eines CERN-Vertrages (CEP 72) entwickelte die Pariser Firma SFAT einen Projektionstisch unter dem Namen BESSY (BEBC Scanning System, anfangs in erster Begeisterung auch Best European Scanning System genannt). Wegen des relativ günstigen Preises (und der zunächst sehr beschränkten Menge auswertbarer 70 mm Filme) wurden auf Wunsch der Benutzer Modifikationssätze für die Projektion von 35 mm und 50 mm Filmen entwickelt.

Spezifikationen des Projektionssystems:

- 1.) Projektion des Filmbildes (Originalgröße 92 x 70 mm²) auf eine horizontale Tischfläche (1300 x 1600 mm²);
Abbildungsmaßstab 1 : 17 (± 1%).
- 2.) Vier unabhängige Filmtransportsysteme.
- 3.) Vier unabhängige Projektionssysteme mit Objektiven
Schneider D-Claron 1 : 5,6 130 mm.
- 4.) Gesamtverzeichnung in der Bildebene 170 μ
(10 μ in der Filmebene).

Die Abb.2 zeigt den BESSY-Tisch von der Stirnseite und den Projektionsweg. Filmtransport und Objektive befinden sich im schrägen Kasten auf der linken Tischseite. Stromversorgung und Steuerelektronik (Beleuchtung und Filmtransport) sind in einem mobilen Schaltschrank untergebracht. Der Operateur steuert den Filmtransport und wählt den gewünschten View über ein Schaltfeld am Spiegelposten.

3.1.1. Meßsystem

Die Koordinaten-Messung erfolgt in der Tisch(-Bild)-ebene mit Hilfe der Meßeinrichtung "Bidule à Fil" (BaF) (s. Abb.3). Das Bidule - eine flache Scheibe mit Griff und Meßkreuz - hängt an zwei Stahlseilen deren Längenänderung in den seitlichen Klüften über Encoder gemessen werden. Die Garage auf dem Tisch definiert die Ruhelage des Meßsystems.

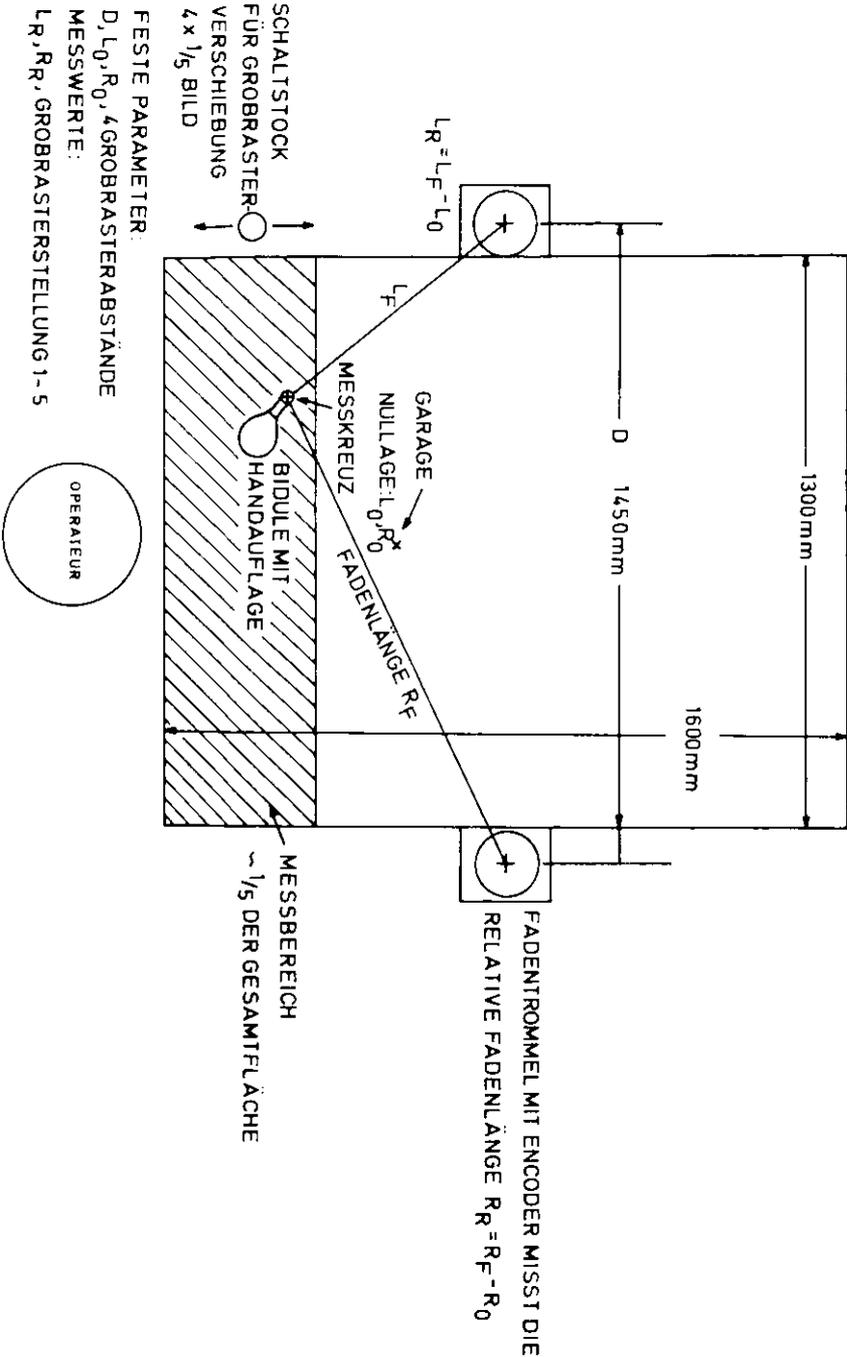
Die Koordinaten eines Punktes werden so im Biradialverfahren gemessen, als Abstände von zwei Bezugspunkten am linken und rechten Tischrand. Beschränkt man sich auf eine Tischhälfte (bezüglich der Verbindungslinie der zwei Bezugspunkte) so lassen sich die absoluten kartesischen Koordinaten auf dem Tisch (und damit die relativen Koordinaten auf dem Film) rekonstruieren, wenn einige feste Parameter bekannt sind (s. auch DRE 77, EGB 74).

Außer dem BaF-System besitzt der BESSY-Projektor eine Schaltvorrichtung zur Verschiebung des Bildes auf dem Tisch (durch Verschiebung des gesamten Objektivwagens, reproduzierbar auf 10μ) in fünf Grobrasterstritten in Längsrichtung des Filmes. Dadurch läßt sich jeweils etwa $1/5$ der gesamten Bildfläche auf einem Streifen von 30 cm am unteren Rand der Tischfläche messen, ohne den Film im Projektor zu transportieren.

Die Messung der relativen Saitenlänge des BaF (d.h. der Längendifferenz Meßpunkt-Referenzpunkt (Garage)) erfolgt durch Aufspulen des Drahtes auf eine Trommel. Die Rotation der Trommel ist mit einem inkrementalen Drehgeber (Encoder, Heidenhain ROD 6) gekoppelt, der über zwei beleuchtete Radialgitter mittels Photodioden zwei phasenverschobene Rechtecksignale liefert (600 pro Umdrehung, 1 Pulsperiode = 400μ Saitenlänge). Jeder Polaritätswechsel eines der Signale (4 mal pro Pulsperiode) entspricht somit 100μ Saitenlänge. D.h. die Auflösung auf dem Tisch ist im günstigsten Fall 0,1 mm (sog. Least Count).

