

KfK 3833
Dezember 1984

MODEASY
Ein Programm-System
zum Modifizieren und Verwalten
von gespeicherten Kurven
einer Veränderlichen

R. Heger, K. Kufner
Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
Projekt Schneller Brüter

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
Projekt Schneller Brüter

KfK 3833

MODEASY

Ein Programm-System zum Modifizieren und Verwalten
von gespeicherten Kurven einer Veränderlichen

R. Heger, K. Kufner



Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

MODEASY - Ein Programm-System zum Modifizieren und Verwalten von gespeicherten Kurven einer Veränderlichen

Zusammenfassung

Das FORTRAN-77 Programm MODEASY dient zur Verwaltung, Auswertung und Modifizierung von Dateien, die (i. allg. viele) Funktionen einer unabhängigen Veränderlichen enthalten. Diese Funktionen sind in einer Datei gespeichert als jeweils 3 Sätze, bestehend aus Identifizierungsteil, Abszissen und Ordinaten; also als Funktionswerte an diskreten Punkten. Als Optionen sind bisher realisiert: Listen, Kopieren, Löschen, Erzeugen, Filtern, Integrieren, Fourier-Analyse, Modifizieren, Umbenennen einer Funktion sowie die Berechnung der Summe, der Abweichung, Linearkombination und das Tabellieren mehrerer Funktionen. Daneben gibt es noch eine Reihe von Hilfs- und Spezialoptionen. Wegen des strikt modularen Aufbaus ist es auf einfache Art und Weise möglich, neue Optionen zu implementieren oder eine andere Art der Speicherung der Funktionen zu unterstützen.

MODEASY - A Program-System for Modification and Management of Stored Functions of One Independent Variable

Abstract

The FORTRAN-77 program MODEASY is used for management and modification of datasets that contain (normally many) functions of one independent variable. Those functions are stored as 3 records each, consisting of an identification part, abscissa and ordinates; e.g. as values at discrete points. As options are available so far: list, copy, delete, create, filtering, integration, Fourier-analysis, modification and renaming of curves as well as calculation of sum, deviation, linear combination and tabulation of several curves. Beside this there are some utility and special options available. Because of the strictly modular structure of the program it should be easy to add new options or to support another storage format of the curves.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	1
2. Überblick über das System	3
3. Kurzbeschreibung der einzelnen Optionen	6
3.1 Dateiverwaltung	6
3.2 List-Funktionen	6
3.3 Elementare Operationen mit Kurven	6
3.4 Fortgeschrittene Operationen	7
3.5 Spezielle Operationen	12
3.5.1 CBM2 und CBM3	12
3.5.2 DRKO	12
3.5.3 WORK	13
4. Eingabebeschreibung	14
4.1. ADDI: Addition zweier Kurven	17
4.2. CBM2: Umwandeln von CBM-Wertepaaren in Kurven	18
4.3. CBM3: Umwandeln von CBM-Wertetripeln in Kurven	19
4.4. COPY: Kopieren einer (Teilmenge einer) Datei	20
4.5. CREA: Erzeugen einer Kurve	21
4.6. DEVI: Berechnung der Abweichungen zweier Kurven	22
4.7. DLTE: Kopieren einer Datei mit teilweiser Löschung von Kurven	24
4.8. DRKO: Korrektur von dynamischen Druckkurven in statischen Druck	25
4.9. FILT: Filtern (Glätten) einer Kurve	27
4.10. FOUR: Fourier-Analyse	29
4.11. INTE: Integrieren einer Kurve	31
4.12. KOMB: Linear-Kombination von Kurven	32
4.13. LIST: Auflisten von Kurven oder Kennsätzen	33
4.14. MAXI: Neue Kurve aus den Maxima von 3 Kurven bilden	34
4.15. MODI: Umskalieren einer Kurve	35
4.16. ORAB: Ordinate wird Abszisse	37
4.17. RENA: Umbenennen einer Kurve	38

4.18. SUMM: Summe mehrerer Kurven mit unterschiedlichen Abszissen	39
4.19. TABU: Ausdrucken von Kurven in Tabellenform	40
4.20. TEST: Erzeugen einer Testkurve	41
4.21. TREP: Erzeugen von Treppenfunktionen aus Kurven	42
4.22. UMKE: Umsortieren der Reihenfolge der Abszissen von . . . Kurven von steigend nach fallend oder umgekehrt	43
4.23. WORK: Berechnung der isentropen Ausdehnungsarbeit $\int p dV$.	44
5. Beschreibung einiger Unterprogramme	46
5.1 Hauptprogramm	46
5.2 AEQUI	46
5.3 ERRMSG	47
5.4 INTLIN	47
5.5 INTLI2	47
5.6 INTX1	47
5.7 OUTDSN	47
5.8 READAT	48
5.9 READA2	49
6. Aufruf-Struktur von MODEASY	50
7. Flussdiagramme	53
8. Belegung und Verwendung der COMMON-Blöcke	93
9. Fehlermeldungen von MODEASY	95
10. Beispiele	105
10.1 Anwendung der Optionen FILT und FOUR	105
10.2 Ein Beispiel aus der Praxis	117
11. Programm-Kurzbeschreibung	135
12. Referenzen	136
13. Anhang: Tabellen und Abbildungen	138

1. Einleitung

Bei der Durchführung von Rechnungen oder Experimenten fallen üblicherweise eine Menge Primärdaten an, die zweckmäßigerweise als Binärdaten auf eine Datei geschrieben werden. So liefern beispielsweise Hydrodynamikprogramme Druck- und Dichtewerte für die einzelnen Zeitschritte. Die so erzeugten Dateien sind normalerweise umfangreich (was zum einen eine Druckausgabe verbietet und zum anderen eine manuelle Auswertung schwierig erscheinen läßt) und weisen eine (problemabhängige) bestimmte Struktur auf. Oftmals müssen diese Primärdaten noch ausgewertet werden (z. B. Glätten, Interpolieren, Umskalieren usw.), bevor sie in Form von Tabellen oder Zeichnungen verwendet werden können.

Es gibt nun (mindestens) zwei Möglichkeiten, diese Aktionen zu verwirklichen:

- (1) die Struktur der Datei wird an das erzeugende Programm/Experiment angepaßt und später mit einem separaten Auswerteprogramm bearbeitet oder
- (2) das erzeugende Programm/Experiment wird so modifiziert, daß die Struktur der Datei von vorhandener Standardsoftware bearbeitet werden kann.

Die Möglichkeit (2) ist offensichtlich immer dann von Vorteil, wenn genügend Standardsoftware zur Verfügung steht.

Das hier vorgestellte FORTRAN-77 Programm MODEASY versucht die Standardsoftware für eine ganz bestimmte Dateistruktur (die später noch beschrieben wird) zu erweitern. Es liest, verarbeitet und erzeugt Dateien, die vom PLOTEASY-System /1/ gezeichnet werden können.

Das FORTRAN-77 Programm MODEASY dient zur Verwaltung, Auswertung und Modifizierung von Dateien, die (i. allg. viele) Funktionen einer unabhängigen Veränderlichen enthalten. Diese Funktionen sind in einer Datei gespeichert als jeweils 3 Sätze, bestehend aus Identifizierungsteil, Abszissen und Ordinaten; also als Funktionswerte an diskreten Punkten. Als Optionen sind bisher realisiert: Listen, Kopieren, Löschen, Erzeugen, Filtern, Integrieren, Fourier-Analyse, Modifizieren, Umbenennen einer Funktion sowie die Berechnung der Summe, der Abweichung, Linearkombination und das Tabellieren mehrerer Funktionen.

Daneben gibt es noch eine Reihe von Hilfs- und Spezialoptionen. Wegen des strikt modularen Aufbaus ist es auf einfache Art und Weise möglich, neue Optionen zu implementieren oder eine andere Art der Speicherung der Funktionen zu unterstützen.

MODEASY wurde 1982 zunächst als FORTRAN-IV Programm entworfen und eingesetzt bei verschiedenen Projekten. Im Zuge des Einsatzes ergab sich oft die Notwendigkeit neuer Optionen, die dank der modularen Struktur sämtlich relativ einfach zu implementieren waren. 1983/84 wurde das Programm auf FORTRAN-77 umgestellt, sowie die vorhandene Dokumentation /13/ überarbeitet. Außerdem wurde das System auch auf einem Vektorrechner CYBER-205 implementiert.

Kap.2 gibt einen Kurzüberblick über die derzeit verfügbaren Optionen in MODEASY, Kap.3 beschreibt die Optionen summarisch zusammengefaßt nach Funktionsbereichen. Die Eingabebeschriftung ist in Kap.4 enthalten. Hier werden die Optionen (in alphabetischer Reihenfolge) detailliert beschrieben. Kap.5 bis 8 enthalten eine Code-Dokumentation, die es vor allem erleichtern soll, neue Optionen einzubauen. Besonders Kap.5, das die allgemein verwendbaren Unterprogramme beschreibt, ist hier wichtig. Eine Liste aller möglichen Fehlermeldungen findet sich im Kap.9. Für Anwender nützlich ist Kap.10 mit Beispielen. Es folgt dann noch die Programm-Kurzbeschreibung in Kap.11.

Im Anhang sind Tabellen und Abbildungen zusammengefaßt.

2. Überblick über das System

MODEASY besteht in der FORTRAN-77 Version aus ca. 2600 ausführbaren Anweisungen. Der LOAD-Modul ist in der INR LOAD-Bibliothek LOAD.NUSYS des KfK-Rechenzentrums gespeichert unter dem Namen MODEASY (Größe ca. 175 KB; Anwendungsbeispiele und Aufruf siehe Kap.10). Die Rechenzeiten hängen natürlich stark von der Eingabe und der Größe der bearbeiteten Kurven ab, bewegen sich aber für jede Option im Sekundenbereich (für SIEMENS 7890) und sind deshalb im allgemeinen vernachlässigbar. (Bei der Fourier-Transformation kann die Rechenzeit höher sein). Der benötigte Hauptspeicherbereich von ca. 1100 Kbytes liegt noch innerhalb der Anforderungen für Jobs mit der höchsten Priorität (KfK-Rechenanlage).

Es werden folgende externe Unterprogramme benötigt:

ICSCCU	Spline-Interpolation	aus IMSL /4/
FFTSC	Fourier-Koeffizienten	aus IMSL /4/
KURVE	graphische Ausgabe auf dem Drucker	aus SYS7.FORTLIB

Format der von MODEASY bearbeiteten Kurven

Jede Kurve besteht aus 3 unformatiert geschriebenen Sätzen:

1. Satz: Kennsatz der Kurve, bestehend aus:
 - N: Anzahl der (x,y)-Wertepaare - Integer
 - NAME: Kennung der Kurve (8 alphanumerische Zeichen)
 - KENN1,KENN2: 2 Integer - Kennzahlen
2. Satz: X-Werte der Kurve (Abszisse) (x(i), i=1,N) - Real-Feld
Die Abszissen sollten steigend oder fallend angeordnet sein.
3. Satz: Y-Werte der Kurve (Ordinate) (y(i), i=1,N) - Real-Feld

Eine Datei kann beliebig viele Kurven enthalten; die Kennsätze für verschiedene Kurven sollen verschieden sein /1/.

Die maximale Anzahl (N) der für eine Kurve zu verarbeitenden (x,y)-Wertepaare ist im Programm MODEASY derzeit auf 5000 begrenzt.

Sollen Kurven mit mehr als 5000 Wertepaaren bearbeitet werden, so

muß die Größe LMAX im PARAMETER-Statement geändert werden.

Zum Einlesen der Kurven dienen die Unterprogramme READAT/READAT2 (s. Kap. 5).

Anmerkung

Durch die Verwendung zentraler Einlese- und Schreibroutinen (READAT/OUT) ist es relativ einfach, auch andere Datei-Strukturen zu verwenden. Dabei müssen nur diese Unterprogramme neu programmiert werden und ein Äquivalent zu den Kennsätzen (NAME, KENN1, KENN2) definiert werden.

Zusammenstellung der System-Optionen

Verwaltung

'COPY'	Kopieren mehrerer Kurven
'DLTE'	Kopieren mehrerer Kurven mit teilweiser Löschung
'RENA'	Umbenennen einzelner Kurven

Listen

'LIST'	Auflisten von Kurven oder Kennsätzen
'TABU'	Ausdrucken mehrerer Kurven in Tabellenform

Elementare Operationen

'ADDI'	Addieren von zwei Kurven
'DEVI'	Berechnung der Abweichungen zweier Kurven
'ORAB'	Ordinate wird zu Abszisse
'MODI'	Umskalieren einzelner Kurven
'INTE'	Integrieren einer Kurve
'KOMB'	Linear-Kombination mehrerer Kurven

Fortgeschrittene Operationen

'CREA'	Erzeugen einer Kurve aus vorhandenen Daten
'FILT'	Filtern (Glätten) einer Kurve
'FOUR'	Fourier-Analyse einer Kurve
'MAXI'	Neue Kurve aus den Maxima von 3 Kurven bilden
'TEST'	Erzeugen einer Testkurve
'TREP'	Erzeugen von Treppenfunktionen aus Kurven
'UMKE'	Umsortieren der Reihenfolge der Abszissen von Kurven

von steigend nach fallend oder umgekehrt

'SUMM' Summe mehrerer Kurven mit unterschiedlichen Abszissen

Spezielle Optionen

'CBM2' Umwandeln von CBM-Wertepaaren in Kurven

'CBM3' Umwandeln von CBM-Wertetripeln in Kurven

'DRKO' Korrektur von dynamischen Druckkurven in statischen
Druck

'WORK' Berechnen der isentropen Ausdehnungsarbeit $\int p dV$

3. Kurzbeschreibung der einzelnen Optionen

3.1 Dateiverwaltung:

Zugehörige Optionen: COPY, DLTE, RENA

Diese drei Optionen kopieren eine Datei in eine andere, wobei

- (a) die zu kopierenden Kurven spezifiziert werden (COPY)
- oder
- (b) die zu löschenden Kurven spezifiziert werden (DLTE)
- oder
- (c) einzelne Kurven beim Kopieren umbenannt werden (RENA)

3.2 List-Funktionen

Zugehörige Optionen: LIST, TABU

Mit LIST kann der Inhalt einer Datei gelistet werden und zwar

- (a) nur die Kennsätze
- oder
- (b) nur spezifizierte Kurven
- oder
- (c) alle Kurven.

Mit TABU können mehrere Kurven als Funktion einer Abszisse tabelliert werden; für unterschiedliche Abszissenwerte wird interpoliert.

3.3 Elementare Operationen mit Kurven

Zugehörige Optionen: ADDI, DEVI, ORAB,
MODI, INTE, KOMB

Mit ADDI werden zwei Kurven addiert, mit DEVI wird die Abweichung zweier Kurven berechnet, und mit ORAB wird aus zwei Kurven eine neue erstellt, indem die Ordinate der ersten Kurve als Abszisse der neuen

und die Ordinate der zweiten Kurve übernommen wird. Dabei wird in beiden Fällen das Abszissenfeld der zweiten eingelesenen Kurve dem der ersten Kurve angepaßt (Bildung des Durchschnitts beider Intervalle), dann werden die Ordinaten der zweiten Kurve auf die Abszissenwerte der ersten Kurve interpoliert (linear oder mit dem Spline-Interpolations-Unterprogramm ICSCCU aus IMSL /4/).

Mit MODI ist es möglich, eine Kurve durch eine lineare Transformation zu ändern oder innerhalb einzugebender Grenzen abzuschneiden.

INTE bildet das Integral $\int y dx$ der eingegebenen Kurve mit Hilfe einer leicht modifizierten Version des Unterprogramms DQSF aus SSP /3/ (Simpson 3/8-Regel) oder nach der Trapez-Regel.

Mit KOMB wird eine Linearkombination aus spezifizierten Kurven gebildet.

3.4 Fortgeschrittene Operationen

Zugehörige Optionen: CREA, FILT, FOUR, MAXI
SUMM, TEST, TREP, UMKE

Bei der CREA-Option werden von einer Benutzerdatei x- und y-Werte gelesen und im MODEASY-Format in eine neue Datei geschrieben.

Mit MAXI wird von 3 Kurven der maximale Wert bestimmt und daraus eine neue Kurve (die Einhüllende der 3 ursprünglichen Kurven) gebildet.

$$Y_{\text{neu}}(i) = \max_{j \leq i} \{ Y_1(j), Y_2(j), Y_3(j) \}$$

FILT

Diese Option erzeugt aus einer vorgegebenen Kurve mit äquidistanten Stützpunkten eine neue, geglättete Kurve. (Für nicht äquidistante Stützpunkte kann interpoliert werden, s. Parameter INTERP). Dabei wurden verschiedene Glättungs- bzw. Filtermethoden implementiert.

(1) Glättung nach Hamming /6/ ⁺⁾

Die neuen Werte y_N ergeben sich aus den alten y_A gemäß der Vorschrift

$$y_N(i) = ay_A(i-2) + by_A(i-1) + cy_A(i) + by_A(i+1) + ay_A(i+2) \quad (i=1, N)$$

wobei die ersten und letzten zwei Werte unverändert bleiben.

Zur Wahl der Parameter a, b, c: (s. auch /6/, Kap. 37)

Die Parameter a, b, c sind Eingabegrößen (AMIT, BMIT, CMIT).

Als "default" Werte wurden gesetzt: $a = 0.1$, $b = 0.25$, $c = 0.5 - 2a = 0.3$.

Für $y_A = e^{i\omega t}$ erhält man $y_N = (2a\cos 2\omega + 2b\cos \omega + c) y_A$,

d.h., die Amplitude der Frequenz ω wird mit dem Faktor (Transferfunktion)

$$H(\omega) = 2a\cos 2\omega + 2b\cos \omega + c$$

multipliziert.

Diese Eigenschaft kann dazu benutzt werden, um die Parameter a, b, c den Wünschen anzupassen

z.B.

(i) $H(0) = 1$ (niedrige Frequenzen werden wenig geändert) liefert
 $2a + 2b + c = 1$

⁺⁾ Den Hinweis auf /6/ und die Standardwerte der Parameter a,b,c erhielten wir von Herrn P. Schmuck.

(ii) $H(\pi) = 0$ (hohe Frequenzen stark gedämpft) liefert

$$2a - 2b + c = 0,$$

so daß folgt: $b = \frac{1}{4}$ und $c = \frac{1}{2} - 2a$,

wobei a noch frei wählbar ist. Fordert man nun noch, daß $0 \leq a \leq \frac{1}{4}$ gilt (damit sichert man die Monotonie des Glättungsverfahrens, s. /6/, Kap.37.3), so hat man einen "vernünftigen" Filter (der als "default" implementiert ist).

Tabelle 1 (s.a. Anhang Abb.1) zeigt die Funktion H im Intervall $[0, \pi)$ für die "default"-Werte: $a = 0.1$, $b = 0.25$, $c = 0.3$.

(2) Glättung 4-ter Ordnung nach Lanczos /8/

Diese Glättung beruht auf einer "least square" Anpassung der Meßwerte durch eine Parabel $a + bx + cx^2$. Dabei werden ebenfalls zwei Stützstellen vor und hinter dem Meßpunkt einbezogen (mit Modifikation am Anfang und Ende des Meßintervalles).

$$y_N = (-3y_a(i-2) + 12y_a(i-1) + 17y_a(i) + 12y_a(i+1) - 3y_a(i+2)) / 35$$

(i=1,N)

Die Transfer-Funktion $H(\omega)$ ist in diesem Fall

$$H(\omega) = (-6\cos 2\omega + 24\cos \omega + 17) / 35$$

und in Tabelle 2 tabelliert (s.a. Anhang Abb.2).

Diese Glättungsformel ist nicht monoton, d.h., gilt für zwei Meßkurven y_1 und y_2 punktweise $y_1 \leq y_2$, so ist nicht garantiert, daß diese Beziehung auch für die geglätteten Kurven erhalten bleibt.

(3) Glättung nach Hildebrand (3 Punkte-Formel) /7/

Hier gelten folgende Formeln:

$$y_N(i) = (y_a(i-1) + y_a(i) + y_a(i+1)) / 3 \quad (i=1,N)$$

$$H(\omega) = (1 + 2\cos\omega) / 3$$

Der Verlauf von $H(\omega)$ ist in Tabelle 3 (s.a. Anhang Abb.3) wiedergegeben. Diese Glättungsformel ist monoton, glättet i.a. aber nur wenig.

(4) Glättung durch abgebrochene Fourier-Entwicklung nach Lanczos /8/

Hier wird zunächst eine Fouriertransformation ausgeführt. Zur Entscheidungshilfe bei der Bestimmung der Abschneidefrequenz werden aus den Fourier-Koeffizienten b_i , ($i=1,N$) die Summen

$$\beta_j^2 = 1/j \sum_{i=1}^j b_{N-i}^2 \quad (j=1,N-1)$$

berechnet. Die β_j nähern sich normalerweise schnell einem ziemlich konstanten Wert β . Zeichnet man die Linien $y = \pm \beta$ in das berechnete Spektrum b_i ein, so bestimmt der Schnittpunkt beider Linien mit dem niederfrequenten Teil die Abschneidefrequenz. Dieses Verfahren beinhaltet eine Portion Heuristik, denn natürlich ist die auf diese Art bestimmte Abschneidefrequenz auch nicht eindeutig (z.B. ist die Festlegung von β benutzerabhängig). Im allgemeinen ist aber die Unsicherheit bei der Festlegung der Abschneidefrequenz ohne großen Einfluß auf die gefilterte Kurve.

In einem zweiten Lauf kann man dann eine Fourier-Glättung (Option FOUR, Transformation und Rücktransformation mit NO entspricht IRUECK=2) ausführen, die mit der so bestimmten Abschneidefrequenz endet und erhält dann die geglättete Kurve.

FOUR steht für FOURier-Analyse

In dieser Option wird eine Fourieranalyse einer Kurve vorgenommen. Falls die Abszissenwerte nicht äquidistant sind, werden die Ordinaten auf ein äquidistantes Gitter interpoliert (s. Parameter INTERP). Dann erfolgt entweder eine Fouriertransformation (Unterprogramm FFTSC aus IMSL /4/, Fast Fourier Transform) oder eine Rücktransformation einer Fouriertransformation. Dabei ist es möglich, die Fourier-Koeffizienten bzw. die rücktransformierte Kurve als Kurve im MODEASY Format auf eine Datei zu retten. Bei der Rücktransformation kann man auch eine Abschneidefrequenz spezifizieren.

Anmerkung:

Bei der Option FILT wird für IMIT=4 eine reine Sinus-Entwicklung durchgeführt. Im Unterprogramm FFTSC erfolgt eine Cosinus- und Sinus-Entwicklung; daher ist die Bedeutung der Abschneidefrequenz NO in beiden Optionen verschieden.

SUMM ist der Spezialfall einer Linearkombination. Es können Kurven mit unterschiedlichen Abszissen addiert werden. Dabei sollte die Kurve mit der längsten Abszisse als erste definiert sein, die anderen Kurven werden dann entsprechend der Länge ihrer Abszissen auf die Stützstellen der ersten Kurve linear interpoliert. Eine lineare Extrapolation ist nur nach links zugelassen.

Die TEST Option dient der Erzeugung einer Testkurve (und ist deshalb für den Benutzer normalerweise von keinem Interesse).

Mit TREP wird eine Kurve in eine Treppenfunktion umgewandelt.

Die Stützstellen der Kurve werden dabei als Mittelwerte interpretiert.

In UMKE wird die Reihenfolge der Abszissen einer Kurve umgekehrt, d.h., von steigend nach fallend oder umgekehrt. Dabei werden auch die Ordinaten mit umsortiert.