3.1.2. BESSY-Modifikationen

- 1.) Modifikationssätze für 35 mm und 50 mm Filme (Fa. SFAT).
Bei der 35 mm-Version sind die Objektive von 2 der 4 Views so verschoben, daß zwei Views gleichzeitig auf die Tischfläche projiziert werden können. Bei 50 mm-Filmen ist zu beachten, daß die maximale Länge des Filmbildes (92 mm) u.U. nicht die Projektion des gesamten Bildes zuläßt (z.B. CERN 2 m-Blasenkammer).



PROJEKTIONSFLÄCHE UND MESSEINRICHTUNG

ABB. 3

Anmerkung für den Benutzer:

Der Umbau eines Tisches auf ein anderes Format ist ein erheblicher Aufwand, und sollte daher nur bei langfristigen Anwendungen veranlaßt werden (oder durch entsprechende Anreize für unsere überlasteten Techniker).

- 2.) Verbessertes Beleuchtungssystem (Fa. SFA2).
- 3.) Eigene Veränderungen, siehe techn. Unterlagen unseres Labors (KMN 76)
 - a) Windenrestkupplungen für die Spulenachsen.
 - b) Befestigungsgehäuse für Steuerpult.
 - c) Entwicklung eines Plexiglasgriffes für MeF.
 - d) Zahlreiche (!) Verbesserungen der Steuerelektronik.
 - e) Veränderung des Filmtransports für Modifikationsätze.

3.1.3. Mängel und Schwächen von BASSY

- 1.) Alle unter 3.1.2.) angeführten eigenen Veränderungen hatten entsprechende Schwierigkeiten und Fehler der BASSY-Tische zum Anlaß.
- 2.) Reparaturanfälligkeit der Meßeinrichtung (MeF).
- 3.) Erhebliche und fortwährende Justierprobleme beim Filmtransport für 35 mm und 50 mm.
- 4.) Sehr langsamer Filmtransport.

3.2. Datenstation

An jedem Messtisch verfügt der Operateur über eine Datenstation, die den Meßplatz mit dem Rechner verbindet. Sie dient zur Dateneingabe durch den Operateur und zur Übermittlung aller Signal- und Daten zwischen Meßplatz und Rechner:

- 1.) Scandaten und Steuersignale vom Operateur.
- 2.) Tischparameter.
- 3.) Encodersignale der MeF.
- 4.) Kontrollinformation vom Rechner für den Operateur (Stand der Messung, Fehlermeldungen)

Die Datenstationen wurden in unserem Labor unter Berücksichtigung der folgenden Gesichtspunkte entwickelt und gebaut:

- 1.) Mechanik:
 - möglichst wenig mechanisch bewegliche Bauteile (reparaturanfällig),
 - Verwendung von standardisierten Geräten und Bauteilen,
 - modularer und variabler Aufbau,
- 2.) Elektronik:
 - Verwendung vorhandener und käuflicher Geräte und Bauteile,
 - modulares Einschussystem,
 - Verlagerung der Datenspeicherung um die Umgebung des Rechners (Datenstation-Steuerung, s. Kap. 3.3.2.4.) d.h.
 - Speicherung des Zeichencodes und Verarbeitung der Encoder-Signale erfolgt für alle Tische an zentraler Stelle in der Rechnerparapherie.

3.2.4. Aufbau und Komponenten

(techn. Unterlagen: s. interne Labor-Dokumentation, KMN 76)

Der mechanische Aufbau einer Datenstation besteht aus einem 2-farbigen 19"-Schrank (Halbbau) mit teilweise teleskop-ausziehbaren Einbauten. Die Anordnung der Bedienelemente läßt sich ohne großen Aufwand veränderten Anforderungen anpassen.

Komponenten:

- Display: Schwanke Dyr 10,
- 2x Kontrollinformation,

Tastatur: Honeywell Typ „PM1“, für die die die Daten durch den Computer,

Funktaste: Auslösen eines Messwertes durch den Computer und Übertragung der Tischparameter,

Elektronik-einschub: Europac-Format, enthält neben der Stromversorgung (auch für die Tisch-Encoder) noch eine Wire-Wrap-Karte mit folgenden Funktionen:

- 1.) Ansteuerung der Datenleitungen inkl. Multiplexer für Daten von Tastatur und Meßtisch,
- 2.) Stabilisierung der Encodersignale,
- 3.) lokale Hardware-Kontrollfunktionen.

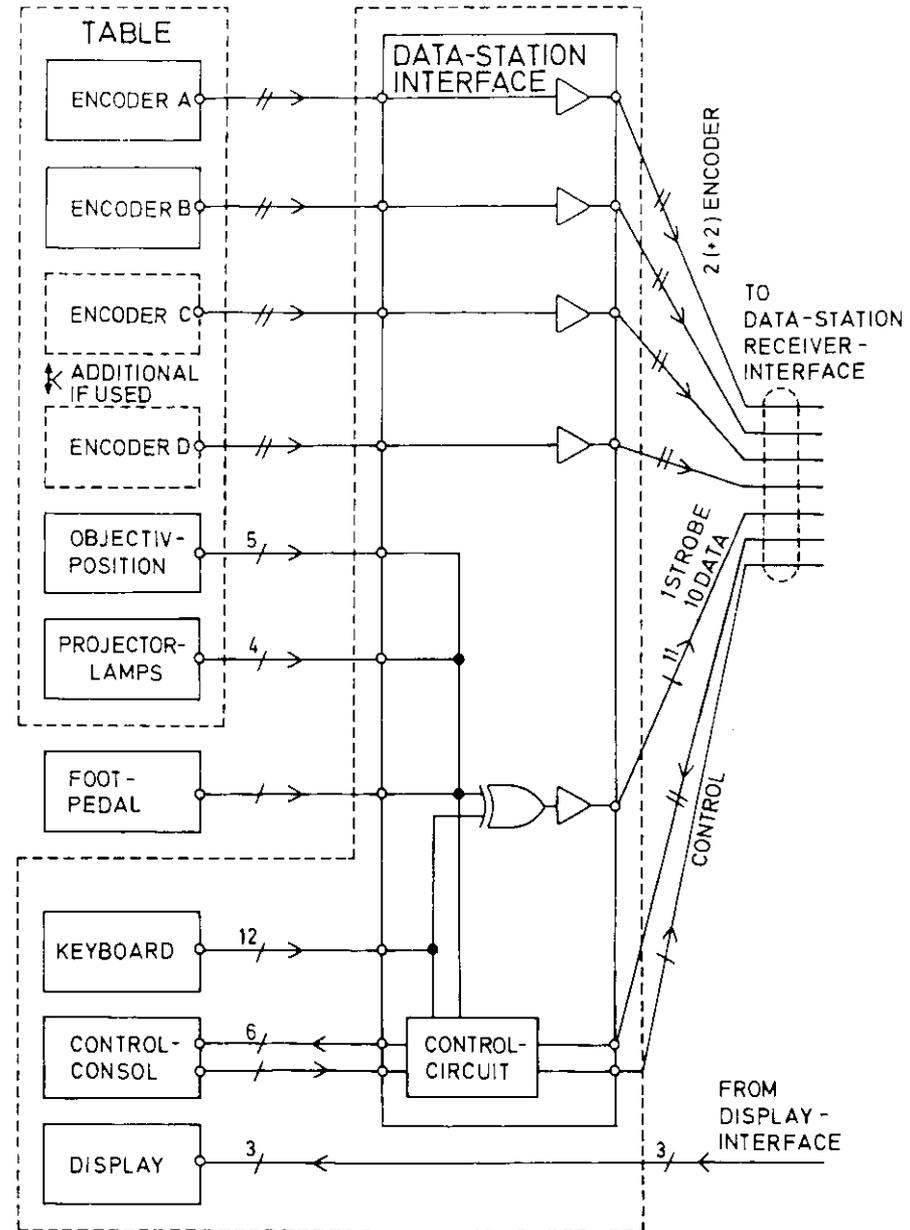
3.2.2. Datenverbindung mit der Rechenanlage (siehe Abb.4, Abb.5)

- 1.) 2 x 2 Encoder-Signale vom Meßtisch (über Datenstation),
- 2.) 10 bit Datenleitungen und Strobesignal für zwei verschiedene Datenquellen alternativ benutzt
 - a) Zeichencode von Tastatur 8 bit-ASCII (inkl. Parität) und 2 bit für Erweiterungen,
 - b) Meßtischparameter: 4 bit Projektor-View
5 bit Grobrasterstellung.

Das Multiplexen beider Datenquellen erfolgt automatisch durch die Datenstations-Elektronik. Beide Datentypen benutzen die gleiche Hardware bis zum Rechner. Die Datenquellen zu erkennen ist Aufgabe des Vormessprogramms (Software).

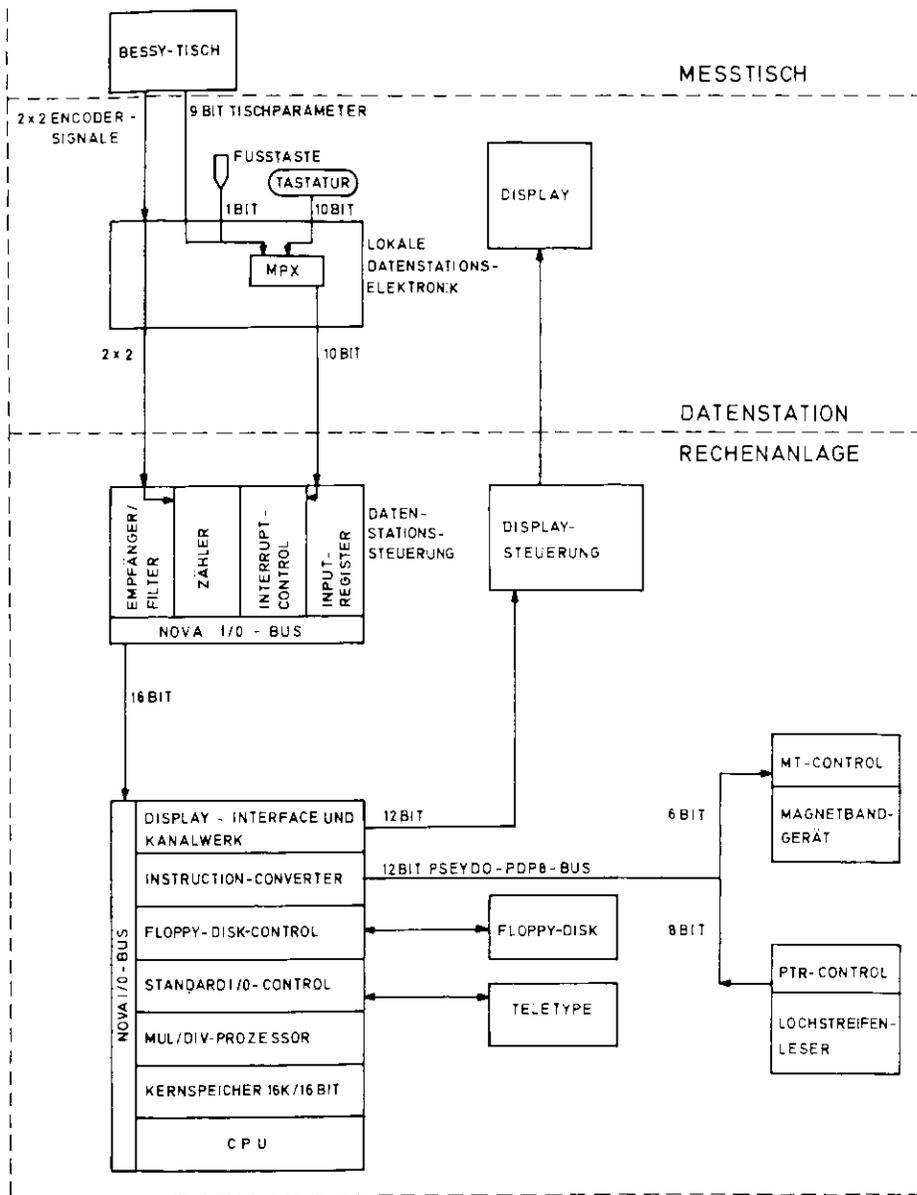
- 3.) 3 Signalleitungen für die Ansteuerung des Displays.

Weitere Details über Funktion und Bedienung der Datenstation siehe BESSY-MEMO 76/1 (WET 76/1).



DATA-STATION BLOCK-DIAGRAM

ABB.4



BLOCKSCHALTBILD: RECHENANLAGE UND DATENFLUSS
(OHNE STEUERLEITUNGEN)

ABB.5

3.3. Rechenanlage

3.3.1. Aufgaben

Während des Meßbetriebes hat die Rechenanlage die Aufgabe der Annahme, Aufbereitung und Ausgabe aller Daten und der Kontrolle des Ablaufs der Messungen an den einzelnen Tischen. Dazu kommen noch spezielle Steuerfunktionen auf Anforderung des Operators an der zentralen Rechner-Konsole (Teletype und Hand-Display).

Außerhalb des Meßbetriebes dient die Anlage der Programmentwicklung (siehe Software 3.1.).

3.3.2. Aufbau und Funktion der Komponenten.

Die Abb.5 zeigt ein Blockschaltbild der Anlage sowie die Datenverbindungen.

3.3.2.1. Rechner

NOVA 1200/JUNIPAC (160 K)

10 K-Kernspeicher (erweiterbar bis max. 32 K)

10 bit je Speicherwort, 4 allgemeine Register
Sehlfähigkeit 1,0 - 1,5 µs.

Der Rechner steuert den gesamten Datenverkehr mit den Peripheriegeräten.

1.) entweder

über den allgemeinen externen I/O-Bus

2.) oder

über die spezielle I/O-Interface Platine innerhalb der NOVA-Station 6 und eigene Kabel vom Rechner zum Gerät.