3.5 Spezielle Operationen

3.5.1 CBM2 und CBM3

Die Optionen CBM2 und CBM3 ermöglichen die Umwandlung von Daten des Commodore 4032 Rechners in MODEASY-Kurven.

(Näheres in Kap.4.2, 4.3 und bei den Autoren)

3.5.2 DRKO

Berechnet den Stau-Druck aus dynamischem Druck, Dichte und Geschwindigkeit.

Mit dieser Option werden 5 vom Benutzer zu spezifizierende Kurven y_1, \dots, y_5 eingelesen und aus ihnen eine neue Kurve y gebildet nach der Vorschrift

$$y = y_1 + \frac{1}{2} * y_2 * y_3^2 + \frac{1}{2} * y_4 * y_5^2 + g * h * y_2,$$

wobei $g = 9.81$ [m/s²] die Erdbeschleunigung und h eine Eingabegröße ist. Es wird vorausgesetzt, daß die Abszissenwerte aller fünf beteiligten Kurven gleich sind.

Hintergrund:

y_1 ist ein dynamischer Druck an einem Meßpunkt, y_3 und y_5 sind die (axialen) Geschwindigkeiten einer Flüssigkeit bzw. eines Gases und y_2 und y_4 die zugeordneten Dichten von Flüssigkeit und Gas, h ist die Höhe der Flüssigkeit über dem Meßpunkt.

Die o.a. Formel berechnet dann den Stau-Druck am Meßpunkt.

3.5.3 WORK

WORK berechnet die isentrope Ausdehnungsarbeit $\int p dv$

Die Ausdehnungsarbeit $\int p dv$ wird berechnet nach:

$$(p_t * V_t^\kappa = \text{const.})$$

Für $\kappa \neq 1$:

$$W = \frac{p_0 * V_0^\kappa}{1 - \kappa} * (V_t^{1-\kappa} - V_0^{1-\kappa})$$

Für $\kappa = 1$:

$$W = p_0 * V_0 * \ln \frac{V_t}{V_0}$$

Dabei ist κ der Isentropie-Index, V_0 und p_0 sind Anfangs-Volumen und -Druck, V_t ist das Volumen zum Zeitpunkt t .

4. Eingabebeschriftung

Die Eingabe für das Programm MODEASY erfolgt über die NAMELIST &INPUT.
(Regeln für NAMELIST-Eingabe s. FORTRAN-77-Handbuch /2/)

Art und Anzahl der sinnvoll interpretierten Eingabewerte hängen von der Wahl von OPT ab; sie werden unter der jeweiligen Option aufgeführt.

Einmal gesetzte Eingabewerte behalten ihren Wert in nachfolgenden Eingaben solange bei, bis sie überschrieben werden. Daher sind i. allgem. nur wenige der Namelist-Variablen zur Eingabe nötig.

```

NAMELIST/INPUT/OPT,   IN,      IOUT,   IPRINT,
                      NAME,    KENN1,  KENN2,
                      NAMEN,   KENN1N, KENN2N,
                      INTERP,  IANZ,   ICOPY,  IDEVI,  ICOMPA, IDLTE,
                      IMIT,    IRUECK,  IKOMB,  ILIST,  IMODI,  ISUM,
                      ITREP,   IUMKE,  ISTEP,  IDIN,   ISIMP,
                      NO,
                      H,      AMIT,    BMIT,   CMIT,   A,      B,
                      C,      D,      XMAX,   XMIN,   YMAX,   YMIN,
                      AF,     AKAPPA, VO,     PO,     GEW
    
```

Eingabegröße	Bedeutung	Default-Werte
		('b' steht für Leerzeichen)
OPT:	CHARACTER*4-Literal, Options-Auswahl	'bbbb'
IN ⁺ :	FORTRAN-Referenznummer für die Eingabe-Datei	10
IOUT ⁺ :	FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabe-Datei	11
IPRINT:	Steuergröße für Druckausgabe	1
NAME:	CHARACTER*8-Feld der Dimension 50, Kennungen der zu bearbeitenden Kurven	50*'bbbbbbb'
KENN1:	} INTEGER*4-Felder der Dimension 50, Kennzahlen der zu bearbeitenden Kurven	50*1, 50*1
KENN2:		

Anmerkung: NAME(i),KENN1(i),KENN2(i) sind die Kennsätze der gewünschten Kurven in der Datei

NAMEN:	CHARACTER*8-Literal, Kennung für neu erzeugte Kurve	'bbbbbbbb'
KENN1N:	} INTEGER, Kennzahlen für neu erzeugte Kurve	1, 1
KENN2N:		
INTERP:	Indikator für Interpolation	-1
IANZ:	Anzahl der Kurven, die tabellarisch gedruckt werden sollen	2
ICOPY:	Anzahl der zu kopierenden Kurven	0
IDEVI:	Auswahl der Formel zur Berechnung der Abweichung zweier Kurven	1
ICOMPA:	FORTTRAN-Referenznummer für die Eingabe-Datei für die zu vergleichenden Kurven	0
IDLTE:	Anzahl der zu löschenden Kurven	0
IMIT:	Auswahl der Gleichung für Mittelung	1
IRUECK:	Steuergröße für Fourier-Analyse bzw. -Synthese	0
IKOMB:	Anzahl der in die Linear-Kombination eingehenden Kurven	2
ILIST:	Steuergröße für LIST-Option	1
IMODI:	Steuergröße für MODI-Option	1
ISUM:	Anzahl der in die Summe eingehenden Kurven	0
ITREP:	Anzahl der Kurven, deren Treppenfunktionen zu erzeugen sind	0
IUMKE:	Anzahl der Kurven, deren Abszissen umzusortieren sind	0
ISTEP:	jeder ISTEP-te Wert wird ausgedruckt	1
IDIN:	Druckformat in TABU-Option	1
ISIMP:	Indikator für Integrationsregel	0
NO:	Index der Abbruchfrequenz bei der Fourier-Analyse	0
H:	Parameter für Druck-Korrektur	1.
AMIT:	} Parameter für die FILT-Option	0.1
BMIT:		0.25
CMIT:		0.3
A,B,C,D:	Parameter zur Umskalierung	1., 0., 1., 0.

	einer Kurve (MODI-Option)	
XMIN, XMAX:	Parameter zur Auswahl eines Ausschnittes der X-Werte (MODI-Option)	-1.E75, 1.E75
YMIN, YMAX:	Parameter zur Auswahl eines Ausschnittes der Y-Werte (MODI-Option)	-1.E75, 1.E75
AF:	REAL*4-Feld der Dimension 50, Faktoren bei der KOMB-Option	50*0.
AKAPPA:	} Koeffizienten für Berechnung der isentropen Ausdehnungsarbeit $\int p dV$ (Option WORK)	1.4
PO:		1.E+05
VO:		1.
GEW:	Gewicht für die Berechnung der Abweichung zweier Kurven	0.

⁺ Für IN und IOUT darf nicht 5 oder 6 spezifiziert werden, da von der Einheit 5 die Namelist-Eingabe eingelesen wird und das Protokoll von MODEASY auf Einheit 6 gedruckt wird.

Das Programm ist modulartig aufgebaut, d.h., vom Hauptprogramm werden entsprechend der Eingabe für OPT die benötigten Subroutinen aufgerufen.

Für IOUT=0 werden nur die beschriebenen Berechnungen ausgeführt, während die Speicherung der Kurven auf eine Datei unterbleibt.

Im folgenden wird die Eingabe für jede Option in alphabetischer Reihenfolge und die Bedeutung der Parameter im einzelnen erklärt.

4.1. ADDI: Addition zweier Kurven

&INPUT

```
OPT='ADDI', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=name1,name2, KENN1=k11,k12, KENN2=k21,k22,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n,  
  INTERP=interp                                &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der aufsummierten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der aufsummierten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
name1: Kennung der 1.Kurve
k11,k12: Kennzahlen der 1.Kurve
name2: Kennung der 2.Kurve
k21,k22: Kennzahlen der 2.Kurve
namen: Kennung der aufsummierten Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der aufsummierten Kurve
interp: Indikator für Interpolation
>0 Interpolation mit Hilfe des Spline-Unterprogramms
ICSCCU aus IMSL /4/
=0 keine Interpolation
<0 lineare Interpolation

Die Daten werden reduziert auf das Intervall der mit name1 spezifizierten Kurve (Durchschnitt der beiden Intervalle). Kurvenpunkte der 2. Kurve mit Abszissen außerhalb des Abszissenintervalls der 1. Kurve werden nicht berücksichtigt. Falls nötig, werden die Abszissenwerte der 2. Kurve entsprechend dem Parameter INTERP auf die Abszissenwerte der 1. Kurve interpoliert.

Die Summe der Kurven mit Kennung name1 und name2 wird mit Kennung namen auf Einheit IOUT ausgegeben.

4.2. CBM2: Umwandeln von CBM-Wertepaaren in Kurven

&INPUT

OPT='CBM2', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint &END

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der erzeugten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der erzeugten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt

Die Option CBM2 ermöglicht die Umwandlung von Daten des Commodore 4032 Rechners in MODEASY-Kurven.

Dabei wird davon ausgegangen, daß die Daten als Wertepaare im Format der Ausgabe des Programms PROFIL AUS /11/ vorliegen.

Die Kennsätze der Kurven werden folgendermaßen erzeugt:

N: Anzahl der Daten, wird übernommen

NAME: Datenkennung, wird übernommen

KENN1: Kennzahl 1, wird gleich der Bildnummer gesetzt (letzte 5 Stellen des Dateinamens)

KENN2: Kennzahl 2, wird 1 gesetzt.

Die Minima und Maxima werden überlesen, da sie nur für das Wiederlesen am Commodore-Rechner von Bedeutung sind.

Anmerkung:

Die Ergebnisse werden vom Commodore-Rechner auf 5 1/4" Disketten gespeichert. Diese können mit Hilfe eines HP 1000 Rechners auf ein IBM-kompatibles Magnetband umkopiert werden.

Da die Daten vom HP 1000 Rechner im ASCII-Code auf das Magnetband geschrieben werden, ist beim Einlesen des Bandes an der Siemens 7890 bei den DCB-Parametern auf der zugehörigen DD-Karte der Parameter OPTCD=Q anzugeben.

4.3. CBM3: Umwandeln von CBM-Wertetripeln in Kurven

&INPUT

OPT='CBM3', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint &END

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der erzeugten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der erzeugten Kurve werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt

Die Option CBM3 ermöglicht die Umwandlung von Daten des Commodore 4032 Rechners, die als Wertetripel vorliegen, in MODEASY-Kurven. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Daten als Wertetripel (x,y,z) im Format der Ausgabe des Programms PROFILAUSS /11/ vorliegen.

Es werden 2 Kurven erzeugt:

1. Kurve: x, y - Werte
2. Kurve: x, z - Werte

Die Kennsätze der Kurven werden folgendermaßen erzeugt:

N: Anzahl der Daten, wird übernommen
NAME: Datenkennung, wird übernommen
KENN1: Kennzahl 1, wird gleich der Bildnummer gesetzt (letzte 5 Stellen des Dateinamens)
KENN2: Kennzahl 2, wird hochgezählt und für jede neue Datenkennung wieder 1 gesetzt.

Anmerkung:

Die Ergebnisse werden vom Commodore-Rechner auf 5 1/4" Disketten gespeichert. Diese können mit Hilfe eines HP 1000 Rechners auf ein IBM-kompatibles Magnetband umkopiert werden.

Da die Daten vom HP 1000 Rechner im ASCII-Code auf das Magnetband geschrieben werden, ist beim Einlesen des Bandes an der Siemens 7890 bei den DCB-Parametern auf der zugehörigen DD-Karte der Parameter OPTCD=Q anzugeben.

4.4. COPY: Kopieren einer (Teilmenge einer) Datei

&INPUT

```
OPT='COPY', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint, ICOPY=icopy,  
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i          &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der zu kopierenden Kurven
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der kopierten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
icopy: COPY-Indikator
= 0: gesamte Datei auf IOUT kopieren
> 0: Anzahl der zu kopierenden Kurven (≤ 50)
mit Angabe der Kennung
< 0: Anzahl der zu kopierenden Kurven
ohne Angabe der Kennung
(Die ersten |ICOPY| Kurven werden kopiert)

für ICOPY > 0:

name_i: Kennungen der zu kopierenden Kurven (i=1, ICOPY)
k1_i, k2_i: Kennzahlen der zu kopierenden Kurven (i=1, ICOPY)

Die Kennsätze der kopierten Kurven bleiben unverändert.

4.5. CREA: Erzeugen einer Kurve

&INPUT

```
OPT='CREA', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der neu erzeugten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der neu erzeugten Kurve werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt
namen: Kennung der Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der Kurve

Von der Eingabedatei in werden unformatiert folgende Sätze gelesen:

1. Record: N : Anzahl der nachfolgenden Punkte
2. Record: X_i : Abszissen der zu erzeugenden Kurve ($i=1,N$)
3. Record: Y_i : Ordinaten der zu erzeugenden Kurve ($i=1,N$)

Das zum Einlesen zugehörige FORTRAN-Unterprogramm läßt sich natürlich leicht den jeweiligen Bedürfnissen (z.B. formatiertes Lesen oder andere Satzstruktur) anpassen und ist bei den Autoren erhältlich.

4.6. DEVI: Berechnung der Abweichungen zweier Kurven

&INPUT

```
OPT='DEVI', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  INTERP=interp, ICOMPA=icompa, IDEVI=idevi, GEW=gew,  
  NAME=name1,name2, KENN1=k11,k12, KENN2=k21,k22,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n  
&END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die erste Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der berechneten Abweichung
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: berechnete Abweichung wird auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
interp: Indikator für Interpolation
>0 Interpolation mit Hilfe des Spline-Unterprogramms
ICSCCU aus IMSL /4/
=0 keine Interpolation
<0 lineare Interpolation
icompa: FORTRAN-Referenznummer für die zweite Eingabedatei
=0 Es werden zwei Kurven von der Einheit IN verglichen
>0 Es werden alle Kurven der Einheit IN mit allen Kurven
der Einheit ICOMPA verglichen
idevi: Auswahl der Formel zur Berechnung der Abweichung

IDEVI	Formel
1	$y_1 = y_1 - y_2$
2	$y_1 = (y_1 - y_2) / \text{GEW}$
3	$y_1 = (y_1 - y_2) / y_1$
4	$y_1 = y_1 - y_2 $
5	$y_1 = (y_1 - y_2) / \text{GEW} $
6	$y_1 = (y_1 - y_2) / y_1 $
7	$y_1 = y_1 / y_2 * 100.$

Für IDEVI=2 oder IDEVI=5

gew: Gewicht

Für ICOMPA = 0 :

name1: Kennung der 1.Kurve (x1,y1)

k11,k12: Kennzahlen der 1.Kurve

name2: Kennung der 2.Kurve (x2,y2)

k21,k22: Kennzahlen der 2.Kurve

namen: Kennung der berechneten Kurve mit den Abweichungen

k1n,k2n: Kennzahlen der Kurve mit den Abweichungen

Die Daten werden reduziert auf das Intervall der mit name1 spezifizierten Kurve.

Kurvenpunkte der 2. Kurve mit Abszissen außerhalb des Abszissenintervalls der 1. Kurve werden nicht berücksichtigt.

Vor dem Vergleich werden die Kurvenwerte der 2. Kurve entsprechend dem Parameter INTERP auf die Abszissenwerte der 1. Kurve interpoliert.

Für ICOMPA ≠ 0 wird die Kennung der ersten Kurve für die Ausgabe übernommen, die Kennzahlen werden um 1 erhöht.

Die berechnete Abweichung y_1 wird auf Einheit IOU_T geschrieben.

Zusätzlich werden stets ausgedruckt:

TOTAL : Summe über die Komponenten der berechneten Abweichung

AVER : arithmetisches Mittel der Komponenten der berechneten Abweichung

VMIN : minimale Abweichung

VMAX : maximale Abweichung

SD : Standard Abweichung der Komponenten der berechneten Abweichung

$$SD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - AVER)^2$$

4.7. DLTE: Kopieren einer Datei mit teilweiser
Löschung von Kurven

&INPUT

```
OPT='DLTE', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint, IDLTE=idlte,  
NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i           &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der kopierten Kurven
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der kopierten Kurven werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
idlte: Anzahl der Kurven, die nicht kopiert werden sollen
(≤ 50)
name_i: Kennung der Kurven, die nicht kopiert werden sollen
(i=1,IDLTE)
k1_i,k2_i: Kennzahlen der Kurven (i=1,IDLTE)

Die Kennsätze der kopierten Kurven bleiben unverändert.

Anmerkung:

Die Option DLTE ist in gewissem Sinne komplementär zur Option COPY. Sollen nur wenige Kurven gelöscht werden, so ist es einfacher, diese zu spezifizieren und den Rest unverändert zu kopieren. Sollen viele Kurven gelöscht werden, so ist es ökonomischer, nur die zu kopierenden Kurven zu spezifizieren und mit der Option COPY zu arbeiten.

4.8. DRKO: Korrektur von dynamischen Druckkurven in
statischen Druck

&INPUT

```
OPT='DRKO', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i,  
  H=h,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der neu erzeugten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der neu erzeugten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
name_i: Kennungen der Kurven (i=1,5)
k1_i,k2_i: Kennzahlen der Kurven (i=1,5)
in der Reihenfolge:
i = 1: Ausgangskurve x,y y₁ in [Pa]
i = 2: Dichte RHO (Liquid) y₂ in [1/m³]
i = 3: Geschwindigkeit V (Liquid) y₃ in [m/s]
i = 4: Dichte RHO (Gas) y₄ in [1/m³]
i = 5: Geschwindigkeit V (Gas) y₅ in [m/s]
h: Höhe der Liquidsäule über dem Meßpunkt in [m]
namen: Kennung der korrigierten Kurve Y_N
k1n,k2n: Kennzahlen der korrigierten Kurve Y_N

$$y_N = y_1 + 0.5*y_2*y_3^2 + 0.5*y_4*y_5^2 + g*h*y_2$$

g = 9.81 [m/s²]
Y_N in [Pa]

Die neu berechneten (korrigierten) Druckwerte y_N werden auf Einheit IOUT ausgegeben.

Diese Option dient dazu, Kurven mit dynamischen Druckwerten mit Hilfe von zugeordneten Dichte- und Geschwindigkeitskurven umzurechnen in Kurven mit Stau-Druckwerten.

Dazu wird die Formel

$$p_{\text{Stau}} = p_u + \frac{1}{2} \rho_L V_L^2 + \frac{1}{2} \rho_G V_G^2 + g \cdot h \cdot \rho_L$$

(Index u: unkorrigiert, L: liquid, G: Gas)

verwendet, wobei p ein Druck, ρ eine Dichte, V eine Geschwindigkeit, h eine Höhe und g die Gravitationskonstante ist.

Alle Ausgangs-Kurven müssen das gleiche Abszissenfeld haben.

4.9. FILT: Filtern (Glätten) einer Kurve

&INPUT

```
OPT='FILT', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n,  
  INTERP=interp, NO=n0,  
  IMIT=imit, AMIT=amit, BMIT=bmit, CMIT=cmit  &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der gefilterten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der gefilterten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
name: Kennung der zu filternden Kurve
k1,k2: Kennzahlen der zu filternden Kurve
namen: Kennung der gefilterten Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der gefilterten Kurve
interp: Indikator, ob vor der Filterung interpoliert
werden muß (falls Abszisse nicht äquidistant)
> 0: Interpolation mit Spline-Unterprogramm ICSCCU /4/
= 0: keine Interpolation
< 0: lineare Interpolation
imit: Index für Auswahl der Mittelungsgleichung
=1: Glättung nach Hamming
=2: Glättung 4. Ordnung nach Lanczos
=3: 3-Punkte-Formel von Hildebrand
=4: Bestimmung einer Abschneidefrequenz

Für IMIT=1:

```
  amit: }  
  bmit: } Parameter für Mittelungsgleichung  
  cmit: }
```

Für IMIT=4:

n0: Index für Abschneidefrequenz
Für NO=0 ist die ausgegebene Kurve ungefiltert.

Diese Option erzeugt aus einer vorgegebenen Kurve mit äquidistanten Stützpunkten eine neue, geglättete Kurve. (Für nicht äquidistante Stützpunkte kann interpoliert werden, s. Parameter INTERP). Dabei wurden verschiedene Glättungs- bzw. Filtermethoden implementiert.

Die detaillierte Beschreibung dieser Methoden findet sich in Kap.3.4.

Die gefilterte Kurve wird auf Einheit IOU_T ausgegeben.

4.10. FOUR: Fourier-Analyse

&INPUT

```
OPT='FOUR', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2,  
NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n,  
NO=n0, INTERP=interp, IRUECK=irueck      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei

iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der transformierten Kurve

iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der transformierten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt

name: Kennung der zu transformierenden Kurve

k1,k2: Kennzahlen der zu transformierenden Kurve

n0: Index für die Abbruchfrequenz ν_0 bei der Fourier-Analyse
 $\nu_0 = 2\pi / (2n0 + 1)$
n0=0: Im Programm wird $n0=N/2-1$ gesetzt.

interp: Indikator, ob vor der Fourier-Analyse interpoliert
werden muß (falls Abszisse nicht äquidistant)
< 0: lineare Interpolation
= 0: keine Interpolation
> 0: Interpolation mit Spline-Unterprogramm ICSCCU /4/

irueck: = 0 : Fourier-Analyse
= 1 : Fourier-Synthese (Rücktransformation)
= 2 : Fourier-Analyse mit anschließender Synthese
= 102 : Fourier-Analyse mit anschließender Synthese
für alle Kurven der Datei IN=in

namen: Kennung der neu erzeugten Kurve

k1n,k2n: Kennzahlen der neu erzeugten Kurve

Für IRUECK = 0 werden zwei neue Pseudo-Kurven erzeugt:

```
NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=kn2      und  
NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=kn2+1 .
```

Die erste wird aus den Koeffizienten a_k der Fourierentwicklung (*), die zweite aus den Koeffizienten b_k gebildet.

NO

$$(*) y = \sum_{k=1}^N a_k \cos \omega + b_k \sin \omega \quad \omega = 2\pi/N * k$$

Für IRUECK = 1 wird aus den beiden Pseudo-Kurven eine neue Kurve gebildet gemäß (*).

Dabei werden die a_k erwartet unter der Kennung

NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2

und die b_k unter

NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2+1 .

Für IRUECK = 102 bleiben die Kessätze der Kurven unverändert.

4.11. INTE: Integrieren einer Kurve

&INPUT

```
OPT='INTE', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint, INTERP=interp,  
  ISIMP=isimp,  
  NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 (IN ungleich IOUT)
 Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der integrierten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der integrierten Kurve werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt
interp: Indikator, ob vor der Integration interpoliert
 werden muß (falls Abszisse nicht äquidistant)
 < 0: lineare Interpolation
 = 0: keine Interpolation
 > 0: Interpolation mit Spline-Unterprogramm ICSCCU /4/
isimp: Auswahl der Integrationsregel
 ≠ 0 Simpson 3/8-Regel
 = 0 Trapez-Regel
name: Kennung der Kurve
k1,k2: Kennzahlen der Kurve
namen: Kennung der integrierten Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der integrierten Kurve

Es wird für die Funktion $((x_i, y_i), i=1, N)$ numerisch $\int_{x_0}^{x_N} y \, dx$ berechnet.

Für die Integration nach der Simpson 3/8 Regel wurde das Unterprogramm DQSF aus SSP /3/ leicht modifiziert.

4.12. KOMB: Linear-Kombination von Kurven

&INPUT

```
OPT='KOMB', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  IKOMB=ikomb,  
  AF=afi,  
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der Linearkombination
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: die berechnete Linear-Kombination wird ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
ikomb: Anzahl der zur Linear-Kombination benötigten Kurven
(≤ 50)
af_i: Gewichtungsfaktoren; i=1,IKOMB
name_i: Kennungen der Kurven; i=1,IKOMB
k1_i,k2_i: Kennzahlen der Kurven; i=1,IKOMB
namen: neue Kennung der neu erzeugten Kurve
k1n,k2n: neue Kennzahlen der Kurve

Die neue Kurve wird berechnet nach der Formel:

$$y(j)_{\text{neu}} = \sum_{i=1}^{\text{IKOMB}} y(j)_i * af_i \quad (j=1,N)$$

Die Abszissen der Kurven y_i werden reduziert auf das Intervall der mit `namen1` spezifizierten Kurve und gegebenenfalls auf gleiche Stützstellen interpoliert.