3.3.2.2. Teletype

AGK 33 mit Lochstreifen-Leser/Stanzler

8 bit ASCII-Code, max. 10 Zeichen/sec

Rechneranschluß über Standard I/O Platine (BGC 72)

Funktion: Basis-I/O-Gerät für alle Software-Arbeiten, zentrale Konsole im Meßbetrieb

3.3.2.3. Display-Steuerung

Eigenentwicklung (HUE 70)

Zeichengenerator für 6 bit ASCII

Darstellungszeit 60 - 70 μ s pro Zeichen

Rechneranschluß über I/O-Platine (WET 74) mit Datenkanalwerk

Funktion: Steuerung von max. 16 Displays
Zeichendarstellung durch Zeichengenerator
Einzelpunkterzeugung möglich

Die Übertragung der Zeichencodes und Ansteuerung der Display-Elektronik erfolgt entweder einzeln durch das NOVA-Programm (progr. Transfer) oder in Blöcken durch das Datenkanalwerk (näheres siehe WET 74). Die verwendeten Display-Schirme (Tektronix, Typ 604) erfordern eine ständige Wiederholung (Refresh) der Zeichendarstellung (min. 25 Hz). Bei einer mittleren Darstellungszeit von 60 - 70 μ s/Zeichen ist bei einer Wiederholfrequenz von 25 Hz die Zeichenzahl auf 600 beschränkt.

Zur Zeit ist die Anlage auf 4 Datenstations-Displays plus 1 Konsol-Display ausgelegt. Pro Schirm sind 80 - 90 Zeichen darzustellen; daraus ergibt sich bei vollem Betrieb eine maximale Wiederholfrequenz von etwa 30 Hz (ohne Berücksichtigung softwarebedingter Wartezeiten).

Die 16, 16-bit Erweiterung der Anlage auf mehr als sechs Displays erfolgt über eine eigene unabhängige Display-Steuerung.

3.3.2.4. Datenstation-Steuerung

Eigenentwicklung (siehe interne Labordokumentation, KKN 76) in Zusammenarbeit mit der LESY-Gruppe R2, DEC-Panel mit Elektronikarten im DEC-Format:

- 1.) Input-Register für 10 bit Daten
3 Register pro Karte (DESY/R2)
- 2.) Interrupt-Control für Rechner-Interrupts von der Datenstation
16 Inter. Contr. pro Karte (DESY/R2)
- 3.) 16 bit Koordinaten-Zähler für Encodersignale der "Bidule à Fil"
(siehe Anhang)
16 Zähler pro Karte
- 4.) 2 Filterkarten, Signalempfänger/-puffer für Zähler 3.)
3 Kanäle pro Karte
Rechneranschluß über externen I/O-Bus
Funktion: Annahme der Daten und Signale von der Datenstation, Speicherung und Weitergabe an den Rechner.

In der o.a. Konfiguration können 8 Meßtische angeschlossen werden. Eine Erweiterung ist durch hinzufügen gleichartiger Karten ohne weiteres möglich.

3.3.2.5. Magnetbandgerät und Steuereinheit

Kennedy 1500-R/Incremental

7 Spuren (6 bit und Parität)

Schreibdichte 200 bpi, 4 ms pro 7 bit-Wort

Bandgerätsteuerung: Eigenentwicklung (HEL 74)
 Rechneranschluß über I/O Interface "Instruction Converter" (HEL 74), s. Bemerkung zu 6.
 Funktion: Aufzeichnung der Meßdaten in Form von Meßrecords (s. Anhang).

Alle bisher genannten Komponenten werden während des Meßbetriebes benötigt. Für Tests und Programmentwicklung außerhalb des Meßbetriebes sowie zum Laden der Vormeßprogramme stehen ein schneller Streifenleser und eine Floppy-Disk zur Verfügung:

3.3.2.6. Schneller Lochstreifenleser (PTR) und Steuereinheit

PTR Typ Slo-Syn 6TRP125
 Lesegeschwindigkeit: 125 Zeichen (8 bit)/sec
 PTR-Steuereinheit: Eigenentwicklung (HEL 74)
 Rechneranschluß über I/O-Interface "Instruction Converter".

Bemerkung: Der Instruction Converter (IC) wurde entwickelt, um eine Austauschbarkeit der Peripheriegeräte zu erreichen zwischen der neuen Anlage (BESSY/NOVA-Rechner) und der alten Anlage (CEPAL/PDP 8-Rechner). Der IC convertiert NOVA I/O-Signale auf PDP 8-Standard. Die über den IC betriebenen Geräte der NOVA-Anlage werden genauso angesteuert wie an einer PDP 8. Dieses Hardware-Konzept hat allerdings einen höheren Programmier-Aufwand zur Folge. Außerdem werden die vom IC-betriebenen Geräte nicht von der NOVA-Standard-Software unterstützt.

3.3.2.7. Floppy-Disk

XEBEC-XFD 200
 2 Laufwerke
 beliebig auswechselbare Platten (Disketten)

131072 16 bit-Worte pro Diskette
 Transferrate: 16500 Worte pro sec
 Software unterstützt durch XDOS-Betriebssystem und durch entsprechend modifizierte NOVA-Standard-Software (Assembler, Editor etc.)

4. Datenverarbeitung im Meßbetrieb

4.1. Eingabe über die Datenstation

Aus der Sicht des Benutzers ergibt sich folgende logische Einteilung der Scan- und Meßdaten:

- 1.) Scandaten (Bildnummer usw)
- 2.) Steuerzeichen (Scan, Mess, Fehler, lokale Datenmanipulation)
- 3.) Tischparameter (View, Grobrasterstellung)
- 4.) Koordinaten der Meßpunkte auf dem Tisch.

Diese Daten müssen auf Anforderung des Operateurs in geeigneter Weise verarbeitet und auf Magnetband gespeichert werden. Auf dem Display werden die aktuellen Daten angezeigt und der Fortgang der Messung protokolliert.

Die Scandaten werden zeichenweise über die Tastatur eingegeben. Sie sind entsprechend ihrer logischen Einteilung (Bildnummer, Datum usw.) in Blöcke von 2 - 6 Zeichen gegliedert. Das erste Zeichen jedes Blocks ist sein Kennbuchstabe, die folgenden Zeichen enthalten die eingegebenen Scandaten. Bei der Eingabe wird der gewünschte Block mit seinem Kennbuchstaben über die Tastatur ausgewählt und anschließend der Inhalt eingegeben.

Die Steuerzeichen sind bestimmte Tastaturzeichen, bzw. beim Steuerzeichen "Mess" ausgelöst über die Fußtaste, durch die der Operateur bestimmte umfangreiche Datenmanipulationen durch den Rechner veranlaßt.

Besondere Bedeutung haben dabei die Steuerzeichen "Scan, Mess, Fehler". Durch sie erfolgt die Ausgabe der Daten auf das Magnetband in Form eines Records. Bei "Mess" werden außerdem die Tischparameter und Koordinaten vom Rechner gelesen und verarbeitet.

4.2. Format der Ein/Ausgabe-Daten

Aus der Sicht des Rechners bzw. Programmierers ergibt sich folgende Struktur der I/O-Daten:

- 1.) von mehreren gleichberechtigten Datenstationen erfolgt sequentielle Eingabe von 10-bit Worten in beliebiger Reihenfolge, deren Software-Behandlung sich aus der Codierung ergibt:
 - a) bei Tastaturzeichen (inkl. Steuerzeichen außer "Mess"): 8 bit ASCII;
 - b) bei Steuerzeichen "Mess": 10 bit-Messcode und Tischparameter.
- 2.) pro Tisch 2 x 16 bit-Koordinaten die auf Anforderung vom Rechner gelesen werden.
- 3.) Ausgabe der Daten auf Magnetband auf Anforderung durch Steuerzeichen (Scan, Mess, Fehler).
Alle Ausgabe-Records haben einheitliches, festes Format (siehe Anhang):
61 Zeichen zu 6 bit(+ Parität) im IBM-5-CODE.