4.13. LIST: Auflisten von Kurven oder Kennsätzen

&INPUT

OPT='LIST', IN=in, ILIST=ilist,
NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2 &END

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei

ilist: List-Indikator

 =1: Nur Kennsätze der Kurven der Datei listen

 =2: eine ausgewählte Kurve ausdrucken

 =3: alle Kurven einer Datei ausdrucken

für ILIST=2:

name: Kennung der auszudruckenden Kurve

k1,k2: Kennzahlen der auszudruckenden Kurve

Anmerkung:

1. Mit ILIST = 1 erhält man ein Inhaltsverzeichnis der Datei.

2. Es wird ausgegeben: der Kennsatz der Kurve, die Abszissen
(für ILIST = 2,3) und danach das Ordinatenfeld.

Einen besser aufbereiteten Ausdruck der Kurven erhält man mit
Hilfe der Option TABU.

4.14. MAXI: Neue Kurve aus den Maxima von 3 Kurven bilden

&INPUT

```
OPT='MAXI', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=name1,name2,name3,  
  KENN1=k11,k12,k13, KENN2=k21,k22,k23,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=kn2 &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der neuen Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der neuen Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
name1: Kennung der 1. Kurve (X1,Y1)
k11,k21: Kennzahlen der 1. Kurve
name2: Kennung der 2. Kurve (X2,Y2)
k12,k22: Kennzahlen der 2. Kurve
name3: Kennung der 3. Kurve (X3,Y3)
k13,k23: Kennzahlen der 3. Kurve
namen: Kennung der neuen Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der neuen Kurve

Die Daten werden reduziert auf das Intervall der mit name1 spezifizierten Kurve. Kurvenpunkte der 2. und 3. Kurve mit Abszissen außerhalb des Abszissenintervalls der 1. Kurve werden nicht berücksichtigt.

Vor dem Vergleich werden die Kurvenwerte der 2. und 3. Kurve (mit dem Spline-Unterprogramm ICSCCU aus IMSL /4/) auf die Abszissenwerte der 1. Kurve interpoliert.

Für jeden Ortspunkt i ($i=1,N$) wird die neue Kurve gebildet als

$$Y_N(i) = \max \{ Y_N(j), Y_1(j), Y_2(j), Y_3(j) \}.$$

$j = 1, i$

Als zugehöriges Abszissenfeld wird X_1 benutzt.

Die aus den Maxima gebildete Kurve (Einhüllende) wird auf Einheit IOUT ausgegeben (für IOUT \neq 0).

4.15. MODI: Umskalieren einer Kurve

&INPUT

```
OPT='MODI', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n,  
  IMODI=imodi,  
  A=a, B=b, C=c, D=d,  
  XMIN=xmin, XMAX=xmax, YMIN=ymin, YMAX=ymax      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der modifizierten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der modifizierten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
name: Kennung der Kurve
k1,k2: Kennzahlen der Kurve
namen: Kennung für die modifizierte Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen für die modifizierte Kurve
imodi: Indikator für Umskalierung der Kurve
($1 \leq \text{IMODI} \leq 7$ bzw. $101 \leq \text{IMODI} \leq 107$)
Für $\text{IMODI} > 100$ wird die entsprechende Operation für
alle Kurven der mit IN spezifizierten Datei
ausgeführt.

Umskalierung gemäß der Formel:

Für $\text{IMODI}=1$: $x = ax + b$

a,b: Parameter für Umskalierung der Abszisse

Für $\text{IMODI}=2$: $y = cy + d$

c,d: Parameter für Umskalierung der Ordinate

Für $\text{IMODI}=3$: $x = ax+b, y = cy + d$

a,b: Parameter für Umskalierung der Abszisse
c,d: Parameter für Umskalierung der Ordinate

Für IMODI=4: $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$

xmin: Minimum und

xmax: Maximum für Ausschnitt der Abszisse

alle Kurvenpunkte außerhalb des Ausschnitts fallen weg

Für IMODI=5: $y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$

ymin: Minimum und

ymax: Maximum für Ordinate

alle Kurvenpunkte außerhalb des Ausschnitts werden
abgeschnitten (d.h., $y=y_{\min}$ bzw. $y=y_{\max}$)

Für IMODI=6: $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$, $y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$

xmin: Minimum und

xmax: Maximum für Ausschnitt der Abszisse

alle Kurvenpunkte außerhalb des Ausschnitts fallen weg

ymin: Minimum und

ymax: Maximum für Ordinate

alle Kurvenpunkte außerhalb des Ausschnitts werden
abgeschnitten (d.h., $y = y_{\min}$ bzw. $y = y_{\max}$)

Für IMODI=7: Die Ordinaten werden dividiert durch den betragsmäßig
größten Wert (Normierung der Ordinatenwerte auf das
Intervall $[-1.0, +1.0]$).

4.16. ORAB: Ordinate wird Abszisse

&INPUT

```
OPT='ORAB', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  INTERP=interp,  
  NAME=name1,name2, KENN1=k11,k12, KENN2=k21,k22,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 (IN ungleich IOUT)
 Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der neuen Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der neuen Kurve werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt
interp: Indikator für Interpolation
 >0 Interpolation mit Hilfe des Spline-Unterprogramms
 ICSCCU aus IMSL /4/
 =0 keine Interpolation
 <0 lineare Interpolation
name1: Kennung der 1.Kurve
k11,k12: Kennzahlen der 1.Kurve
name2: Kennung der 2.Kurve
k21,k22: Kennzahlen der 2.Kurve
namen: Kennung der neuen Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der neuen Kurve

Aus den (x_1, y_1) -Wertepaaren der 1. Kurve und den (x_2, y_2) -Wertepaaren der 2. Kurve wird eine neue Kurve mit den Wertepaaren (y_1, y_2) zusammengestellt.

Die Daten werden reduziert auf das Intervall der mit name1 spezifizierten Kurve (Durchschnitt der beiden Intervalle). Kurvenpunkte der 2. Kurve mit Abszissen außerhalb des Abszissenintervalls der 1. Kurve werden nicht berücksichtigt. Falls nötig, werden die Kurvenwerte der 2. Kurve entsprechend dem Parameter INTERP auf die Abszissenwerte der 1. Kurve interpoliert.

Die neue Kurve wird mit Kennung 'namen' auf Einheit IOUT ausgegeben.

4.17. RENA: Umbenennen einer Kurve

&INPUT

```
OPT='RENA', IN=in, IOU= iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 (IN ungleich IOU)
 Falls IOU=0 ist, keine Ausgabe der umbenannten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der umbenannten Kurve werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt
name: Kennung der Kurve
k1,k2: Kennzahlen der Kurve
namen: neue Kennung der Kurve
k1n,k2n: neue Kennzahlen der Kurve

Die Kurve mit Kennsatz 'name', k1, k2 wird mit dem Kennsatz
'namen', k1n, k2n auf Einheit IOU ausgegeben.

4.18. SUMM: Summe mehrerer Kurven mit unterschiedlichen Abszissen

```
&INPUT
  OPT='SUMM', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,
  ISUM=isum,
  AF=afi,
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i,
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n      &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 (IN ungleich IOUT)
 Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der aufsummierten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der Summe werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt
isum: Anzahl der in die Summe eingehenden Kurven
 (≤ 50)
af_i: Gewichtsfaktoren; i=1,ISUM
name_i: Kennung der Kurven; i=1,ISUM
k1_i,k2_i: Kennzahlen der Kurven; i=1,ISUM
namen: neue Kennung der Kurve
k1n,k2n: neue Kennzahlen der Kurve

$$y(j)_{\text{neu}} = \sum_{i=1}^{\text{ISUM}} y(j)_i * af_i \quad (j=1,N)$$

Die Option SUMM ist als Sonderfall der Option KOMB realisiert und unterscheidet sich in der Interpolation.

Als erste Kurve ist diejenige mit dem umfassendsten Abszissen-Intervall zu definieren, die anderen Kurven werden dann, entsprechend der Länge ihrer Abszisse, auf die Stützstellen der ersten Kurve linear interpoliert. Eine Extrapolation ist nur nach links zugelassen.

4.19. TABU: Ausdrucken von Kurven in Tabellenform

&INPUT

```
OPT='TABU', IN=in,  
  IANZ=ianz, ISTEP=istep, IDIN=idin,  
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
ianz: Anzahl der Kurven, die in der Tabelle ausgedruckt
 werden sollen
istep: jeder istep-te Wert der Kurven wird ausgedruckt
idin: Auswahl für DIN A4 - Format
 =1: DIN A4 - Hoch
 =2: DIN A4 - Quer
name_i: Kennungen der Kurven (i=1,IANZ)
k1_i,k2_i: Kennzahlen der Kurven (i=1,IANZ)

Es werden spaltenweise ausgegeben: die Abszissenwerte der ersten spezifizierten Kurve und dann die Ordinatenwerte aller Kurven.

Für IDIN=1 können 5 Spalten nebeneinander gedruckt werden (DIN A4-Format hoch).

Für IDIN=2 können 7 Spalten nebeneinander gedruckt werden (DIN A4-Format quer).

Sollen mehr Kurven ausgegeben werden als nach IDIN möglich (IANZ größer als 5 bzw. 7), werden Folgetabellen erstellt.

Falls die Abszissen der zu tabellierenden Kurven nicht übereinstimmen, wird eine Meldung ausgedruckt und die Kurvenpunkte werden linear auf die Abszisse der ersten Kurve interpoliert.

4.20. TEST: Erzeugen einer Testkurve

&INPUT

OPT='TEST', IOUT=iout, IPRINT=iprint,
NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n &END

iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der erzeugten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der erzeugten Kurve werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
namen: Kennung der erzeugten Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der erzeugten Kurve

Die Testkurve wird im Standardformat auf Einheit IOUT ausgegeben.
Die Berechnung der Kurve erfolgt in dem Unterprogramm TEST.
Als "default" ist ein Unterprogramm implementiert, das die Kurve
 $y(i) = f(x(i)) = x(i)$ erzeugt.

4.21. TREP: Erzeugen von Treppenfunktionen aus Kurven

&INPUT

```
OPT='TREP', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  ITREP=itrep,  
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i           &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei

iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
(IN ungleich IOUT)

Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der Treppenfunktion

iprint: Steuergröße für Druckausgabe

= 1: Daten der Treppenfunktion werden auch ausgedruckt

= 0: Druckausgabe unterbleibt

itrep: TREP-Indikator

= 0: für gesamte Datei Treppenfunktionen erzeugen

> 0: Anzahl der Kurven (≤ 50), für die eine Treppenfunktion zu erzeugen ist, mit Angabe der Kennung

< 0: Anzahl der Kurven (≤ 50), für die eine Treppenfunktion zu erzeugen ist, ohne Angabe der Kennung
(Die ersten $|ITREP|$ Kurven werden behandelt)

für ITREP > 0:

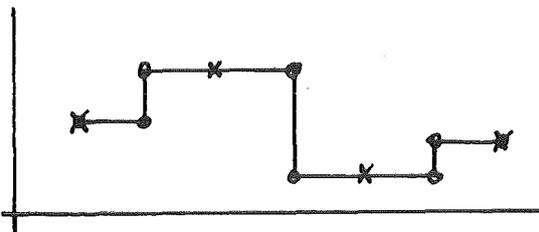
name_i: Kennungen der Treppenfunktionen (i=1,ITREP)

k1_i,k2_i:Kennzahlen der Treppenfunktionen (i=1,ITREP)

Die Kennsätze der Kurven bleiben unverändert.

Der erste und letzte Punkt der Abszisse wird übernommen; die anderen Punkte werden durch Halbieren der Intervalle der Abszisse erzeugt.

Die Umformung geschieht im Unterprogramm UMF.



x: Eingabe

o: Ausgabe

4.22. UMKE: Umsortieren der Reihenfolge der Abszissen von Kurven von steigend nach fallend oder umgekehrt

&INPUT

```
OPT='UMKE', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  IUMKE=iumke,  
  NAME=namei, KENN1=k1i, KENN2=k2i           &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
 (IN ungleich IOUT)
 Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der umsortierten Kurven
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
 = 1: Daten der umsortierten Kurve werden auch ausgedruckt
 = 0: Druckausgabe unterbleibt
iumke: Indikator für Umkehren von Kurven
 = 0: für gesamte Datei sollen die Abszissen der Kurven
 umsortiert werden
 > 0: Anzahl der Kurven (≤ 50), für welche die Abszissen
 umsortiert werden sollen, mit Angabe der Kennung
 < 0: Anzahl der Kurven (≤ 50), für welche die Abszissen
 umsortiert werden sollen, ohne Angabe der Kennung
 (Die ersten |IUMKE| Kurven werden behandelt)

für IUMKE > 0:

name_i: Kennungen der Kurven ($i=1, IUMKE$), deren Abszissen
 umsortiert werden sollen
k1_i, k2_i: Kennzahlen der Kurven ($i=1, IUMKE$), deren Abszissen
 umsortiert werden sollen

Aus der Kurve $\{(x_i, y_i), i=1, N\}$ wird die Kurve $\{(x_{N-i+1}, y_{N-i+1}), i=1, N\}$ erzeugt.

Die Kennsätze der Kurven bleiben unverändert.

Die Umsortierung geschieht im Unterprogramm UMK.

4.23. WORK: Berechnen der isentropen Ausdehnungsarbeit $\int p dV$

&INPUT

```
OPT='WORK', IN=in, IOUT=iout, IPRINT=iprint,  
  NAME=name, KENN1=k1, KENN2=k2,  
  AKAPPA= $\kappa$ , V0=v0, P0=p0,  
  NAMEN=namen, KENN1N=k1n, KENN2N=k2n &END
```

in: FORTRAN-Referenznummer für die Eingabedatei
iout: FORTRAN-Referenznummer für die Ausgabedatei
Falls IOUT=0 ist, keine Ausgabe der erzeugten Kurve
iprint: Steuergröße für Druckausgabe
= 1: Daten der Ausdehnungsarbeit werden auch ausgedruckt
= 0: Druckausgabe unterbleibt
name: Kennung der Kurve
k1,k2: Kennzahlen der Kurve
P0:
V0: Koeffizienten für Berechnung der Ausdehnungsarbeit
 κ : (s. unten)
namen: Kennung der neuen Kurve
k1n,k2n: Kennzahlen der neuen Kurve

Diese Option berechnet die Ausdehnungsarbeit ($\int p dV$) eines Volumens V_0 bei Expansion bzw. Kompression auf das Volumen V_t . Dazu wird eine isentrope Expansion angenommen:

$$p_0 V_0^\kappa = p_t V_t^\kappa \quad (\kappa = \text{Isentropieindex}).$$

Die Abszissen der eingelesenen Kurve werden als Zeitpunkte, die Ordinaten als zugehörige Volumenwerte betrachtet.
 p_0 , V_0 und κ sind Eingabewerte.

$\int p dV$ berechnet sich aus folgender Formel:

Für $\kappa \neq 1$:

$$W = \frac{p_0 * V_0^\kappa}{1 - \kappa} * (V_t^{1-\kappa} - V_0^{1-\kappa})$$

Für $\kappa = 1$:

$$W = p_0 * V_0 * \ln \frac{V_t}{V_0}$$

5. Beschreibung einiger Unterprogramme

Die folgenden Unterprogramme werden von mehreren oder allen Optionen verwendet und sind auch für Erweiterungen der Optionsliste gut geeignet.

Die Verwendung dieser Unterprogramme ermöglicht den modularen Aufbau von MODEASY und bewirkt eine Abgleichung der Optionen untereinander. Bei zukünftigen Erweiterungen der Programms sollte auf diese Unterprogramme zurückgegriffen werden.

5.1 Hauptprogramm

Im Hauptprogramm wird der Ablauf des Programms MODEASY gesteuert. Entsprechend der gewünschten Optionen werden die benötigten Unterprogramme aufgerufen.

Die Dimensionsangaben für Felder werden in PARAMETER-Statements festgelegt.

Zunächst werden die Standard-Werte für die Eingabegrößen gesetzt.

Die NAMELIST &INPUT wird von der Einheit 5 eingelesen.

Die spezifizierten Angaben für IN und IOU werden geprüft, eventuell wird eine Fehlermeldung ausgedruckt.

Je nach gewünschter Option wird das entsprechende Unterprogramm aufgerufen. Falls eine ungültige Option aufgerufen wurde, wird eine Fehlermeldung ausgedruckt.

Nach Rückkehr aus den aufgerufenen Unterprogrammen wird die nächste NAMELIST &INPUT eingelesen.

Ist keine weitere Eingabe mehr vorhanden, wird das Protokoll abgeschlossen und der Job beendet.

5.2 Unterprogramm AEQUI

Im Unterprogramm AEQUI wird für nicht äquidistante Stützstellen einer Abszisse auf äquidistante Stützstellen interpoliert.

Über den Parameter INTERP kann die Art der Interpolation gewählt werden (s. 5.4, 5.5, 5.6).

5.3 Unterprogramm ERRMSG

Im Unterprogramm ERRMSG wird eine Fehlermeldung ausgedruckt, falls beim Eröffnen einer Eingabedatei im Unterprogramm READAT/READA2 ein Fehler auftritt. Das Programm wird beendet.

5.4 Unterprogramm INTLIN

Im Unterprogramm INTLIN wird eine lineare Interpolation der Funktionswerte vom Abszissenbereich X_2 auf X_1 durchgeführt. Für Werte X_2 , die außerhalb der Abszissenwerte X_1 liegen, wird extrapoliert.

5.5 Unterprogramm INTLI2

Im Unterprogramm INTLI2 wird eine lineare Interpolation der Funktionswerte vom Abszissenbereich X_2 auf X_1 durchgeführt.

Im Unterschied zu INTLIN ist nur eine Extrapolation nach links zugelassen. Für Stützstellen der ersten Kurve, die größer sind als das Maximum der Abszisse der zweiten Kurve, wird der Algorithmus geordnet abgebrochen, d.h., es wird nicht nach rechts extrapoliert.

5.6 Unterprogramm INTX1

Im Unterprogramm INTX1 werden die Abszissen der zweiten Kurve zunächst auf den Bereich der ersten Kurve, bzw. den überlappenden Bereich beider Kurven, reduziert. Kurvenpunkte der zweiten Kurve mit Abszissenwerten außerhalb des Abszissenintervalls der ersten Kurve werden nicht berücksichtigt.

Die Interpolation erfolgt abhängig vom Parameter INTERP linear oder mit Hilfe des Spline-Unterprogramms ICSCCU /4/.

5.7 Unterprogramm OUTDSN

Mit Hilfe des Unterprogramms OUTDSN wird der Dataset-Name einer Datei protokolliert, wenn alle Kurven eine Eingabedatei behandelt werden sollen.

5.8 Unterprogramm READAT

READAT ist die zentrale Einleseroutine für MODEASY und das wesentliche Interface zur definierten Dateistruktur. Bei der Verarbeitung einer anderen Struktur muß READAT umprogrammiert werden.

In READAT wird eine Kurve für eine vorgegebene Kennung aus der Datei gesucht und eingelesen.

Programmliste

```
      SUBROUTINE READAT (NFI,NAME,KENN1,KENN2,X,Y,LMAX,NPKT,*)
*
*   EINLESEN DER DATEN
*
      CHARACTER*8 NAME,NAMF
      DIMENSION X(LMAX),Y(LMAX)
      EXTERNAL ERRMSG
      CALL ERRSET (213,0,-1,0,ERRMSG,1)
      IKURVE = 0
      REWIND NFI
100  IKURVE = IKURVE+1
      ISATZ = 1
      READ (NFI,END=300,ERR=500) NPKT,NAMF,K1,K2
      IF (NAMF.NE.NAME.OR.K1.NE.KENN1.OR.K2.NE.KENN2) GOTO 200
      IF (NPKT.GT.LMAX) GOTO 600
      ISATZ = 2
      READ (NFI,END=700,ERR=500) (X(I),I=1,NPKT)
      ISATZ = 3
      READ (NFI,END=700,ERR=500) (Y(I),I=1,NPKT)
      RETURN
200  ISATZ = 2
      READ (NFI,END=700,ERR=500)
      ISATZ = 3
      READ (NFI,END=700,ERR=500)
      GOTO 100
300  IKURVE = IKURVE-1
      WRITE (6,1000) IKURVE,NAME,KENN1,KENN2
```

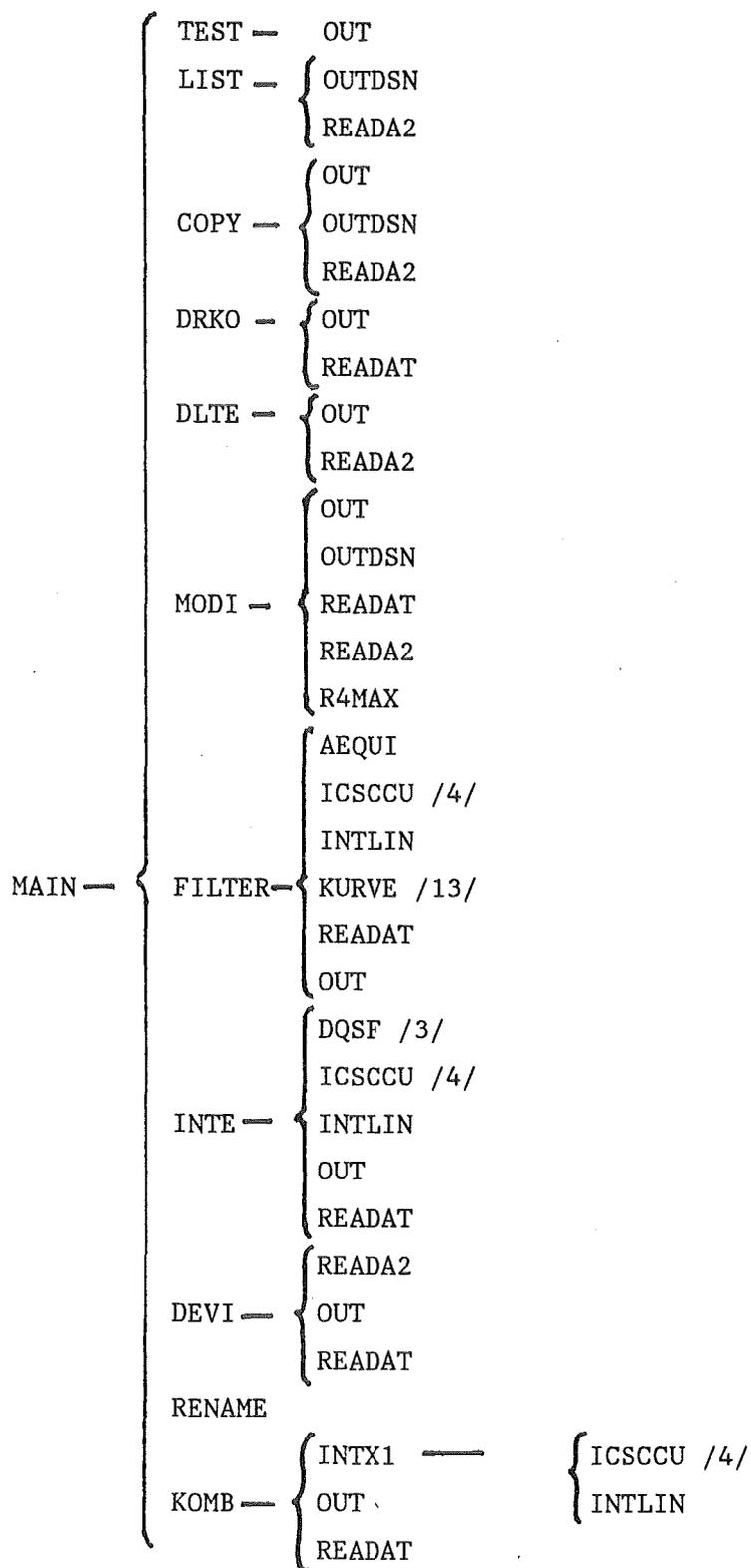
```
400 NPKT = 0
    REWIND NFI
    RETURN 1
500 WRITE (6,2000) NFI,IKURVE,ISATZ
    GOTO 400
600 WRITE (6,3000) NAME,KENN1,KENN2,NPKT,LMAX
    GOTO 400
700 WRITE (6,4000) IKURVE,ISATZ,NFI
    GOTO 400
1000 FORMAT (//' **',I4,' KURVEN WURDEN GELESEN.',/
+          ' ** IDENTIFIKATION  :','''',A8,'''',2I10,
+          ' NICHT GEFUNDEN.')
```

```
2000 FORMAT (//' ** I/O-FEHLER AUF EINHEIT',I3,' KURVE',I4,' SATZ',I3)
3000 FORMAT (//' ** IDENTIFIKATION:  ','''',A8,'''',2I10,
+          /' ** ANZAHL DER PUNKTE',I10,' .G.T.  MAX.',I10)
4000 FORMAT (//' ** DATEI-ENDE.',/' ** KURVE',I6,' SATZ',I3,
+          ' AUF EINHEIT',I3)
    E N D
```

5.9 Unterprogramm READA2

Das Unterprogramm READA2 ist eine modifizierte Version von READAT.
Es wird ohne Abfrage der Kennung die nächste Kurve von der Eingabedatei
eingelesen.