Dieses Format ist einzig aus Gründen der Kompatibilität mit den Daten der bisherigen (und weiter betriebenen) Vor-meßanlage gewählt worden. Wegen der starren Länge enthält ein Record in der Regel mehr als 50% redundante Information. Das führt jedoch nicht zu Engpässen; auch bei vollem Meßbetrieb reicht die maximale Übertragungsrate von 4 Records/sec aus (1 Wort $\hat{=}$ 4 ms d.i. 250 ms/Record).

4.3. Kontrolldisplay

Der in der Datenstation enthaltene Display gibt dem Operateur laufend Information über eingegebene Daten, Stand der Messung und etwaige Fehler. Die Auswahl und Anordnung der dargestellten Information geschieht unter folgenden Gesichtspunkten:

- 1.) Jedes vom Operateur dem Rechner übermittelte Signal oder Zeichen wird umgehend per Display quittiert; d.h. der Operateur kann jederzeit kontrollieren ob ein einzelner Tastendruck zum beabsichtigten Ergebnis führt.
- 2.) Die gesamten aktuellen Scandaten eines Meßplatzes sind auf einem Display-Bild verfügbar.
- 3.) Eine Übersicht über den Stand der Messung in allen vier Views (Anzahl der gemessenen Punkte und zugehöriges Label) ist auf einem anderen Display-Bild angegeben (alternativ zu 2)).
- 4.) Die Koordinaten werden auf Anforderung des Operateurs sowie automatisch bei jedem Meßpunkt dezimal dargestellt.
- 5.) Die Eingabe und Änderung der Scandaten erfolgt zeichenweise über eine EDIT-Zeile mit Zeiger (Cursor) der auf das jeweils zu ändernde Zeichen zeigt. Dabei werden nur solche Zeichen akzeptiert die für den jeweiligen Block erlaubt sind (z.B. Bildnummer: Ziffern 0 - 9, Label: 0 - 9, A-Z).

Der Display ist das wichtigste Kontrollinstrument des Operateurs, daraus ergibt sich die große Menge darzustellender Information. Sie ist auf zwei alternativ anwählbaren Display-Bildern untergebracht; das ergibt pro Schirm etwa 80 - 90 Zeichen (inkl. Leerzeichen und Zeilenvorschub). Eine Vergrößerung der Zeichenzahl pro Display-Bild würde das Bild unübersichtlich machen und eine geringere Zeichengröße voraussetzen, was bei einer Zeichengröße von 6 x 5 mm² kaum zumutbar erscheint. Allerdings ließe sich die Gesamtzeichenzahl durch ein weiteres alternatives Display-Bild erweitern.

5. Die Software des Vormeßsystems

Dieses Kapitel soll dem Benutzer ermöglichen, das bestehende Vormeßprogramm zu verändern und weiterzuentwickeln. Daher sind in den folgenden Abschnitten auch wesentliche Details ausführlicher beschrieben, sofern darüber keinerlei andere Dokumentation besteht.

5.1. Technische Hilfsmittel der Programmentwicklung

Alle Programme sind in der NOVA-Assemblersprache geschrieben. Für die Übersetzung in Maschinenbefehle (16 bit Objektcode) gibt es zwei Wege:

5.1.1. Auf der NOVA ermöglichen die Standard-Programme (Assembler, Editor) die Erstellung von lesbaren Programmen im Objektcode aus Quellprogrammen in Assemblersprache. Insbesondere durch die Floppy-Disk (XEBEC-XFD 200) und das zugehörige XDCS-Betriebssystem ist Lesen und Speichern der zugehörigen Datenmenge sowie das Laden der Übersetzerprogramme einigermaßen handlich geworden. Dennoch bleiben drei Schwierigkeiten:

- 1.) Die Eingabe und alle Änderungen des Quellen-Programms erfolgt über die (relativ langsame) Teletype.
- 2.) Das Drucken von längeren Listen auf der Teletype dauert endlos lange. Außerdem ermöglicht das Format (72 Zeichen pro Zeile) keine übersichtliche leicht lesbare Programmliste.
- 3.) Der NOVA-Assembler liefert keine Cross-Reference-Liste (Übersicht über die im Quellenprogramm verwendeten Symbole).

Daher ist dieser Weg nur für kleine Programme bzw. Änderungen empfehlenswert.

5.1.2. Alle größeren Programme werden in folgender Weise bearbeitet:

- 1.) Quellenprogramme auf Lochkarten.
- 2.) Übersetzung an der IBM-Großrechenanlage (DESY) durch den NOVA-IBM-Assembler (DGC 72).
Output: Übersichtliche Programmliste und Cross-Reference-List sowie Objektcode auf gestanzten Karten.
- 3.) Konversion des Karten-Codes in Lochstreifen nach NOVA-Standard mit PDP 15 (DESY/Gruppe R2, Konversionsprogramm: BWH 74)

Diese aufwendige Prozedur erfordert einen Spaziergang über das gesamte DESY-Gelände und empfiehlt sich daher nur bei längeren Programmen.

5.2. Meßverwaltungsprogramm (WET 76/2)

In der beschriebenen Anlage hat der Rechner die Aufgabe der Prozeßkontrolle (Real-Zeit-Betrieb), d.h. Rechneraktionen werden erforderlich durch asynchrone Anforderungen von Geräten der Rechnerperipherie sowie der Meßtisch-Datenstationen (hier ausgelöst durch den Operator). Das dazu entwickelte Meßverwaltungsprogramm besteht aus drei Teilen: Betriebssystem, allgemeine Benutzerprogramme und (das eigentliche) Vormeßprogramm.

5.2.1. Betriebssystem

Der Begriff Betriebssystem bezeichnet einen zusammenhängenden Satz von Programmen zur Verwaltung konkurrierender Aufgaben und Anforderungen an den Rechner. In unserem Fall handelt es sich um ein sog. Multi-Tasking-System (siehe dazu auch RAU 71). Dazu die Erläuterung einiger im weiteren verwendeten Begriffe: Eine Task ist eine Aufgabe für die Zentraleinheit (CPU) des Rechners.

Interrupt bedeutet die Unterbrechung des in der CPU laufenden Programms durch ein Peripheriegerät zur Sofortbehandlung der Geräteforderung.

Ein Ereignis ist das Eintreten einer bestimmten definierten Situation einer Task oder eines Gerätes, das den Zustand einer (anderen) Task beeinflusst.

Kontrollblöcke sind formatierte Datenbereiche die speziellen Funktionen zugeordnet sind. Beispielsweise hat jede Task, jedes Ereignis, jedes interruptfähige Gerät einen Kontrollblock.

Kennzeichnend für Multitasking ist die Ordnung der Tasks nach Prioritäten und die dementsprechende Zuteilung der CPU, sowie die Möglichkeit, Tasks auf Ereignisse warten zu lassen. Die Tasks sind i.a. durch Interrupts unterbrechbar. Das Betriebssystem organisiert die Fortsetzbarkeit der unterbrochenen Task und leitet die Interrupt-Sofortbehandlung (nicht unterbrechbar) ein.

Das für die Vormeßanlage benutzte Betriebssystem gleicht im wesentlichen dem der CEFAL-Vor-meßanlage (BWH 73). Hinzugefügt wurde die Behandlung der Datenstations-Interrupts; in diesem Zusammenhang wurde die Identifizierung aller Interrupts durch "Interrupt Acknowledge" (direkte Adresserkennung nach festgelegter Hardwarepriorität) eingefügt.

5.2.2. Allgemeine Benutzerprogramme

Dieser Teil enthält verschiedenartige Programme zur Unterstützung der Datenbehandlung und Programmentwicklung: Konversionsroutinen, Systemfunktionen, formatierte Teletype-Eingabe, Synchronisation durch Hardware-Uhr, Display-Steuerung.

Im Vergleich zur CEFAL-Anlage wurde die Display-Steuerung wesentlich verändert:

Wie schon beschrieben (WET 74) führt ständige programmierte Wiederholung der Zeichendarstellung bei der erforderlichen Zeichenmenge (~ 450) zu erheblichen Engpässen.

Bei Verwendung des Hardware-Datenkanalwerks, das die Darstellung der Einzelzeichen steuert, hat der Rechner nur die Aufgabe der Initialisierung des Kanalwerks für einen ganzen Block von Displayzeichen sowie der abschließenden Interruptbehandlung. Voraussetzung dafür ist allerdings eine entsprechende Struktur der Datenblöcke. Die Aufbereitung der Daten und Steuerung des Kanalwerks geschieht in einer speziellen Task mittlerer Priorität. Die Nulltask (Task mit niedrigster Priorität, bisher mit der programmierten Display-Zeichen-Steuerung beschäftigt) ist nun frei, um bei entsprechenden Benutzerwünschen zusätzliche Aufgaben zur Vor-meßkontrolle zu bearbeiten.

5.2.3. Vor-meßprogramm

Die Verarbeitung der Meßdaten durch den Rechner gliedert sich logisch und zeitlich in drei Abschnitte:

- 1.) Übernahme und Sofortbehandlung der Daten von zur Zeit vier gleichberechtigten Meßtisch-Datenstationen.
- 2.) Verarbeitung der Daten: Speicherung im Display-Puffer, Kontrollinformation über Stand der Messung, ggf. Zusammenstellung eines Output-Records.
- 3.) Ausgabe von Meßrecords auf Magnetband und Konsol-Display, sowie deren Bestätigung auf dem Meßtischdisplay.

Diese drei Schritte sind in aufsteigender Ordnung von der Beendigung des jeweils vorhergehenden abhängig, müssen aber nicht unbedingt synchron ablaufen; d.h. auch wenn die Bearbeitung vorhergehender Eingabedaten noch nicht abgeschlossen ist, können weitere Daten eingegeben werden. Das ist insbesondere bei der relativ lange (250 ms) dauernden Recordausgabe von Vorteil.

Der asynchrone Ablauf wird realisiert durch drei getrennte Programmteile unter Kontrolle des Betriebssystems. Die Kommunikation zwischen den Teilen erfolgt über Ereignisse und Wartelisten: (siehe auch Abb.6)

Zu 1.)

In der Interrupt-Behandlung wird die Adresse identifiziert und das 10-bit Datenwort gelesen. Über eine Liste wird die dem Code entsprechende Sofortbehandlungsroutine ausgeführt. Sind darüber hinaus länger dauernde Aktionen erforderlich, wird dies in eine Input-Warteliste eingetragen, in der bis zu acht derartige Anforderungen gespeichert werden können. Dieser Teil erfolgt bei "Interrupt off" und dementsprechend auf höherer Priorität als jede Task.

Zu 2.)

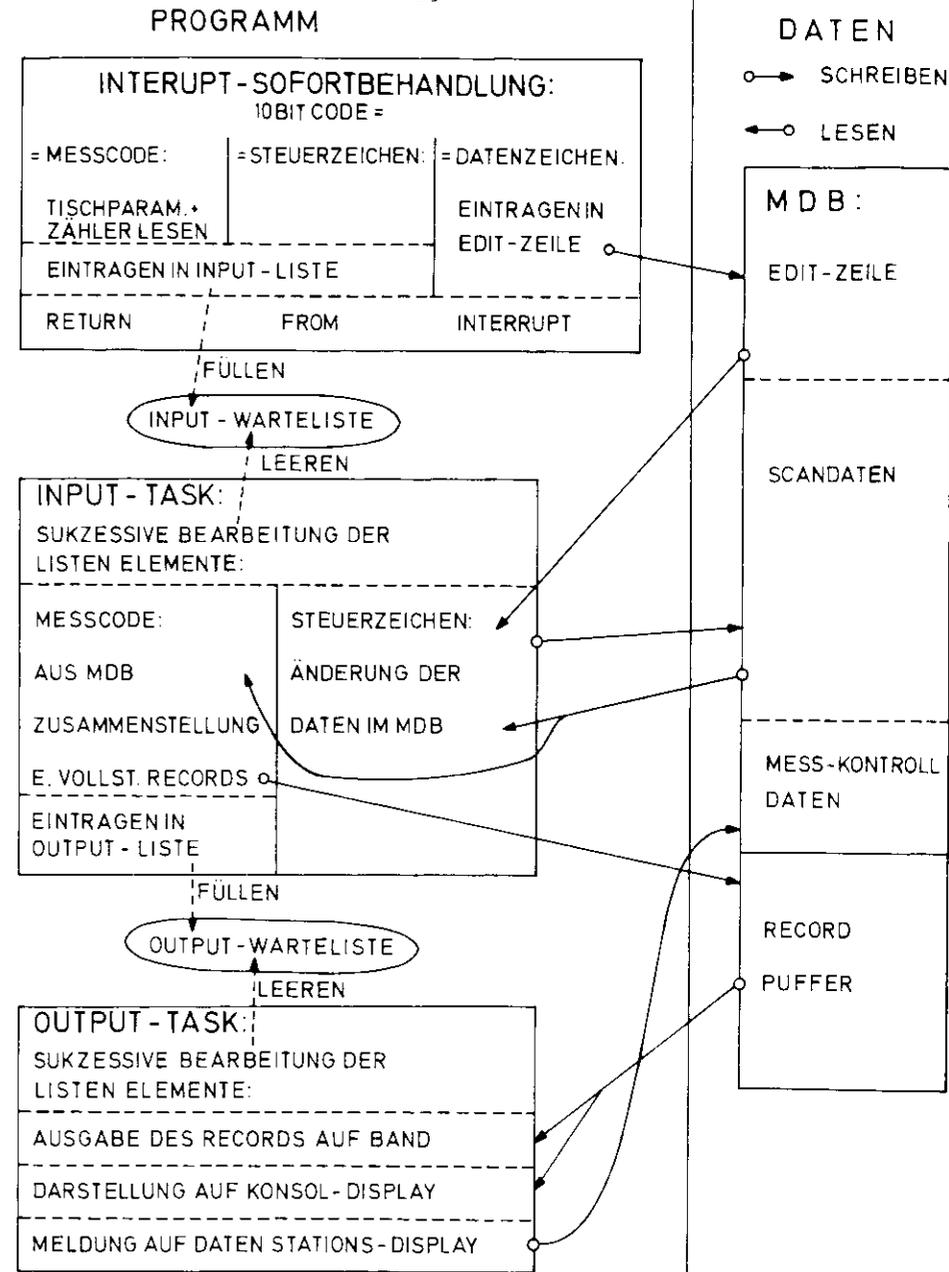
Die Datentask (CTSK) arbeitet die Input-Warteliste sukzessive ab. Sie verwaltet die Meßtischdaten und bereitet sie für den Display auf. Bei Mess-, Scan- oder Fehler-Code wird aus den aktuellen Meßtischdaten ein Record (61 Zeichen, IBM-5-Code) zusammengestellt. Dieses wird in die Output-Warteliste eingetragen, in der bis zu vier Records auf die Bearbeitung durch die Output-Task warten. CTSK läuft auf zweithöchster Prioritätsstufe, also relativ zu beiden anderen Teilen des Vormeßprogramms mit niedriger Priorität.