6. Aufruf-Struktur von MODEASY



TABU	—	READAT	
CREA	—	OUT	
		AEQUI	{ AEQUI
		FFTSC /4/	{ FFTSC /4/
		ICSCCU /4/	{ ICSCCU /4/
FOUR	←	FOURAL —	{ INTLIN
		ICSCCU /4/	{ OUT
		INTLIN	{ OUTDSN
		OUT	{ READA2
		READAT	
WORK	—	OUT	
		READAT	
		INTX1 —	{ ICSCCU /4/
MAXI	—	OUT	{ INTLIN
		READAT	
		OUT	
UMKE	—	OUTDSN	
		READA2	
		UMK	
		OUT	
TREP	—	OUTDSN	
		READA2	
		UMF	
		INTLI2	
SUMM	—	OUT	
		READAT	
CBM2		OUT	
CBM3		OUT	

Anmerkung:

RENAME: Entry in MODI

READAT/5/ — { ERRMSG
ERRSET

READA2: Abgewandelte Version von READAT

AEQUI: Subroutine für Interpolation für nicht äquidistante
Abszisse

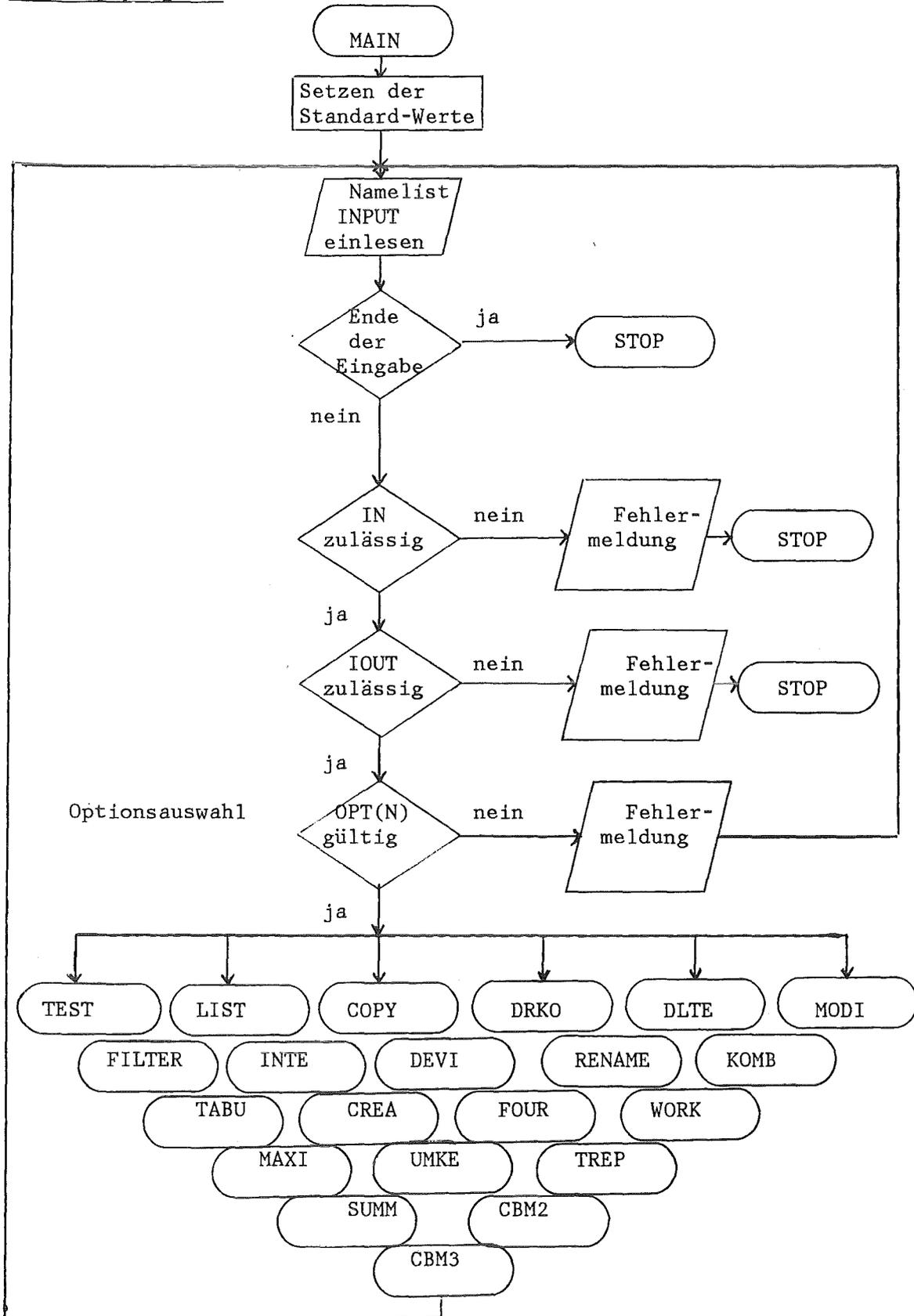
INTLIN: Subroutine für lineare Interpolation

INTX1: Subroutine für Interpolation mit Beschränkung auf über-
lappenden Bereich

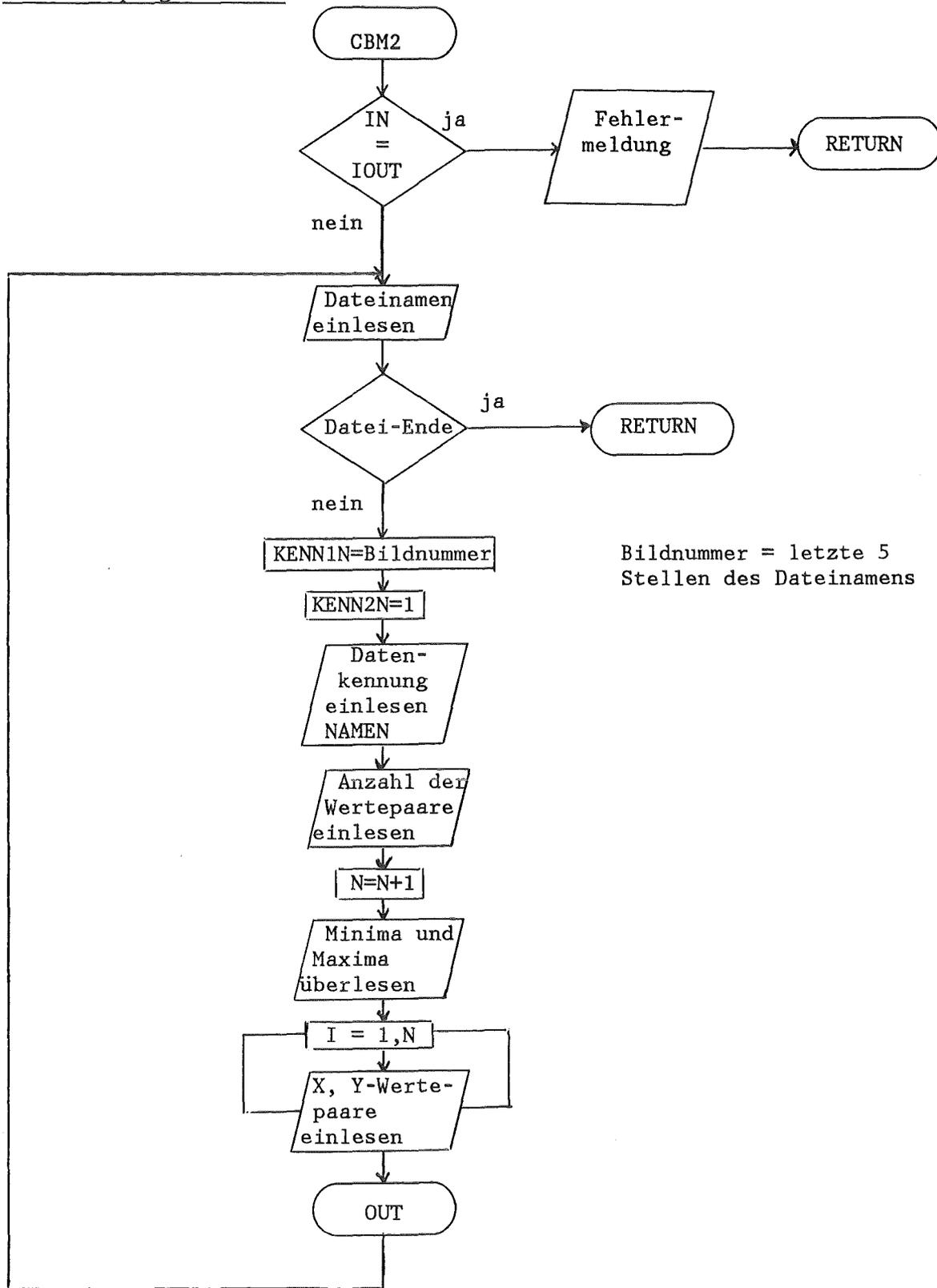
INTLI2: Subroutine für Interpolation mit Abbruch, wenn Abszissen
nicht gleich lang sind.

7. Flussdiagramme

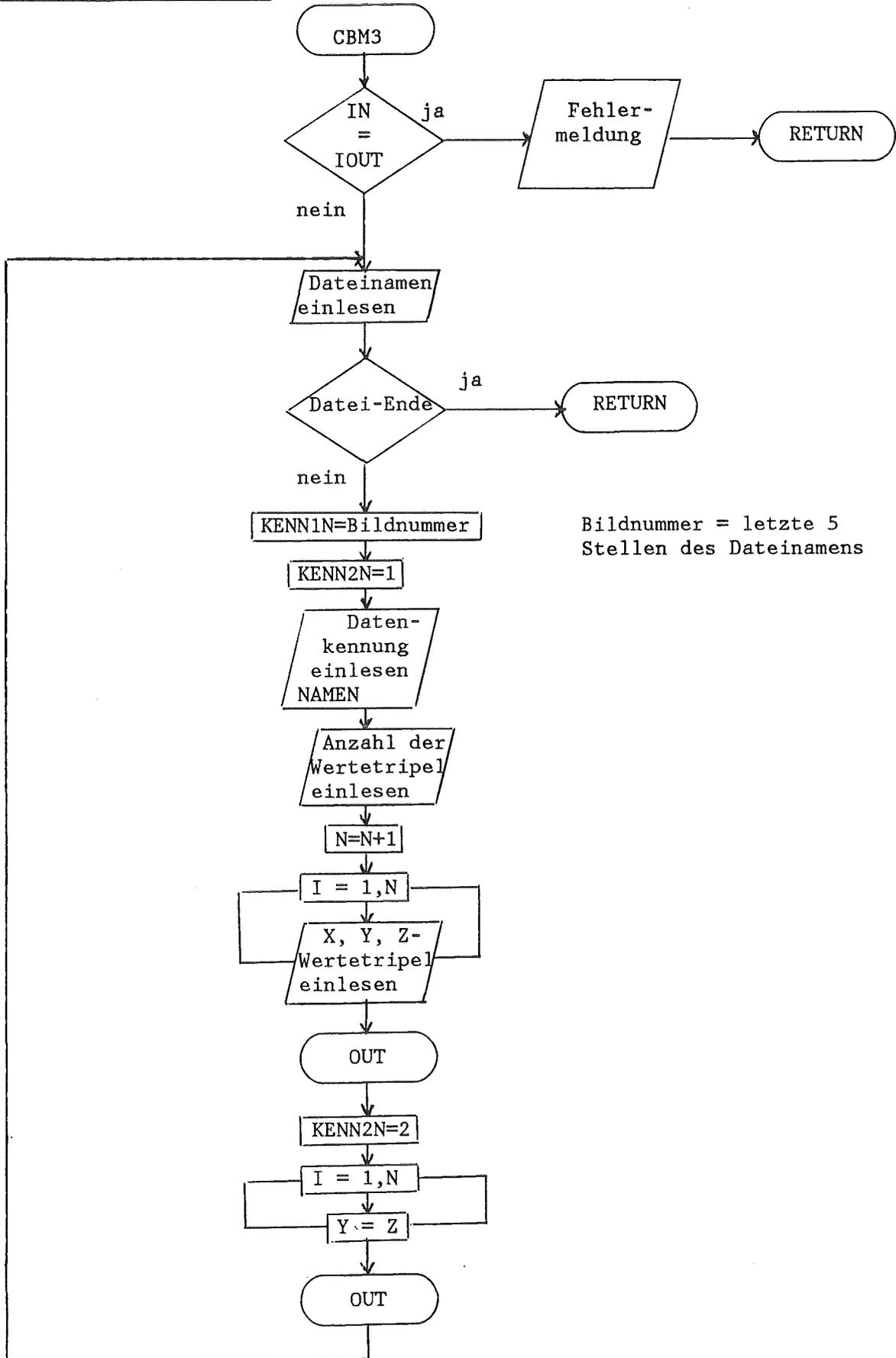
7.1 Hauptprogramm



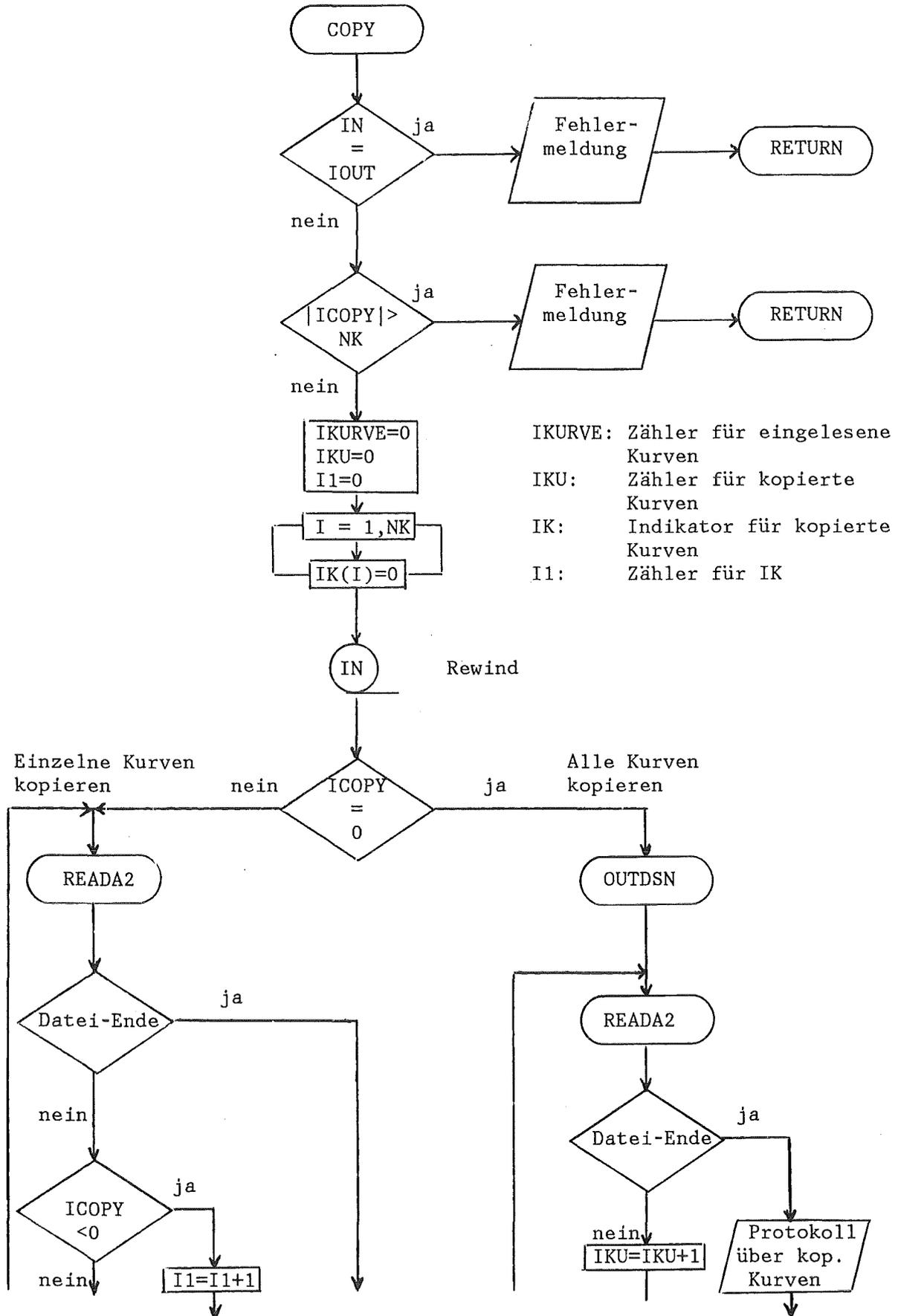
7.2 Unterprogramm CBM2

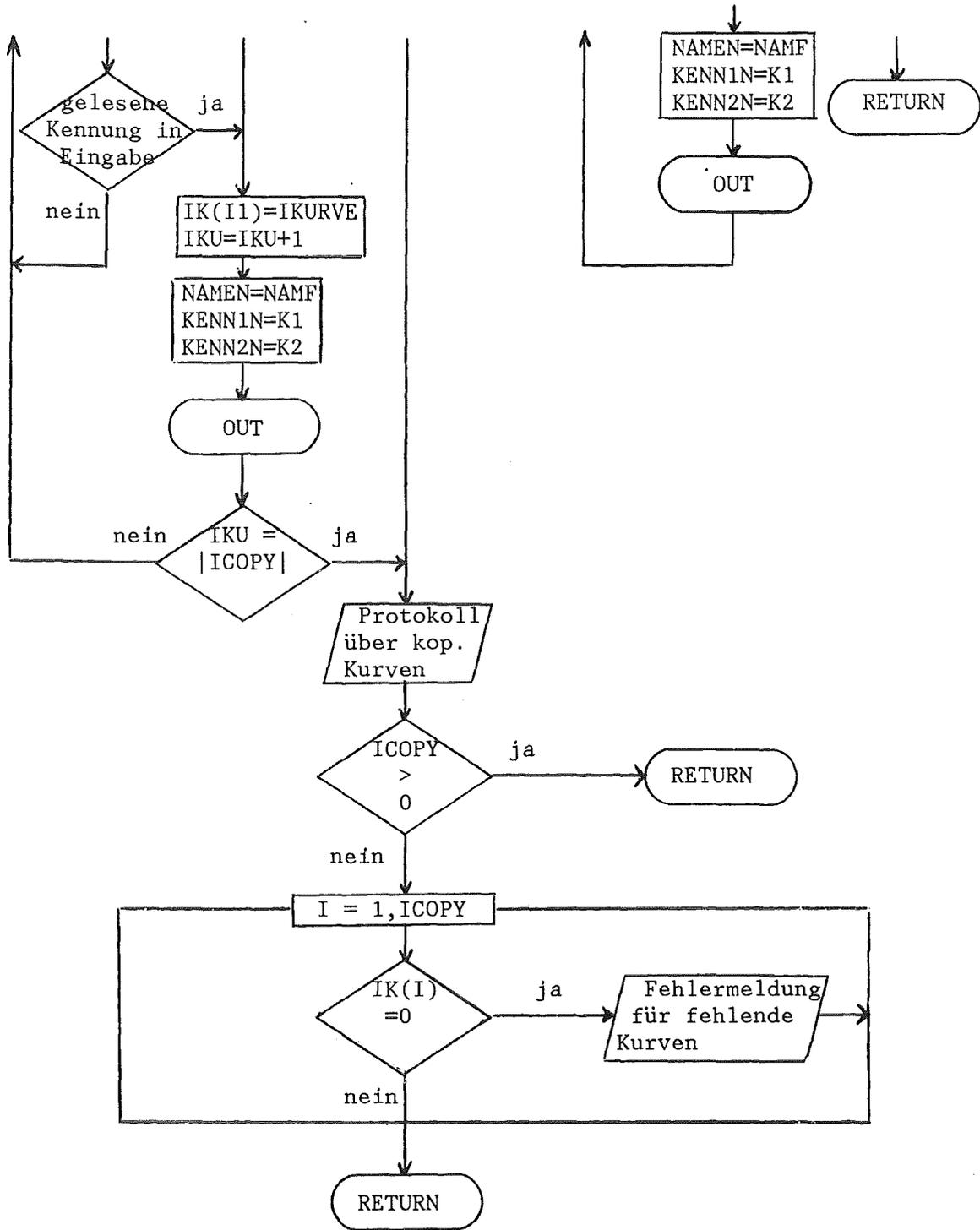


7.3 Unterprogramm CBM3

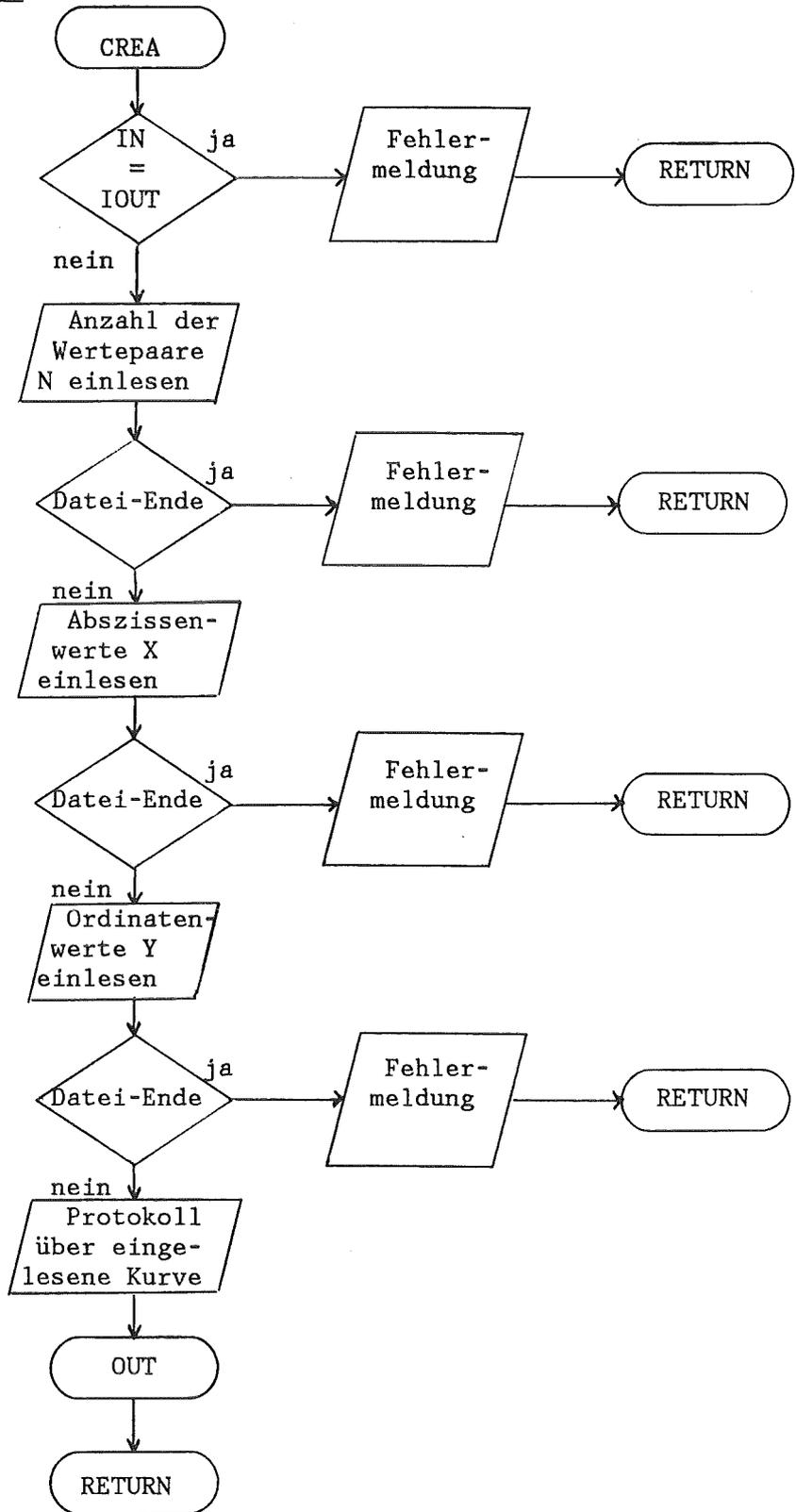


7.4 Unterprogramm COPY

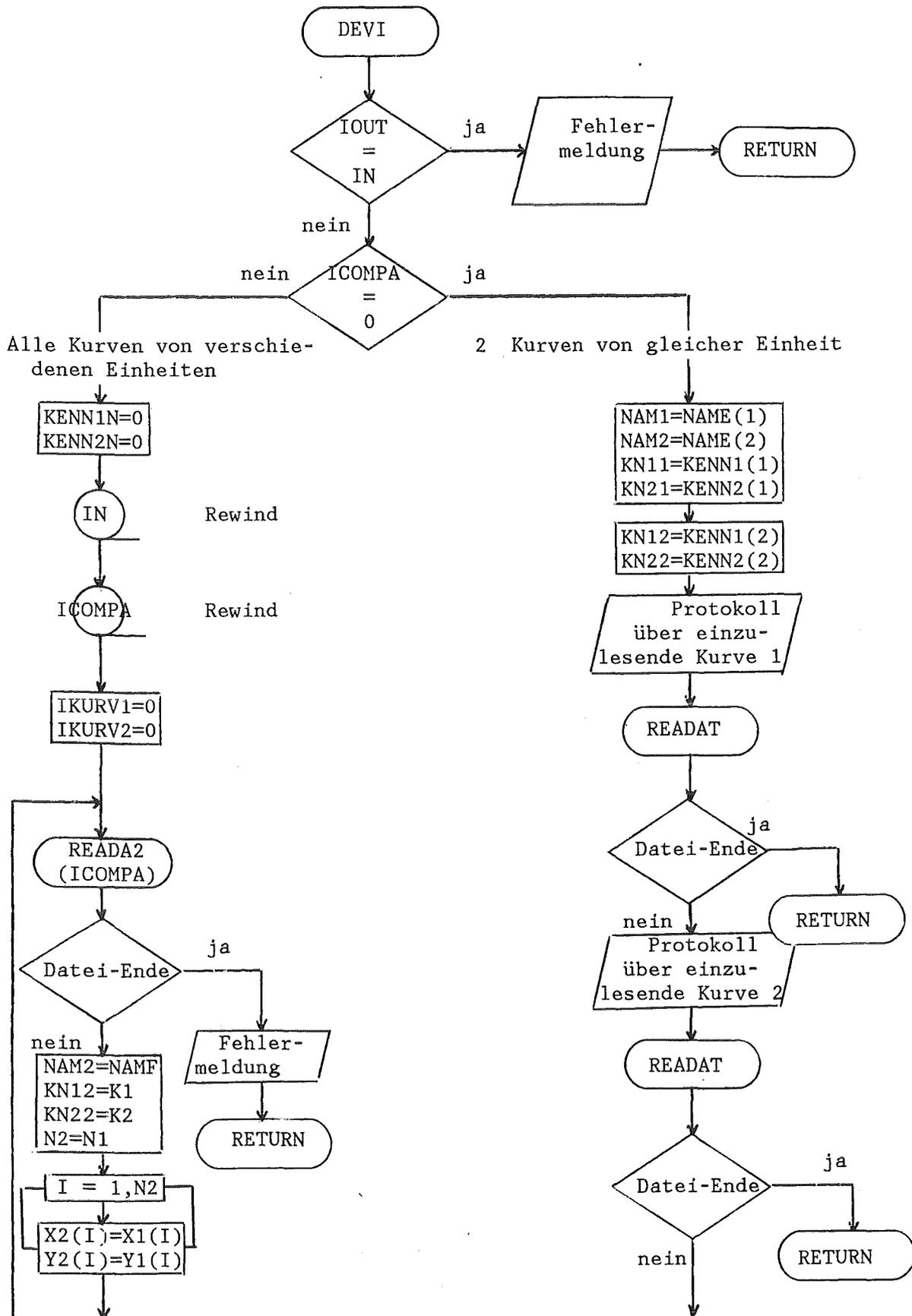


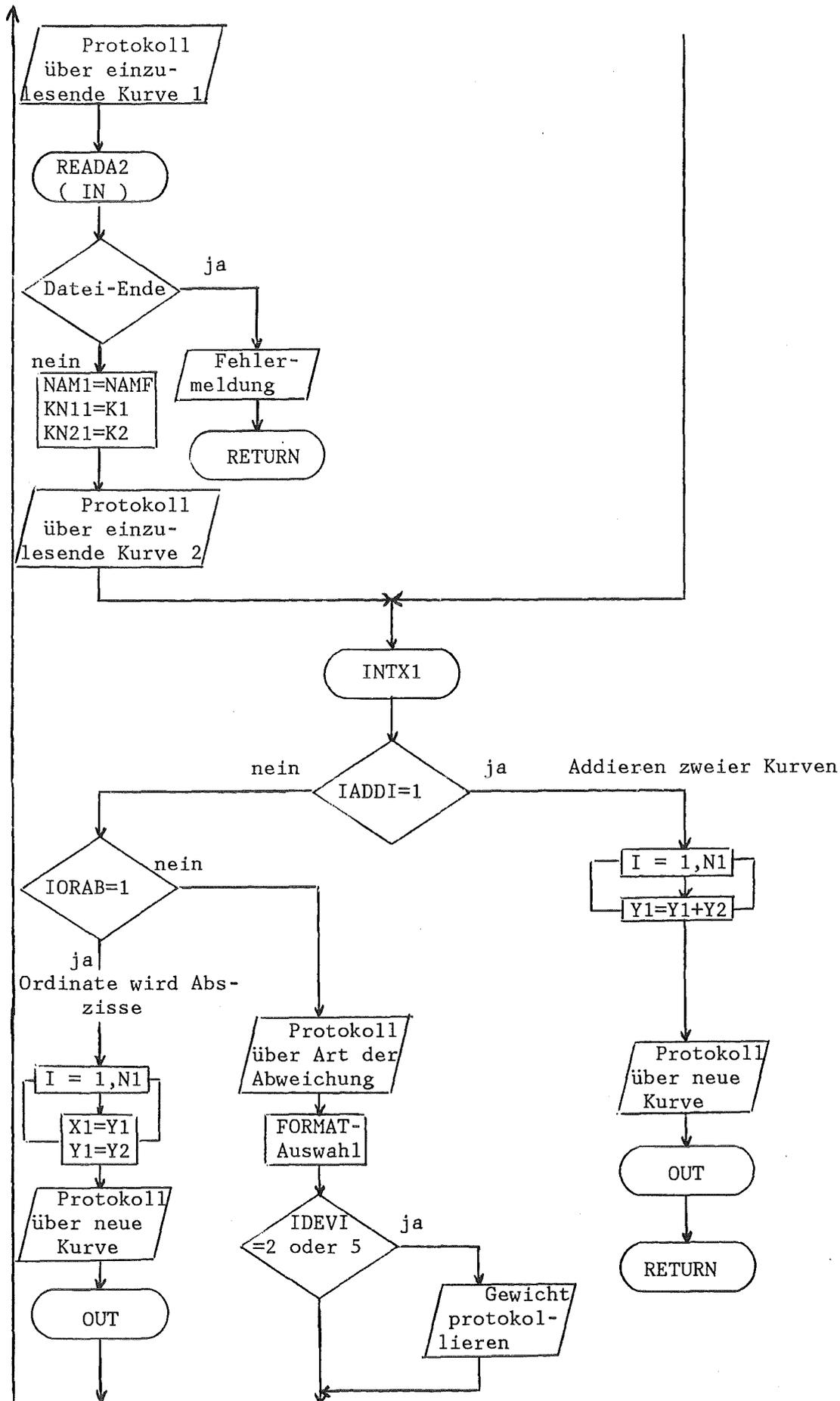


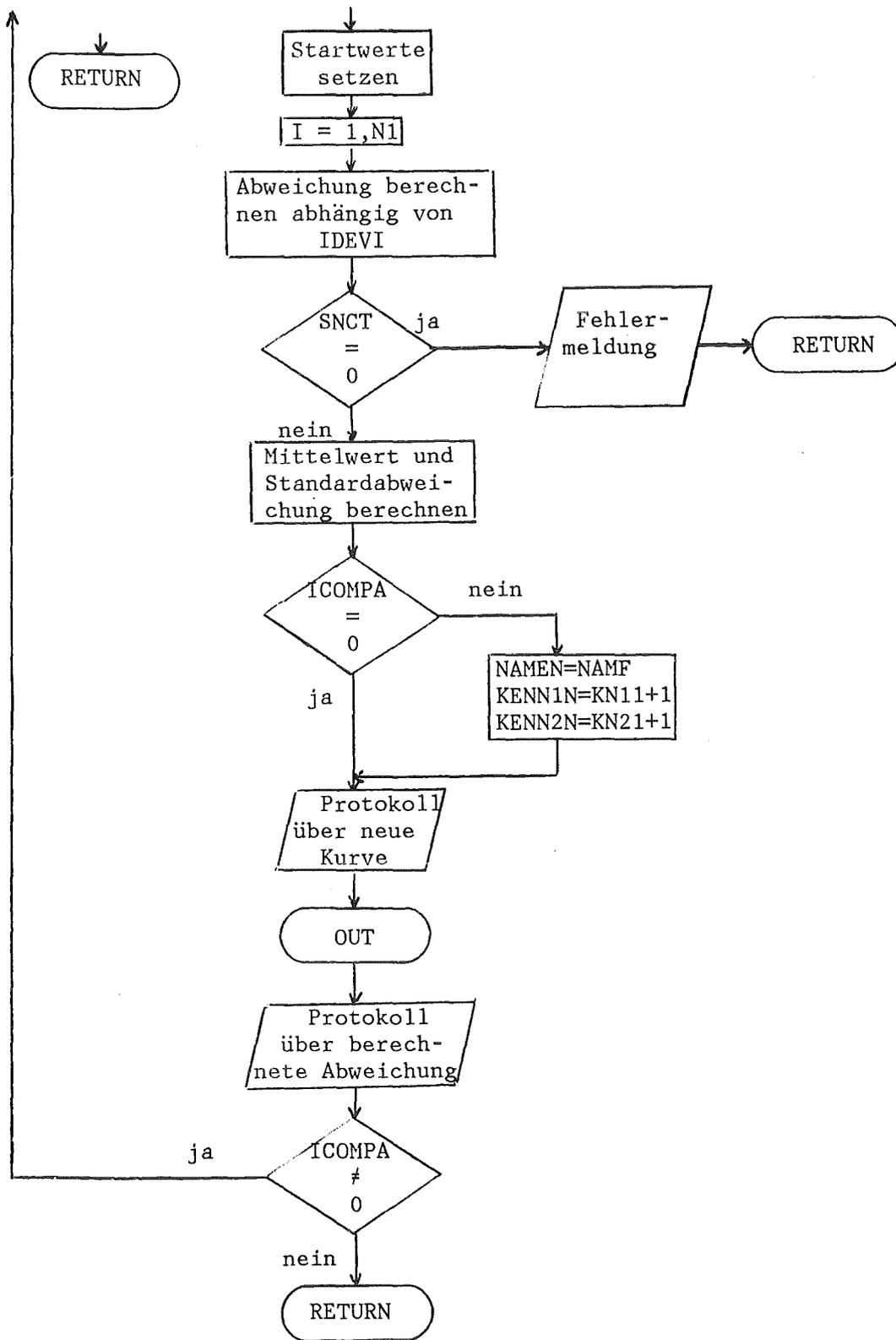
7.5 Unterprogramm CREA



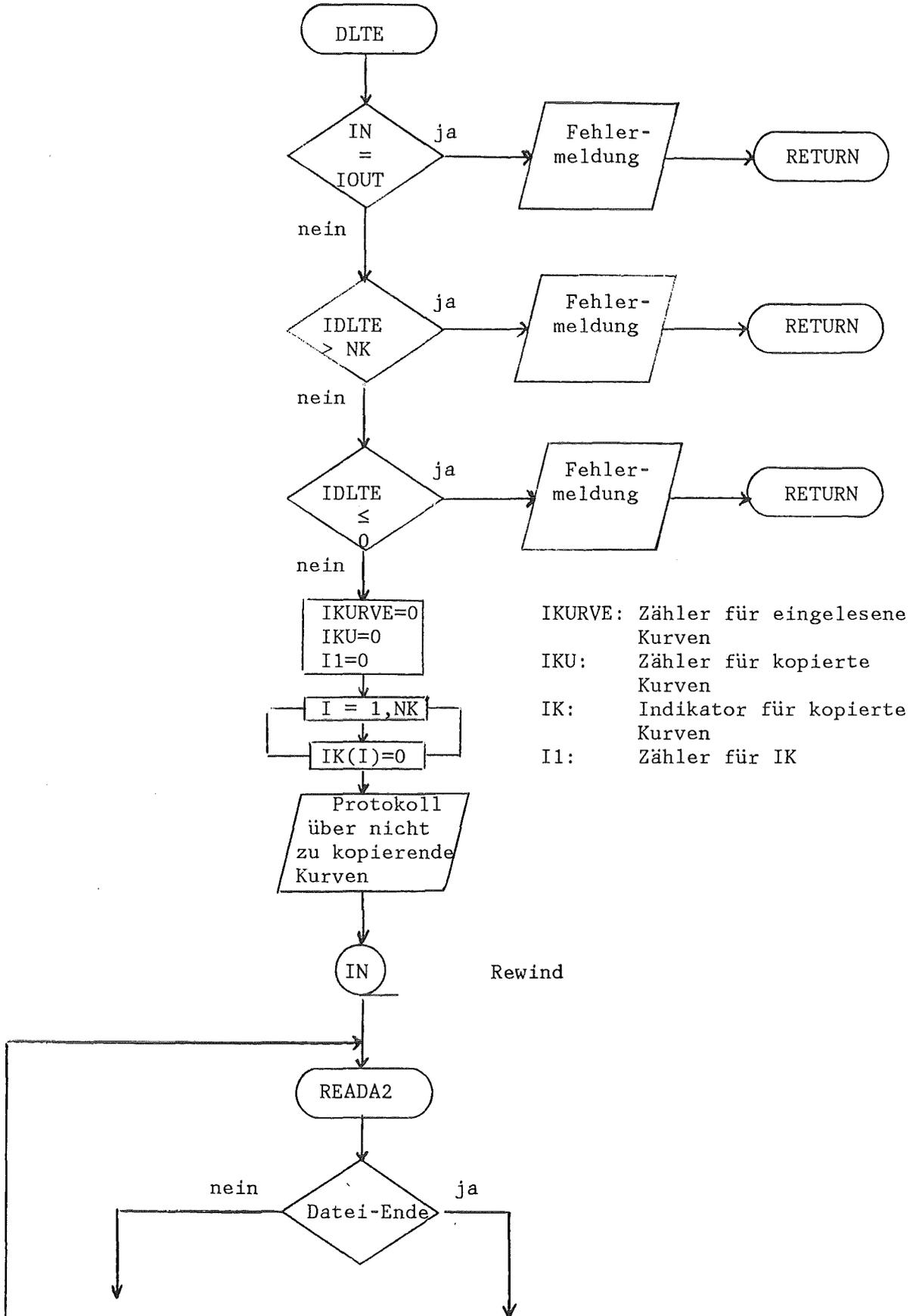
7.6 Unterprogramm DEVI

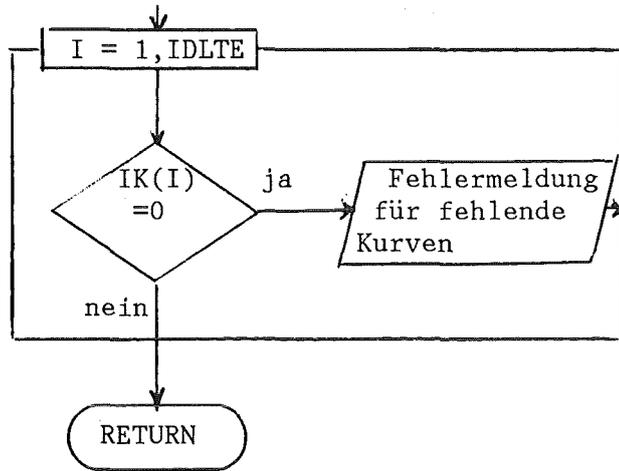
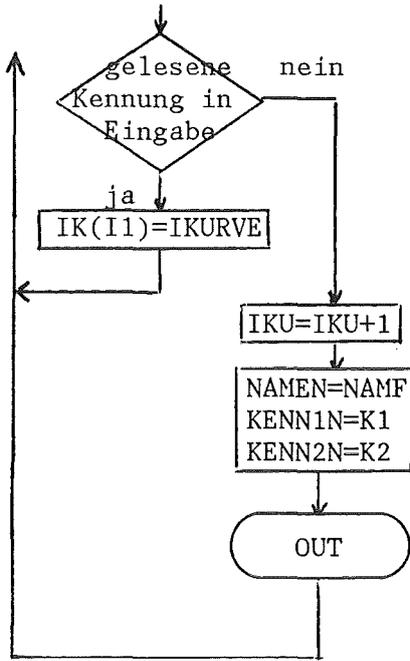