Zu 3.)

Die Outputtask (RTSK) arbeitet die Output-Warteliste ab und führt die bei der Record-Ausgabe erforderlichen Aktionen in der angegebenen Reihenfolge aus:

- a) Initialisierung der Ausgabe auf Magnetband (Ausgabe der einzelnen Zeichen in der Interruptroutine des Bandgeräts).
Nach beendeter Ausgabe folgt:
- b) Bestätigung auf dem Meßtischdisplay
- c) Darstellung des Records auf dem Konsoldisplay.

RTSK läuft mit höchster Taskpriorität, um auch bei hoher Rechnerbelastung die maximale Ausgabegeschwindigkeit (4 Records/sec) zu erreichen.



DATENSTATIONSBEHANDLUNG IM VORMESSPROGRAMM

5.3. Meßdatenpuffer

Jeder Datenstation ist ein fest formatierter, zusammenhängender Speicherbereich (Meß-Daten-Puffer, MDB) zugeordnet, der alle stationspezifischen Daten (inklusive Kontrollblöcke und Steuer-codes) enthält. Das erlaubt die Behandlung aller Meßstationen durch einen gemeinsamen Satz von Programmen, denen die Adresse der der jeweiligen Datenquelle zugeordneten MDB bekannt ist.

Der MDB enthält im einzelnen:

- 1.) Meßblock-Kontroll-Block (MSB), gleichzeitig Interrupt-Kontroll-Block, enthält individuelle Meßblock-Parameter.
- 2.) Alle Puffer-Kontroll-Blöcke (PKB) für die spezifischen Display-Puffer.
- 3.) Alle Display-Puffer

Sie enthalten neben der Display-Steuerinformation alle darzustellenden Zeichen im 1-Bit-ASCII-Code, pro Speicherwort zwei Zeichen-codes (= 12 Bit). In dieser Codierung sind alle Scan- und Meßdaten eines Meßprotokolls im MDB enthalten. Andererseits sind diese Daten auch ausschließlich an dieser einzigen Stelle gespeichert, d.h. der Display-Puffer ist gleichzeitig Datenspeicher. Das hat - neben der Einsparung von Speicherplatz - den Vorteil, daß alle Software-, Hardware- oder Bedienungsfehler, soweit sie die Daten verändern, unmittelbar auf dem Display der Datenstation sichtbar werden.

Der Nachteil besteht darin, daß die Daten nicht nach logischen oder programmtechnischen Gesichtspunkten geordnet sind, sondern nach ihrer Reihenfolge auf dem Display. Außerdem erfordert die Codierung beim Lesen und Speichern einen geringfügigen Mehraufwand an Rechenzeit.

6. Erweiterungs- und Entwicklungsmöglichkeiten

6.1. Anschließbare weitere Meßstationen

Die Hardware der Konzeption erlaubt in der jetzigen Auslegung den Anschluß von acht Datenstationen. Bei einer größeren Zahl müßte ein erheblicher Teil der Elektronik modifiziert werden. Die Software könnte im Prinzip "beliebig viele" Stationen angeschlossen; die Grenzen sind hier gegeben durch Hardware, verfügbaren Speicherplatz (für MDB's) und Anzahl verfügbarer Displaykreise. Engpässe ergeben sich dabei durch die begrenzte Displaykapazität sowie durch die Abwehr von Bedienungsfehlern auf dem Display.

Am Anschluß der alten MEFA-Tische sind neuen Konfigurationen im Prinzip möglich. Es aber jeder Tisch zwei Meßteile und vier Meßkanal-Einheiten hat, wäre eine Änderung des Meßverhaltensprogramm erforderlich.

6.2. Weiterentwicklung der Software

Im gegenwärtigen System steht bezüglich Rechenzeit und Speicherplatz noch freie Kapazität zur Verfügung für zusätzliche Kontrollaufwände und umfangreichere Rechnungen, wie z.B.

- Korrekturrechnungen,
- Überprüfung der Vollständigkeit der Meßdaten für ein gegebenes Wort,
- Gleichzeitigkeit über eine größere Datenmenge mit der Ermittlung der Display-Block.

Mathematische Berechnungen stehen als Hilfsmittel zur Verfügung (LOG 40):

- 1.) Multipl./Divide-Processor (Hardware)
- 2.) Floating-Point-Software

Anhang

A1 Zähler für das Meßsystem

Das Meßsystem (BaF, s. Kap. 3.1.1.) erfordert für jeden Meßtisch zwei Zähler, die entsprechend den Endcodersignalen (je zwei Rechtecksignale, phasenverschoben) die relative Länge der Meßfäden angeben. Speziell für diesen Zweck wurde nach einem Entwurf von Herrn Bohnen (R2/DESY) ein neuer Zähler gebaut:

- 1.) Ein Modul enthält 16 Zähler, je 16 bit, und einen gemeinsamen Teil für Eingabe, Ausgabe und Zählerarithmetik.
Alle Veränderungen auf dem Modul werden synchronisiert durch eine interne Clock (~ 5 MHz). Der Zugriff zu einem einzelnen Zähler (Setzen, Lesen, Zählen) erfolgt über den gemeinsamen Teil in jedem 16. Takt. Bei einer Taktfrequenz von 5 MHz ist ein bestimmter Zähler alle $3,2 \mu\text{s}$ verfügbar; daraus ergibt sich eine maximale Zählfrequenz von 300 KHz (entspricht einer Längenänderung der Meßfäden von 30 m/s).
- 2.) Eingabedaten für das Zählen sind die direkten Encodersignale von den Meßtischen. Sie werden bei jedem 16. Takt parallel in zwei 16-bit-Register übernommen. In jedem einzelnen Takt eines 16-Zyklus wird je ein Zähler entsprechend dem neuen Stand um höchstens ± 1 verändert.
- 3.) Das Lesen und Setzen eines einzelnen Zählerstandes erfolgt durch den NOVA-Rechner über ein Ein/Ausgabe-Register (IOR, 16 bit) und ein Zähler-Adress-Register (ZAR, 4 bit).
Lesen: a) NOVA setzt Zähleradresse N ins ZAR,
b) Zähler-Modul setzt Inhalt von N ins IOR,
c) NOVA liest IOR.
Hierbei muß beachtet werden, daß b) bis zu $3,2 \mu\text{s}$ benötigt; das bedingt u.U. Wartebefehle im NOVA-Programm zwischen a) und b).
Setzen: a) NOVA setzt Inhalt für Zähler N ins IOR,
b) NOVA setzt Adresse N in ZAR,
c) Zählermodul übernimmt den Inhalt des IOR in den Zähler N.

Ein Zählermodul (16 x 16 bit) ist auf einer DEC-Karte untergebracht. Dazu kommt noch für je acht Zähler eine Signal-Filter-Karte. Das bedeutet eine relative kompakte Bauweise im Vergleich zu einer modularen Anordnung aller Einzelzähler, und entsprechend geringeren Aufwand an Material und Bauzeit, sowie verminderte Reparaturanfälligkeit. Außerdem ergibt sich durch die räumliche Nähe zum Rechner eine geringere Störanfälligkeit bei der Übertragung der Zählerdaten.