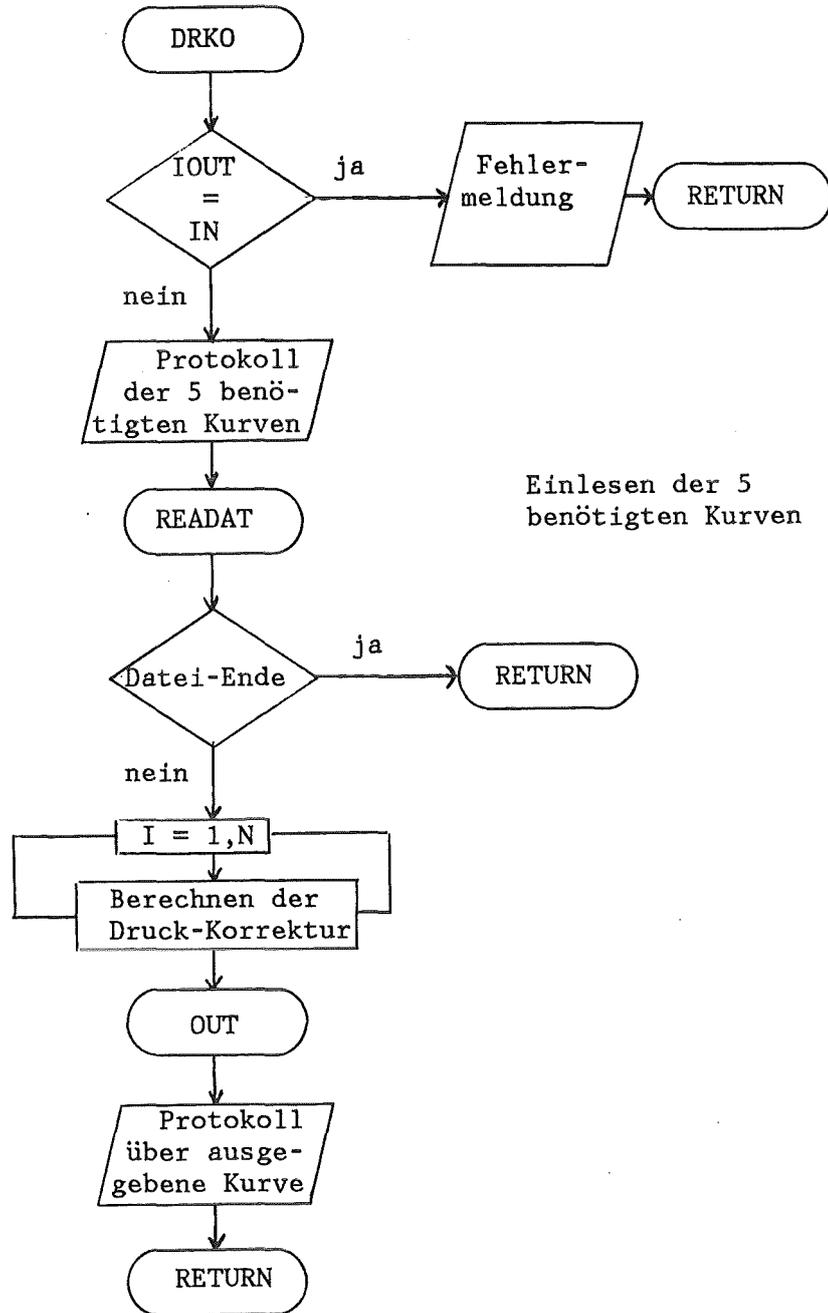


7.7 Unterprogramm DLTE

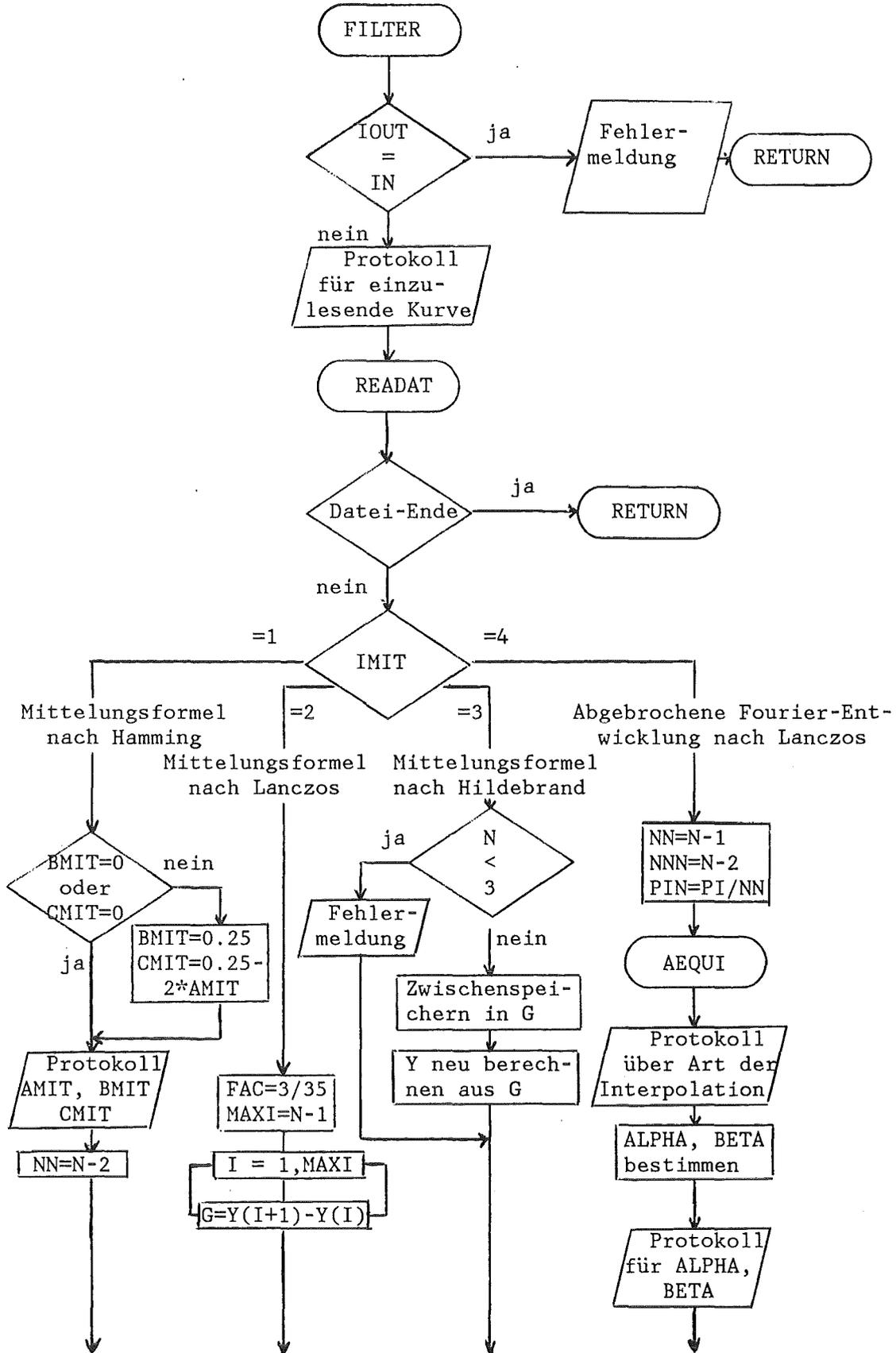


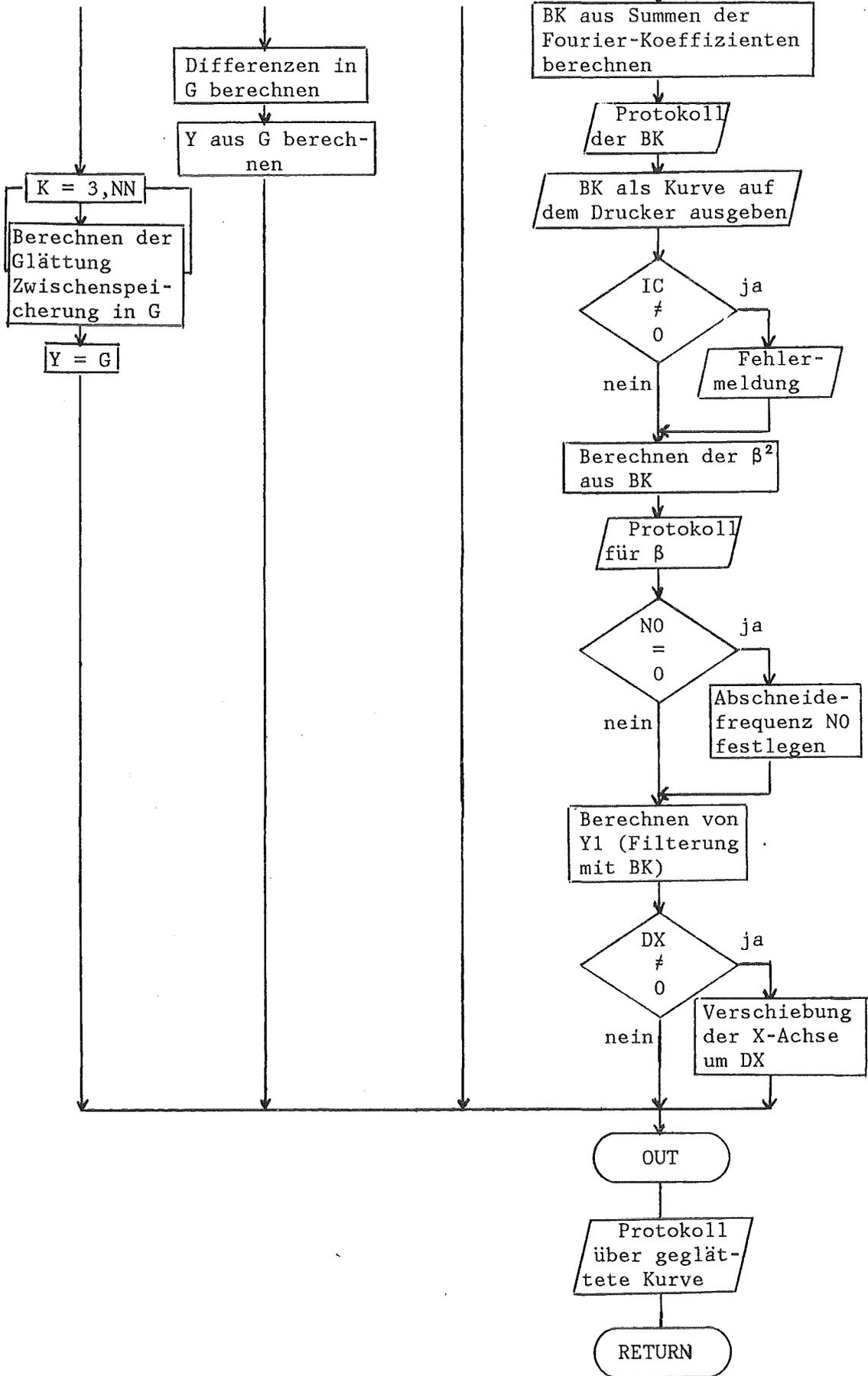


7.8 Unterprogramm DRKO

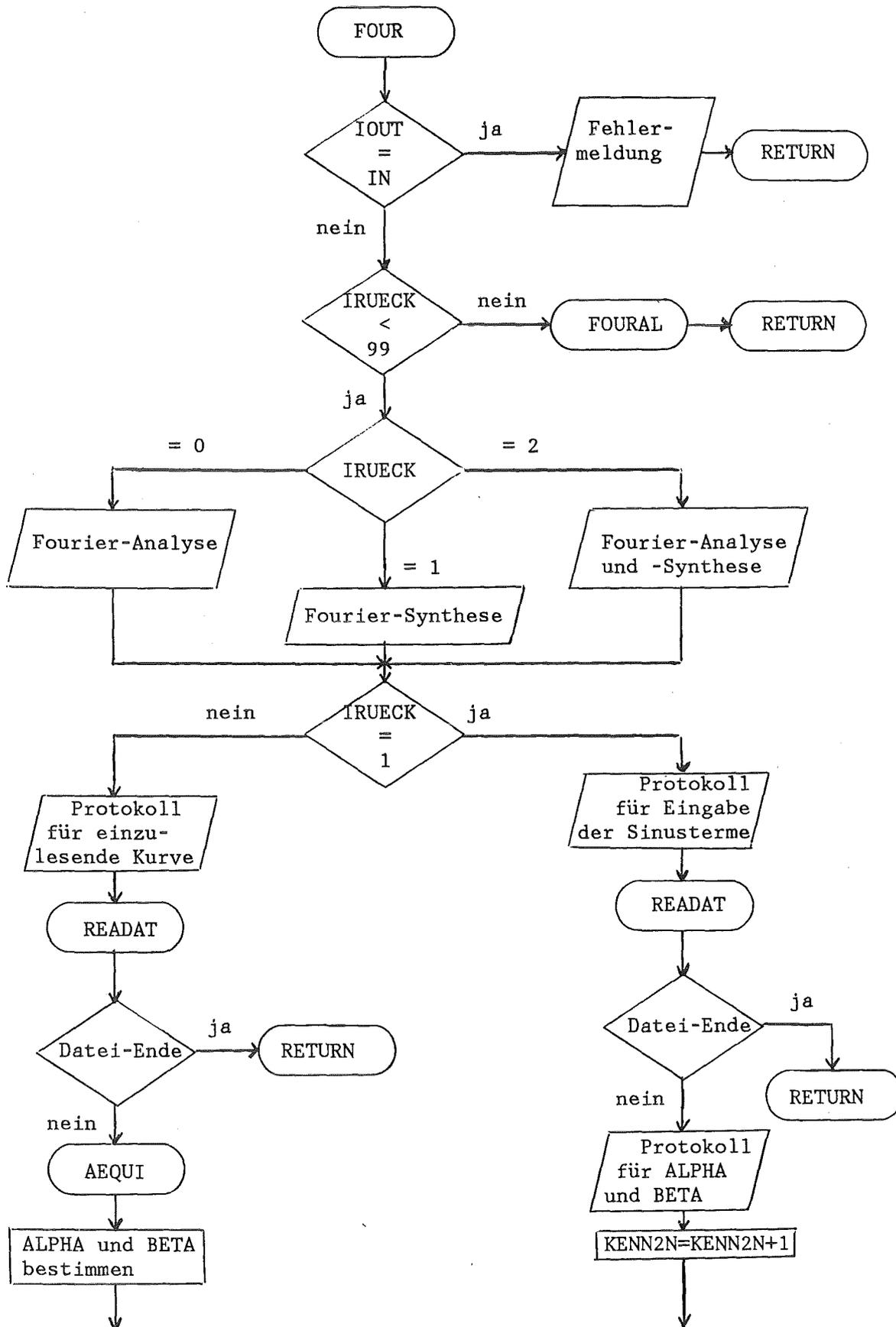


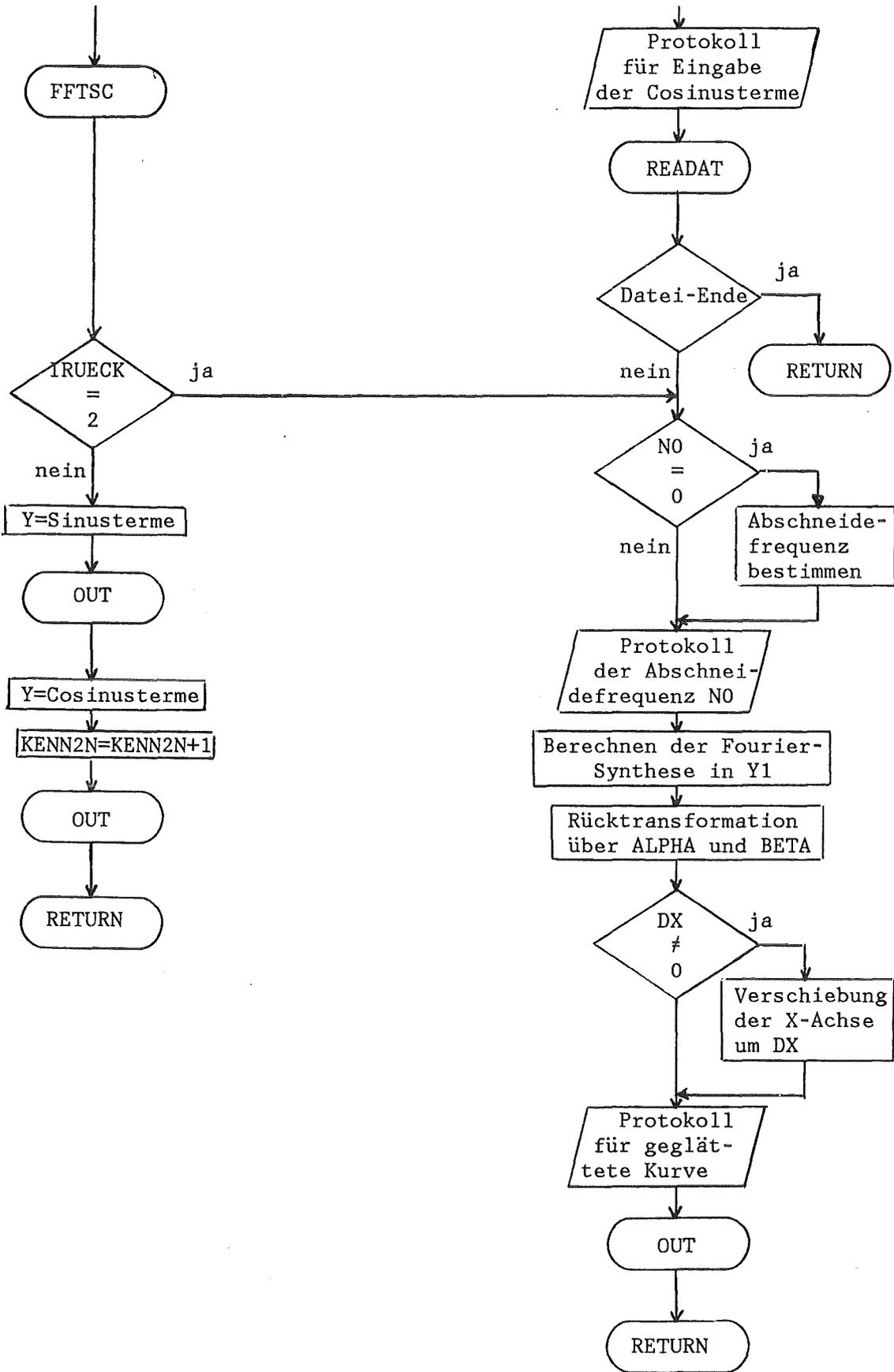
7.9 Unterprogramm FILTER



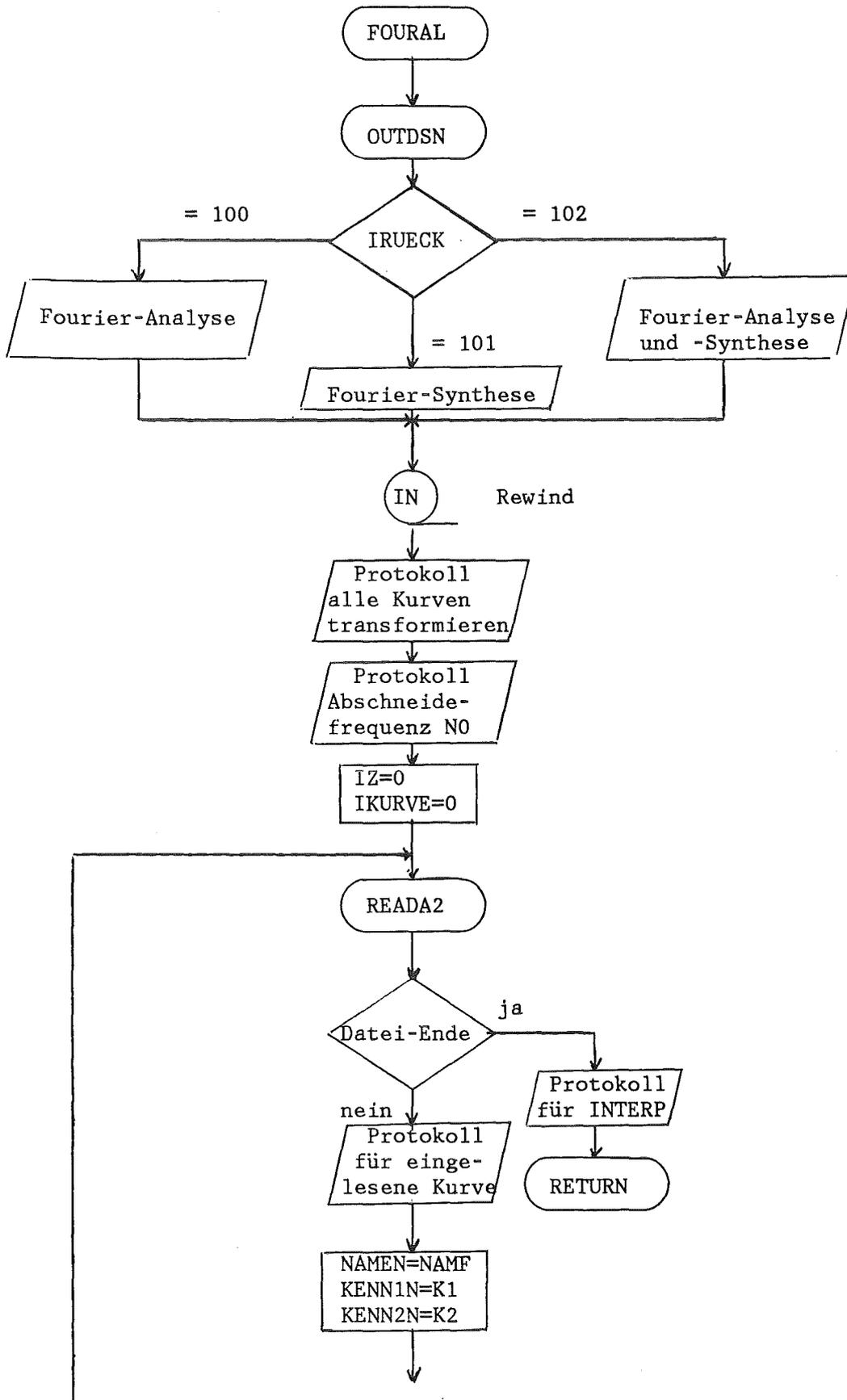


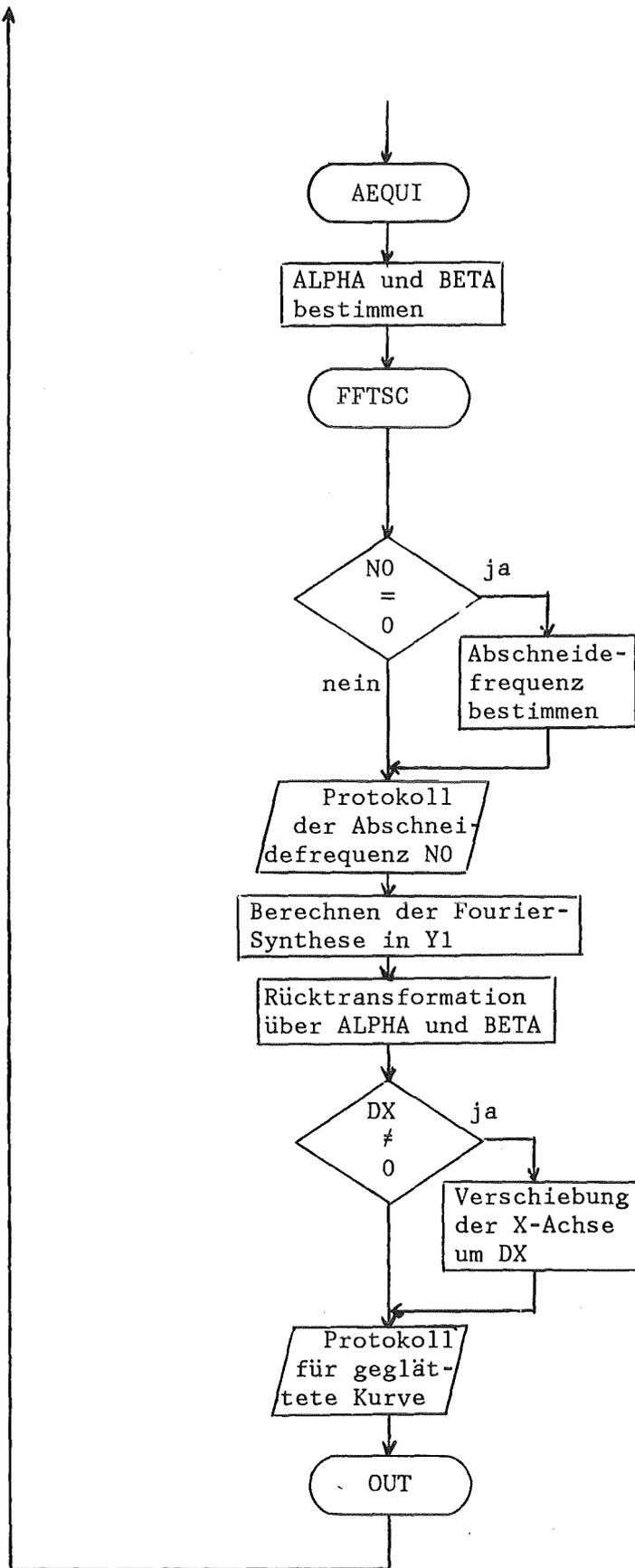
7.10 Unterprogramm FOUR



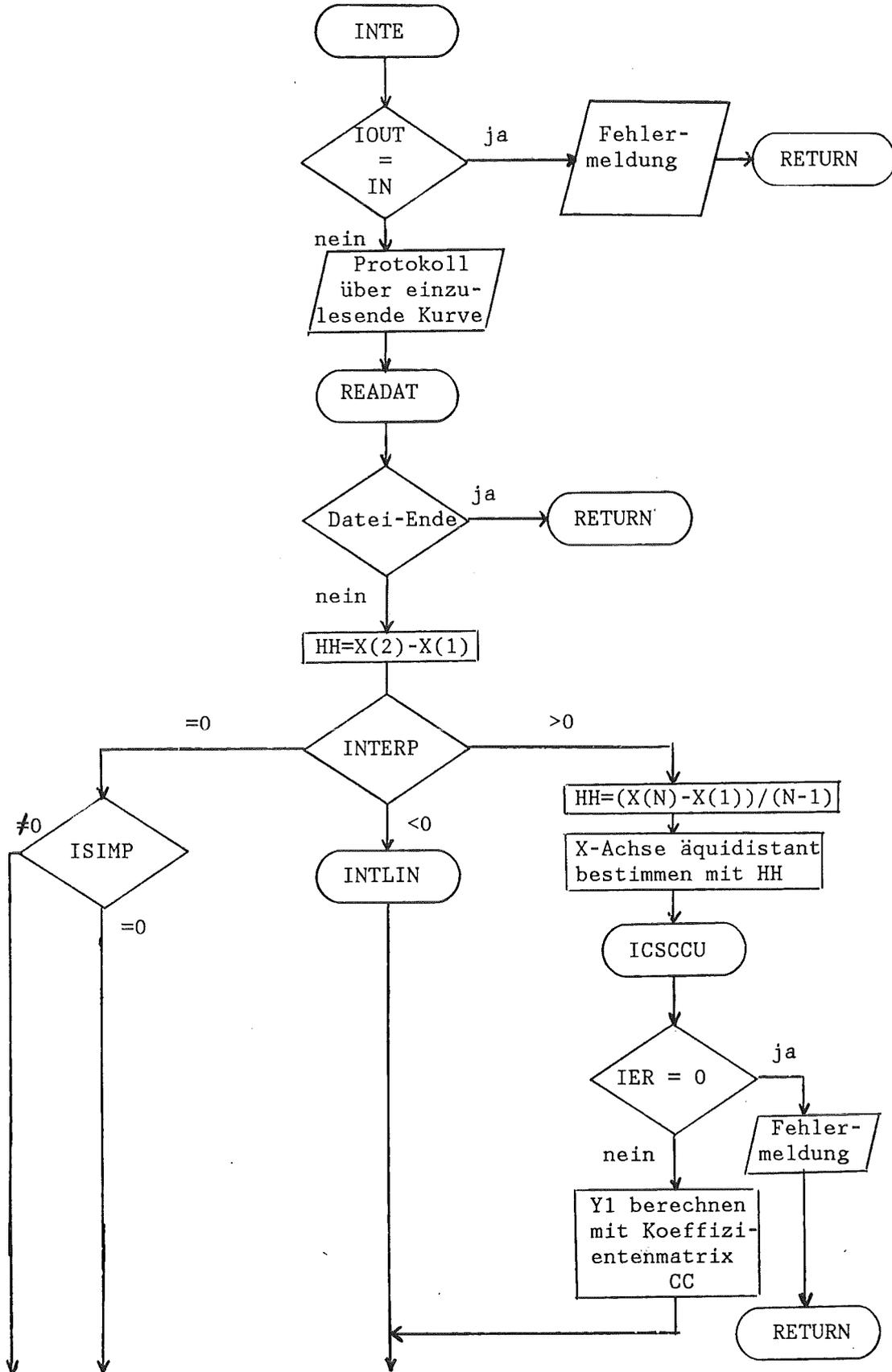


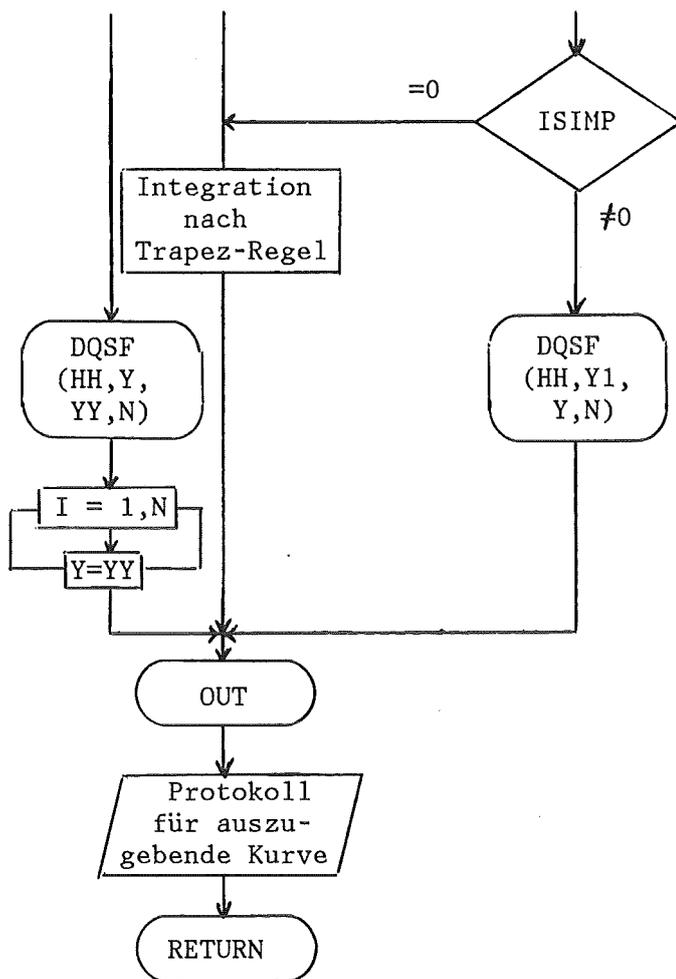
7.11 Unterprogramm FOURAL



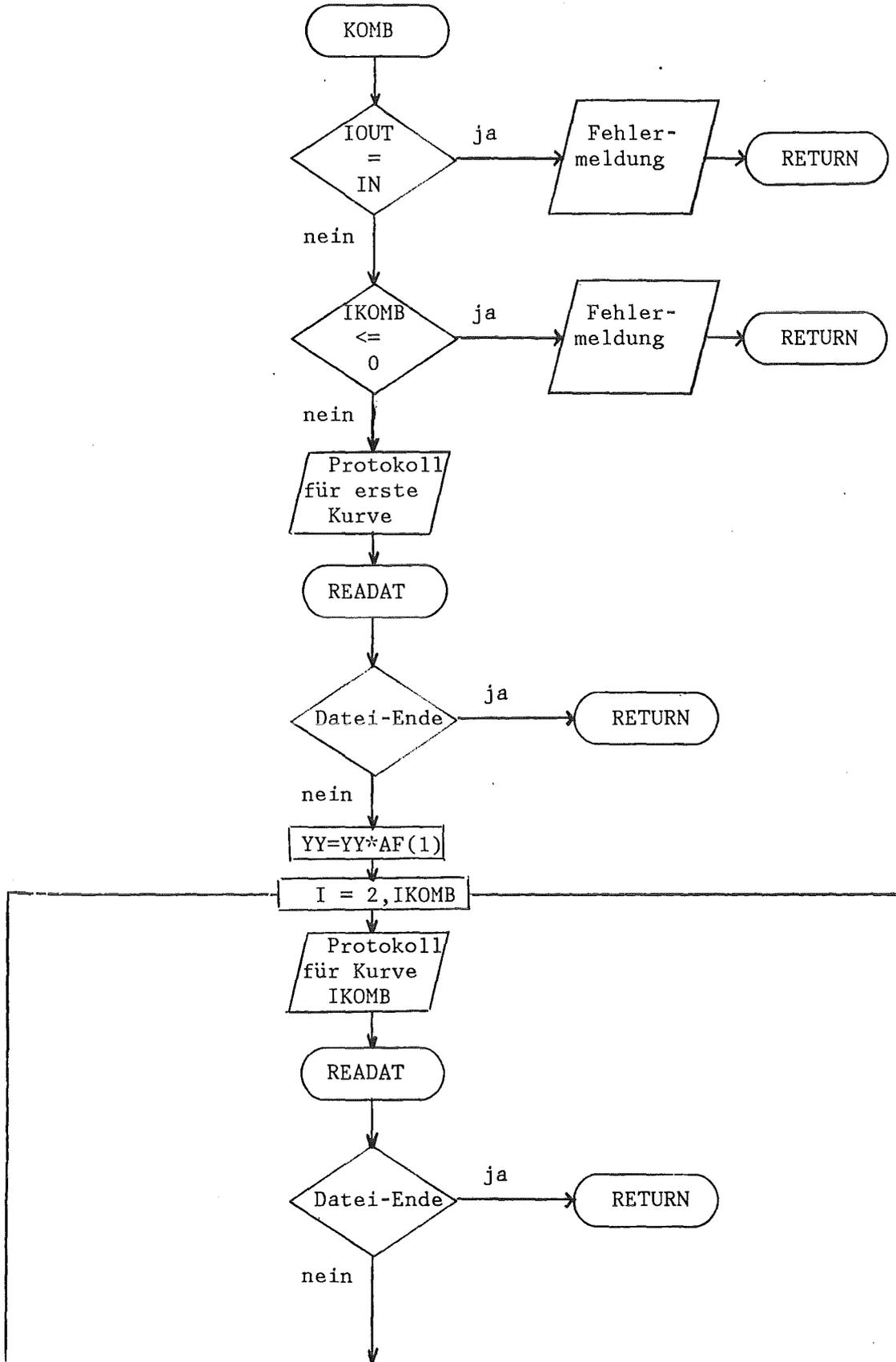


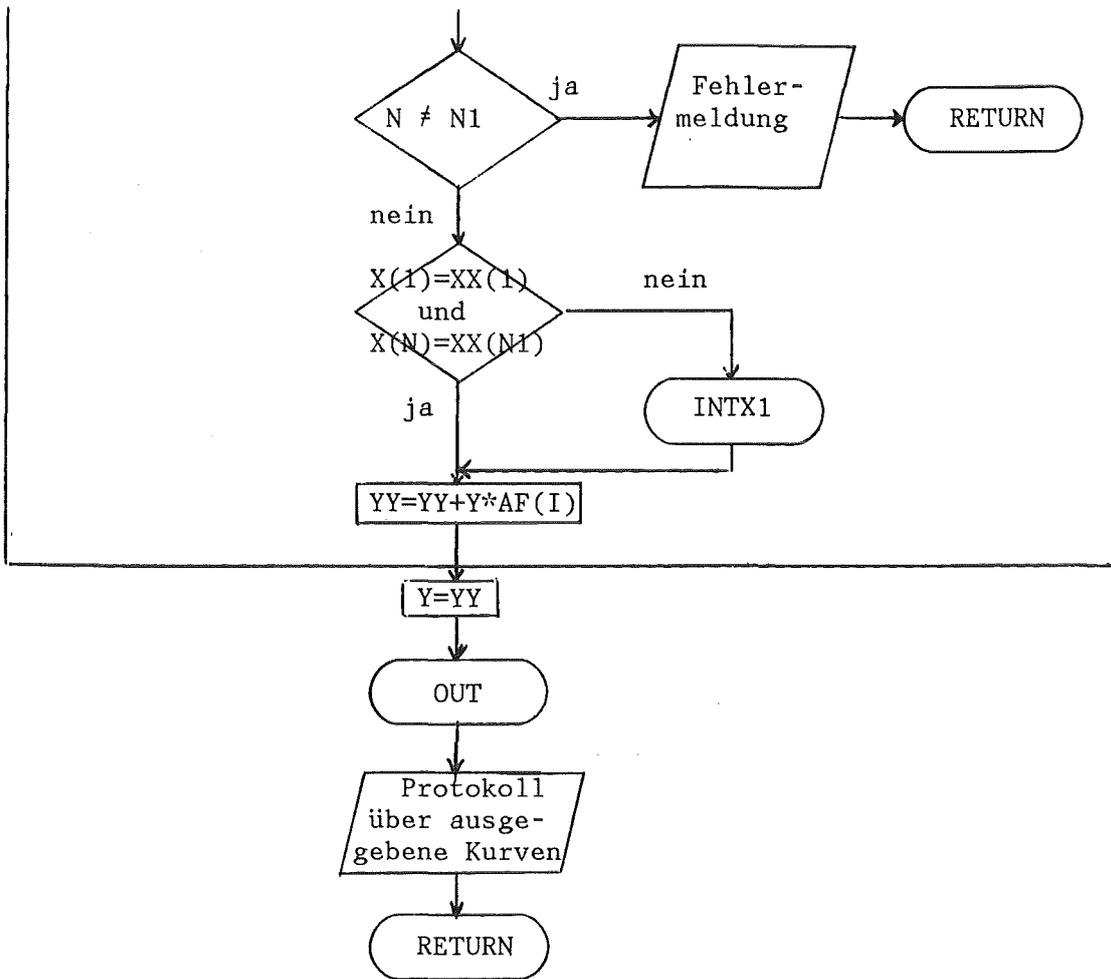
7.12 Unterprogramm INTE



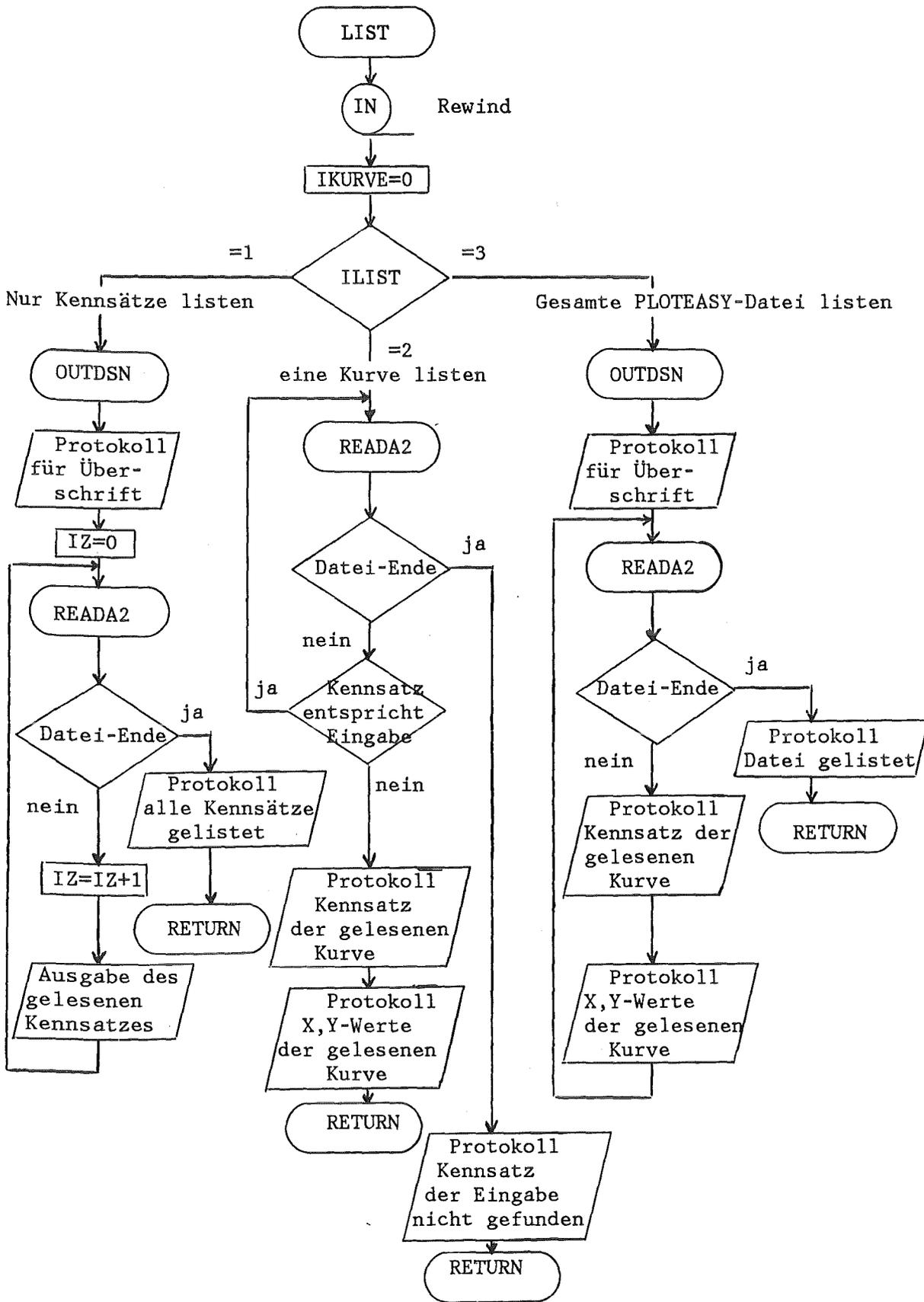


7.13 Unterprogramm KOMB

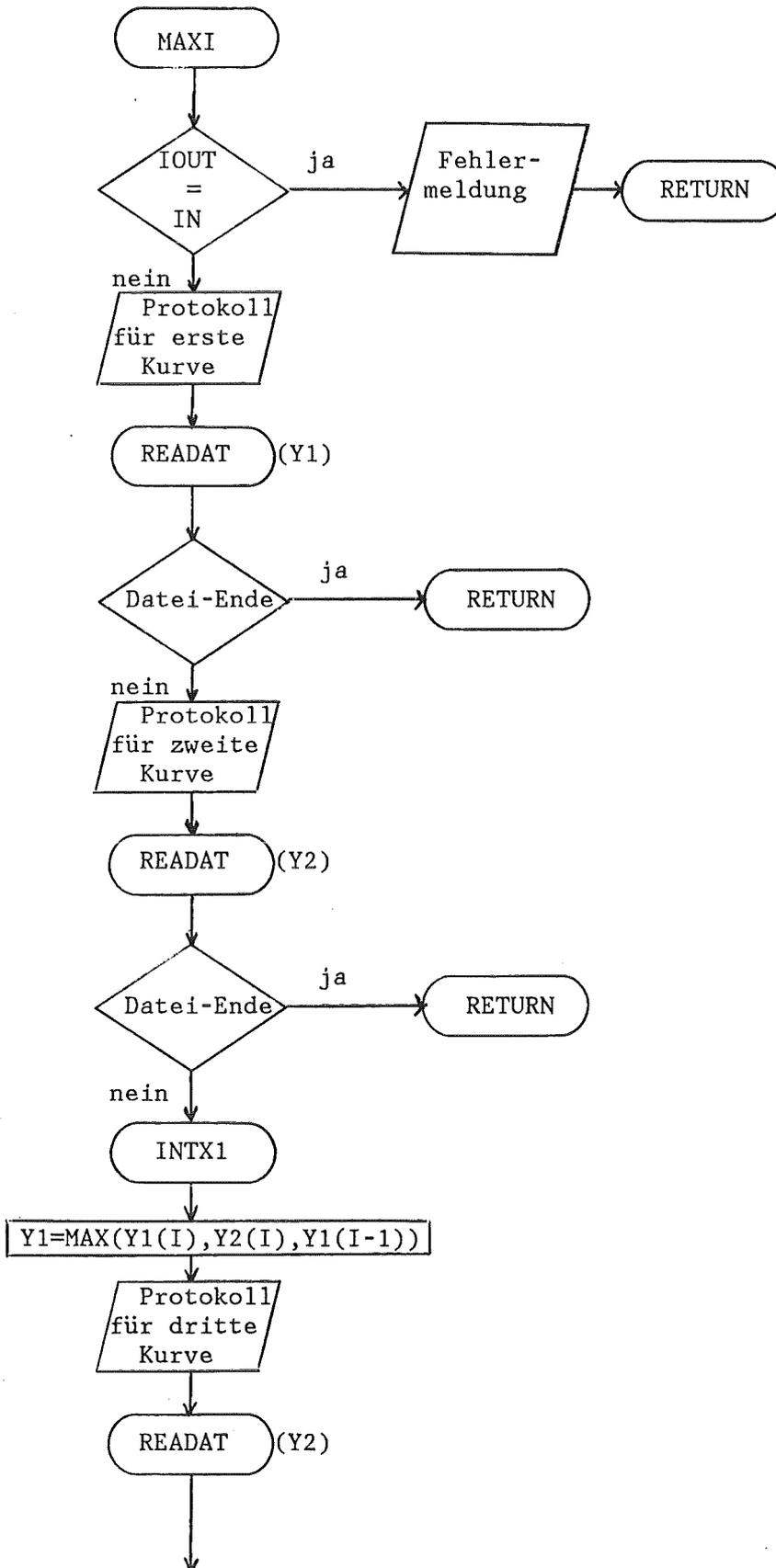


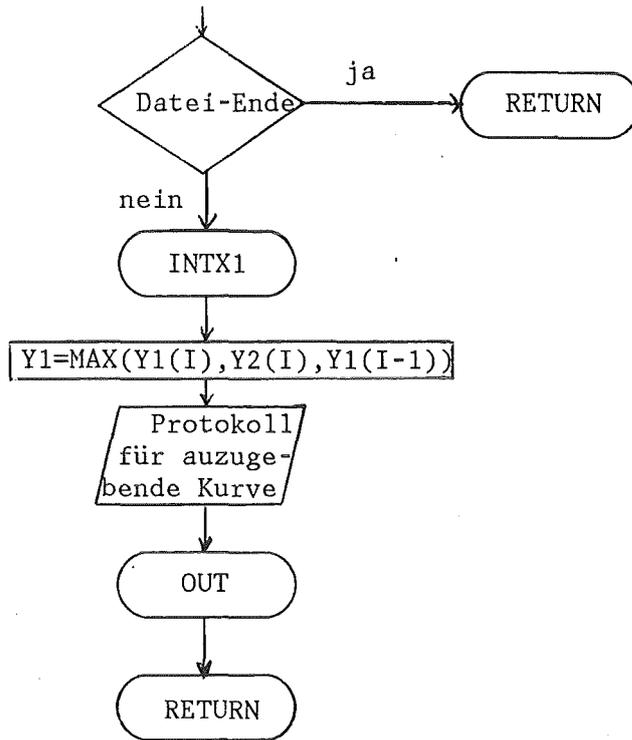


7.14 Unterprogramm LIST

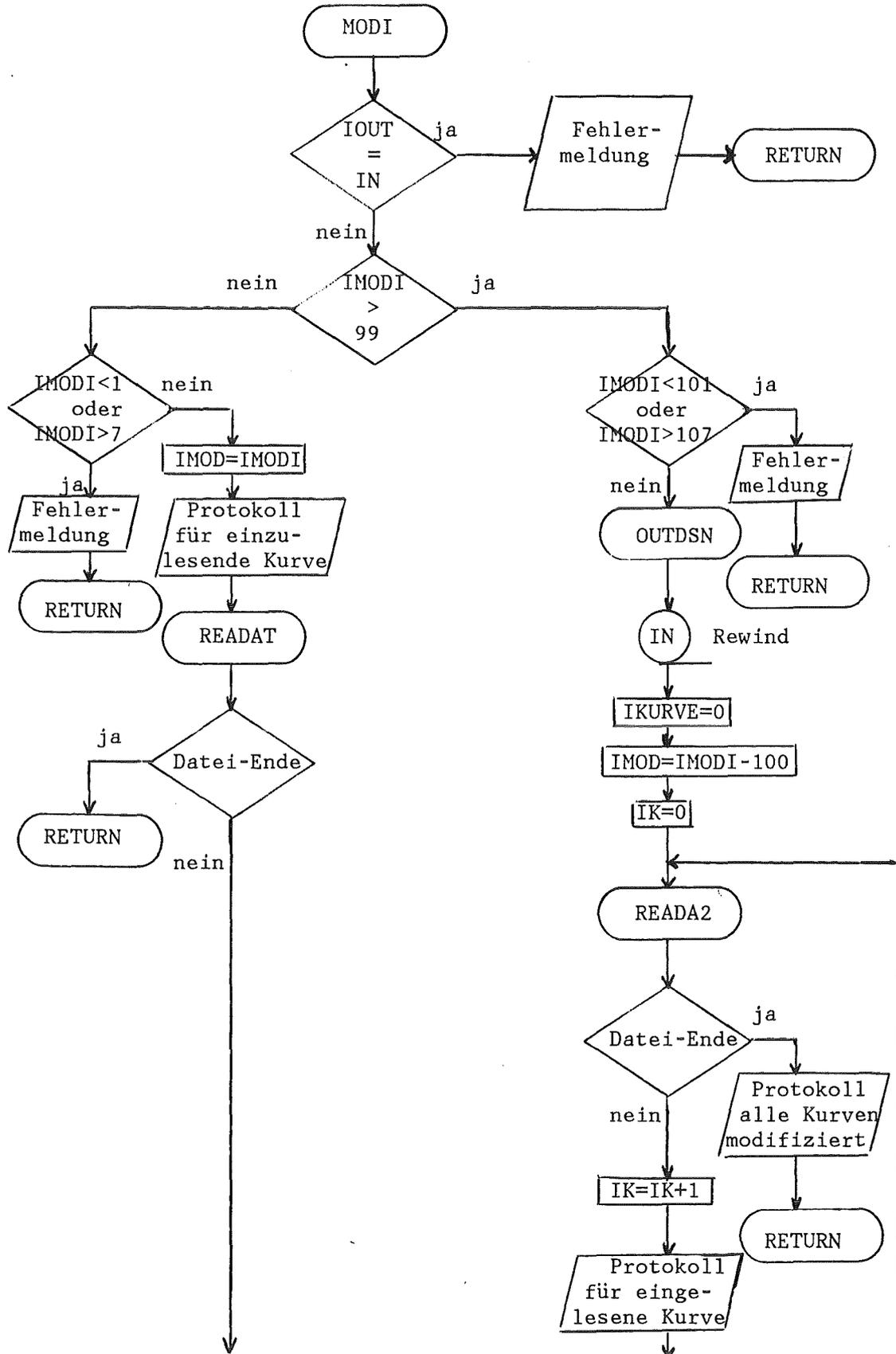