Ein gewisser Nachteil dieses Zählsystems ist die Abhängigkeit vom Rechner; Tests und Fehlersuche an Zählermodulen sind ohne den Rechner nur begrenzt möglich. In der Praxis bedeutet das jedoch keine Einschränkung für den Meßbetrieb.

Weitere detaillierte Informationen (Funktionsbeschreibung, Hardware, Fehlerquellen, Testprogramme) sind in einer internen Dokumentation verfügbar.

A2 Format eines Vormessrecords

lfd. Nr.	Datenquelle	erlaubte Zeichen																									
1-2	Tisch-Nr.	MCB-Parameter 0-9																									
3-4	Format-Code	Fußtaste, Tastatur: Scan, Fehler 1-4 MESS: 1 0 SCAN: 2 0 FEHLER: 0 (1-4)																									
5-9	indiv. Datum TTMMJ (letzte Ziffer)	Tastatur: Displayfeld D 0-9																									
10-11	Name	Displayfeld N 0-9																									
12-13	Experiment-Nr.	Displayfeld X 0-9																									
14-16	Film-Nr.	Displayfeld F 0-9																									
17	Mess-Nr.	Displayfeld M 0-9																									
18	Mode	fester Wert f. BESSY 8																									
19-22	Bild-Nr.	Tastatur: Displayfeld B 0-9																									
23	Event-Nr.	Displayfeld E 0-9																									
24-25	Prongzahl	Displayfeld T /Ziffer 1-2 0-9																									
26	Kamera/Projektor	Displayfeld K u. Tischparameter <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tr> <td></td> <td>K1</td> <td>K2</td> <td>K3</td> <td>K4</td> </tr> <tr> <td>P1</td> <td>/</td> <td>S</td> <td>T</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>J</td> <td>K</td> <td>L</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table> Fehler: &		K1	K2	K3	K4	P1	/	S	T	U	P2	J	K	L	M	P3	A	B	C	D	P4	1	2	3	4
	K1	K2	K3	K4																							
P1	/	S	T	U																							
P2	J	K	L	M																							
P3	A	B	C	D																							
P4	1	2	3	4																							
27-28	Label	Tastatur: Displayfeld L 0-9, A-Z																									
29-33	Koordinate links	Zähler, 16 bit → BCD 5-stellig 0-9																									

lfd. Nr.	Datenquelle	erlaubte Zeichen
34-38	Koordinate rechts	Zähler 0-9
39-41	V ⁺ , V ⁻ , V ⁰	Tastatur: Displayfeld T /Ziffer 3-5 0-9
42-43	frei	Blank
44	Nicht messen	Displayfeld MAR /Zeichen 1 N, Blank
45-46	Film-Marke	Displayfeld MAR /Zeichen 2-3 0-9, A-Z, Blank
47-48	Beamspur-Anz.	Displayfeld BSP 0-9, Blank
49	Grobrasterung	Tischparameter 1-5, &
50	Scan-Nr.	Displayfeld S 0-9
51-56	allg. Datum TTMMJJ	Teletype: Systemfunktion J 0-9
57-60	Uhrzeit StStMiMi	Teletype: Systemfunktion T 0-9
61	Endzeichen	fest für alle Records *

Quellenverzeichnis

- BWH 73 B.W. Hellwig; Dissertation, Hamburg (1973)
Interner Bericht, DESY F1-73/2
- BWH 74 B.W. Hellwig; Punch Paper Tape, PDP 15-
Konversionsprogramm, DESY/R2 (1974)
- CER 72 Spezifikation für BEBC-Vormeßtisch,
CERN-Vertrag Nr. 590 073/TC, Anhang I, Genf (1972)
- DGC 72 Data General Corporation; Southboro, Massachusetts:
How to use the NOVA-Computers (1972),
System Routines, Diagnostic Routines (1970 ff.),
NOVA Assembler for the IBM 360 (1970),
Extended Floating Point-Interpreter (1970)
- DRE 77 G. Drews; BESSY Koordinatenberechnung,
Interne Beschreibung, Hamburg (1977)
- EGB 74 G. Egberts; Aufbau einer on-line Meßeinrichtung
für BESSY-Durchmusterungsprojektoren, Bonn (1974)
- HEL 74 H. Heller; Interne Dokumentation, Hamburg (1974):
Magnetic Tape Recorder Control,
Paper Tape Recorder Control,
Instruction Converter
- HUE 70 F. Hüller, PDP 8/L-Display-Anlage,
Interner Bericht, Hamburg (1970)
- KMN 76 U. Kühnel, A. Navarro, A. Maniatis;
Interne Dokumentation, Blaka-Labor, Hamburg (1976)
- RAU 71 E. Raubold; Multi-Tasking auf kleinen Rechnern,
DESY-Bericht DV-71/1, Hamburg (1971)
- WET 74 G. Wetjen; Diplomarbeit, Hamburg (1974)
Interner Bericht, DESY F1-74/3
- WET 76/1 G. Wetjen; Latenstation, BESSY-Memo 76/1, Hamburg (1976)
- WET 76/2 G. Wetjen; BESSY-Vormeßprogramm, Hamburg (1976)
Programmlisten: NOVA System: SS
 BESSY-Vormess: BES
 Datenkanalsteuerung: BESDK

ZU GUTER LETZT

soll nicht vergessen werden, allen zu danken, die an der
BESSY-Entwicklung mitgewirkt haben.

Die Bearbeitung aller technischen und eines Teils der orga-
nischen Aufgaben lag in den bewährten Händen meiner Mitarbeiter
aus dem Blaka-Ingenieurbüro:

Frau A. Navarro (Mechanik und Diplomatie)
Herr U. Kühnel und Herr A. Maniatis (Elektronik,
bei Bedarf auch Gas, Wasser, Strom).

Mein Vorgänger und Lehrmeister H. Heller hat als Vertreter der
deutschen Labors in der CERN-Working-Group am Konzept der
BESSY-Tische mitgearbeitet, sodann für unser Institut die An-
lage in wesentlichen Teilen entworfen und den Aufbau begonnen.
Die weitere Entwicklung seiner Hinterlassenschaft verfolgte ihn
auch nach seinem Weggang in zahllosen Gesprächen bis in seine
Privatwohnung hinein.

Herr V. Blobel benutzte selbst gemeinsame Nachtschichten an der
BEBC zur Beratung über Fragen der Hard- und Software.

Idee und Entwurf des Zählermoduls stammen von Herrn E. Bohnen,
dessen Gruppe auch einen Teil ihrer Elektronik und Erfahrungen
zur Verfügung stellte.

Herr B.W. Hellwig fungierte in bewährter Weise als (immer noch
ehrenamtlicher) Software-Berater.

Frau H. Siegner und Frau D. Laudahn sorgten für die optische
Gestaltung von Bild und Wort in diesem Bericht.

Der Bau der Anlage wurde initialisiert und maßgeblich gefördert
durch die Initiative von Herrn M. Teucher und Herrn P. Söding.

Das Projekt stand unter der Leitung von Herrn H. Spitzer, der
insbesondere auch gegenüber dem BMFT die sachgemäße Verwendung
der Finanzmittel verantwortete.

HAMBURG

A.D. MCMLXXVII