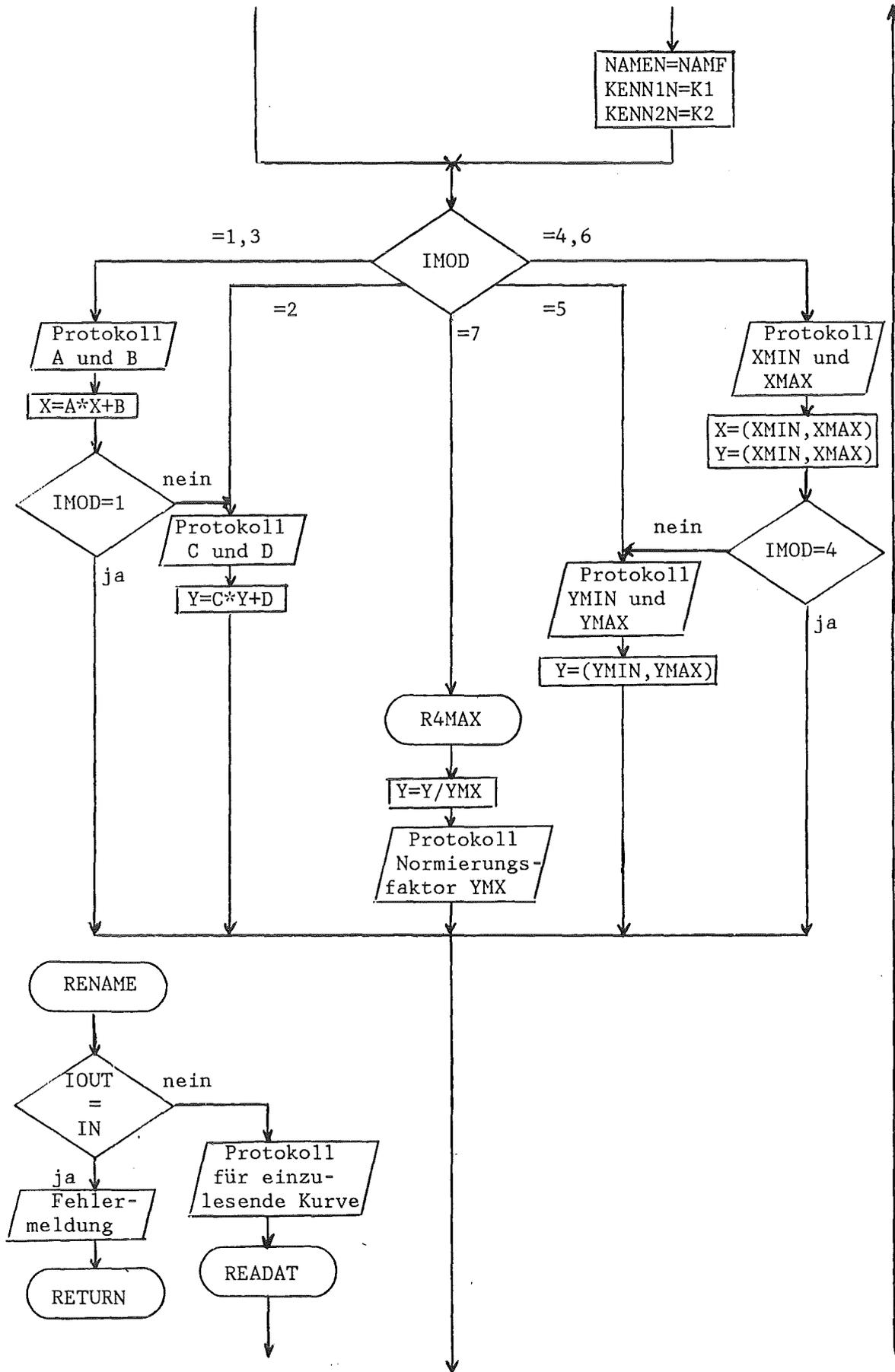
7.15 Unterprogramm MAXI

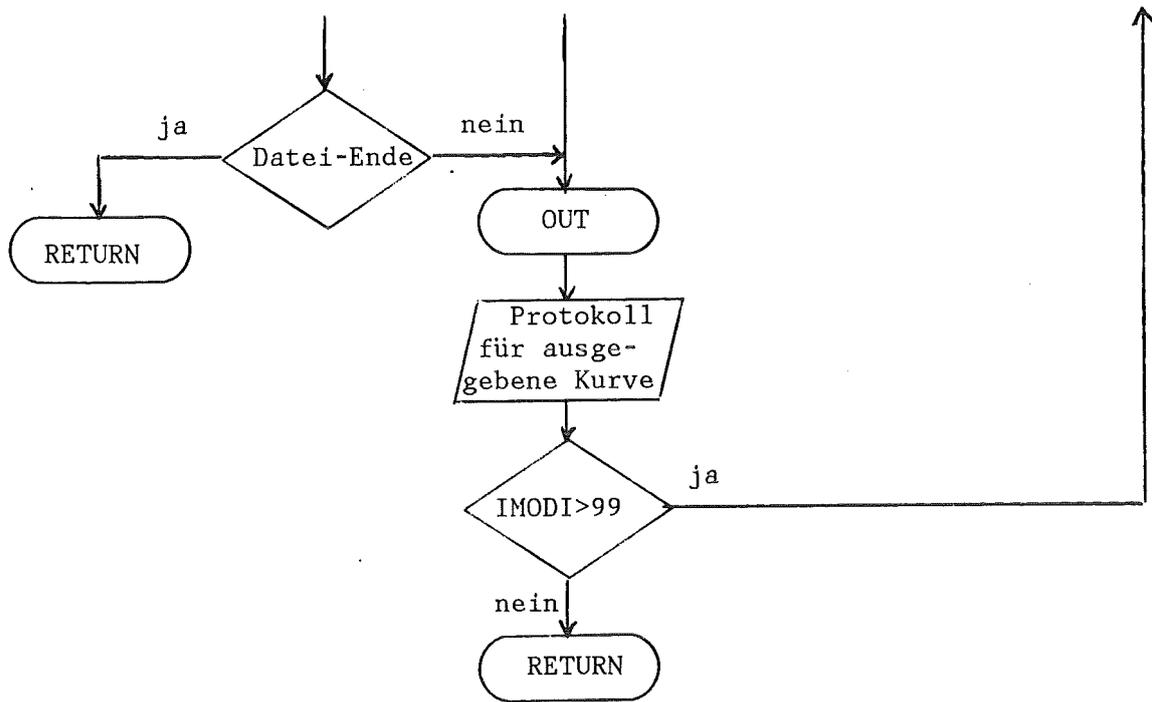




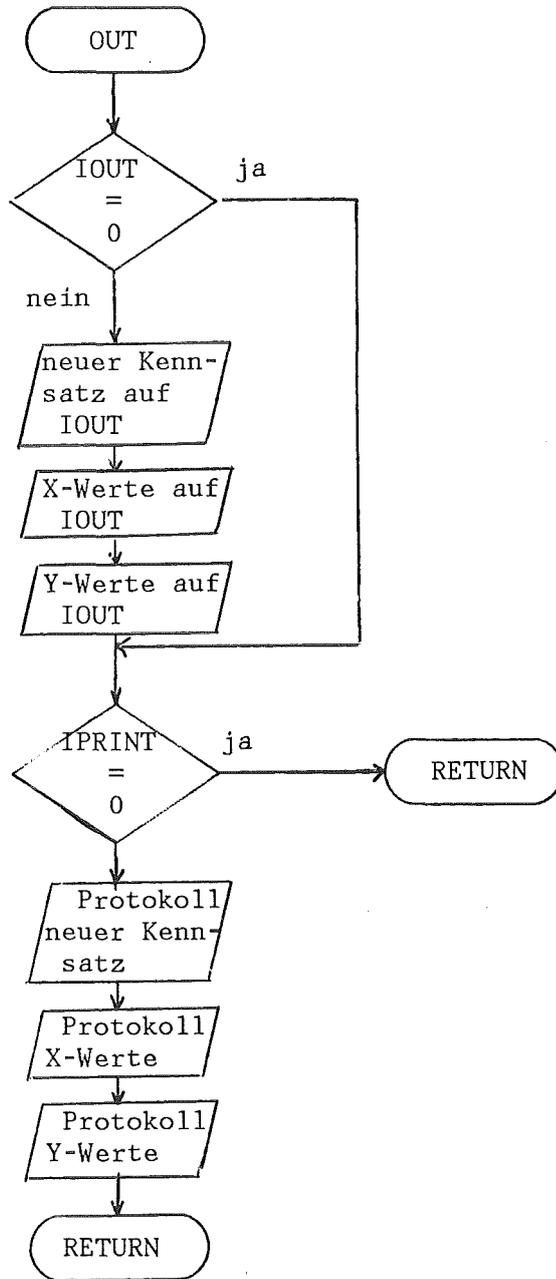
7.16 Unterprogramm MODI mit Entry RENAME



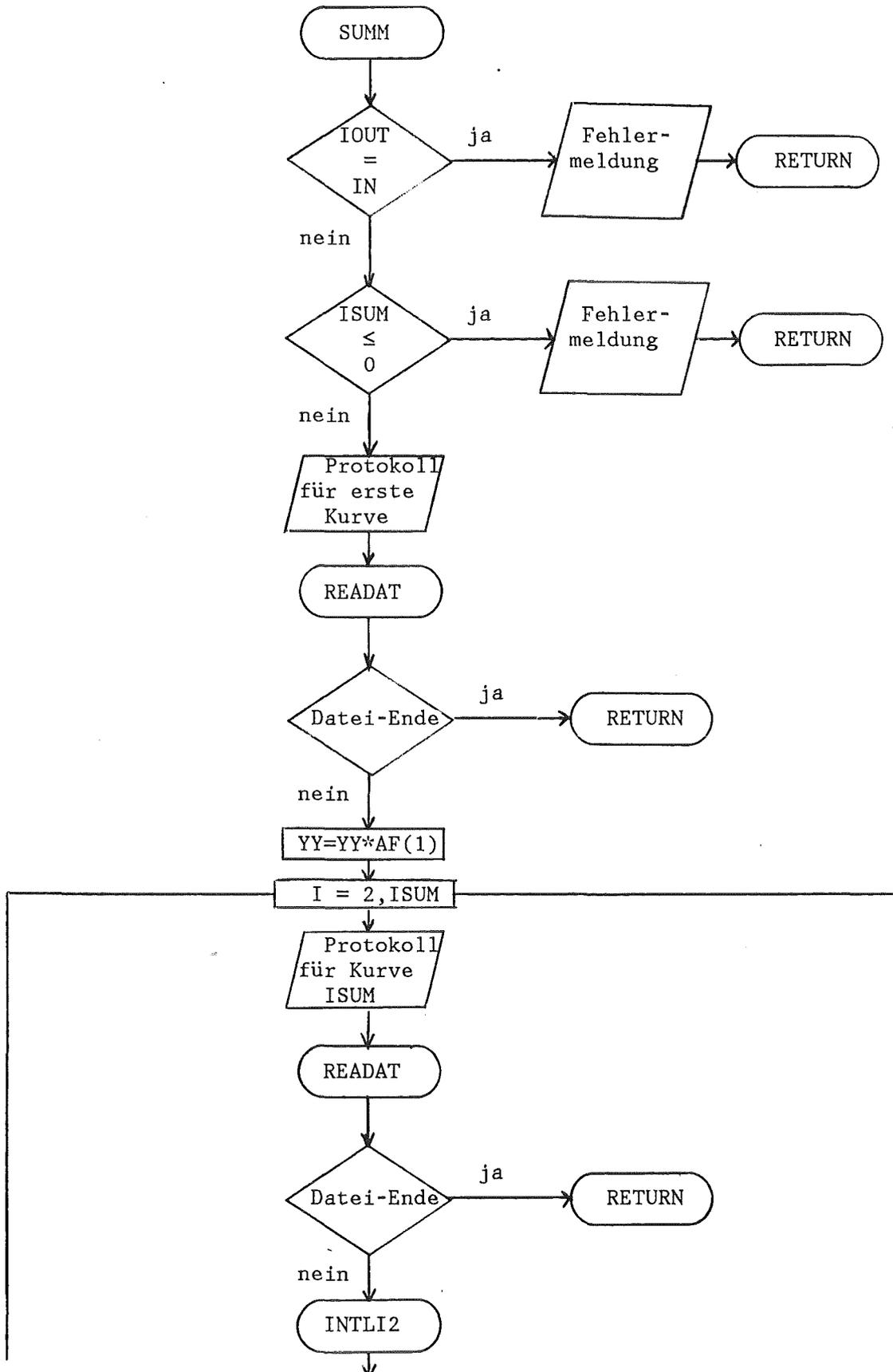


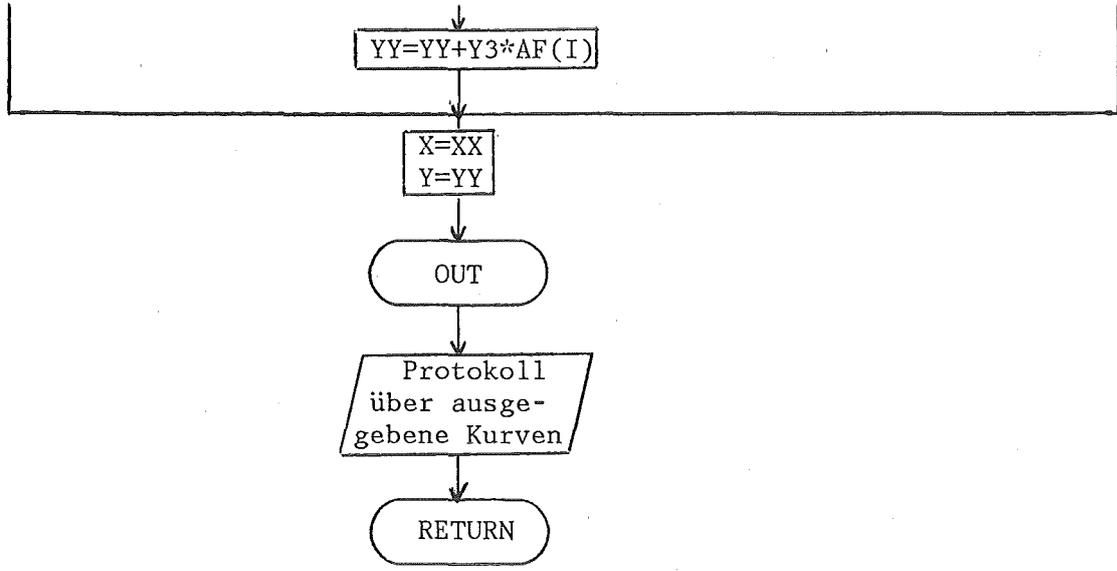


7.17 Unterprogramm OUT

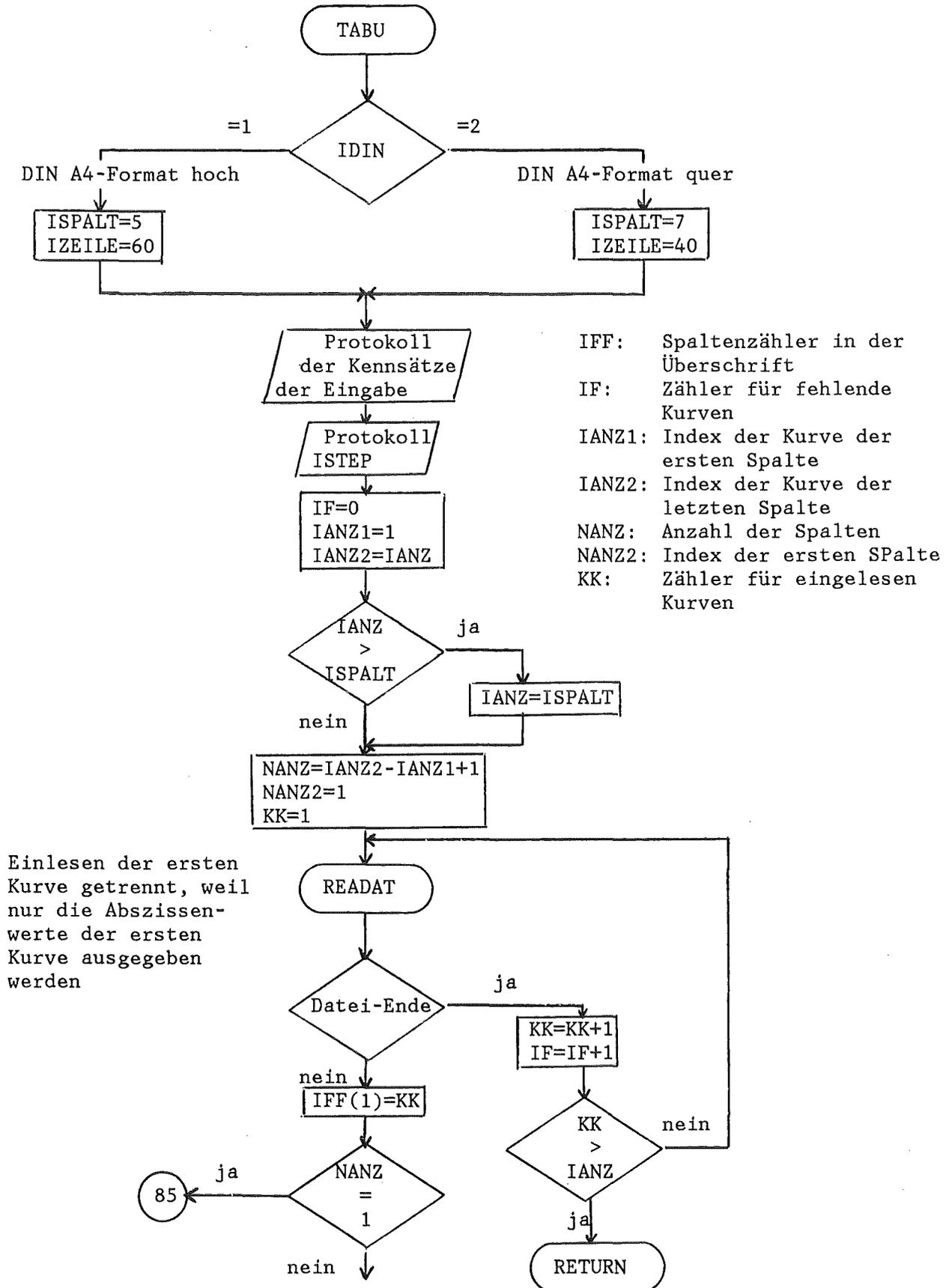


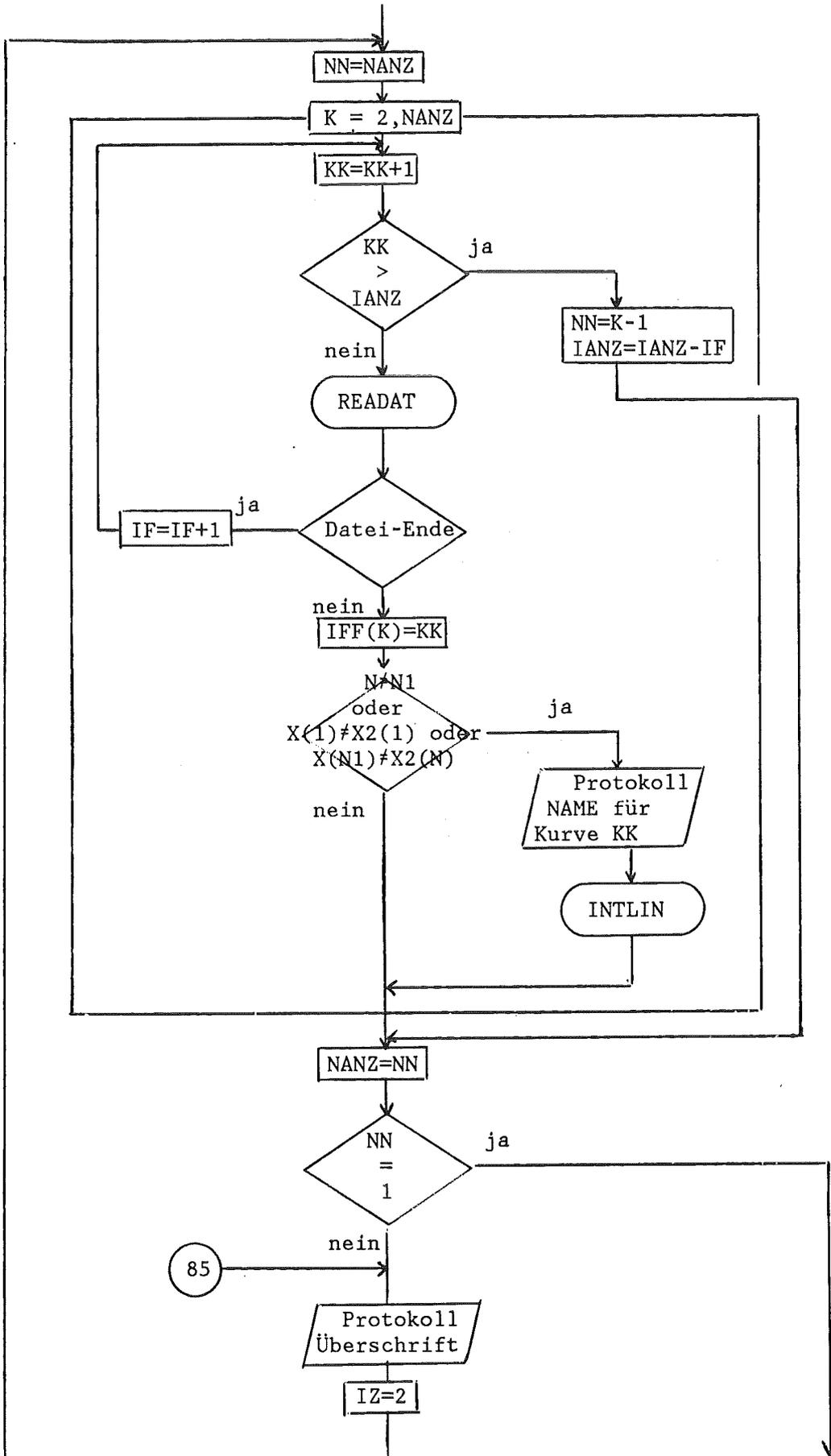
7.18 Unterprogramm SUMM

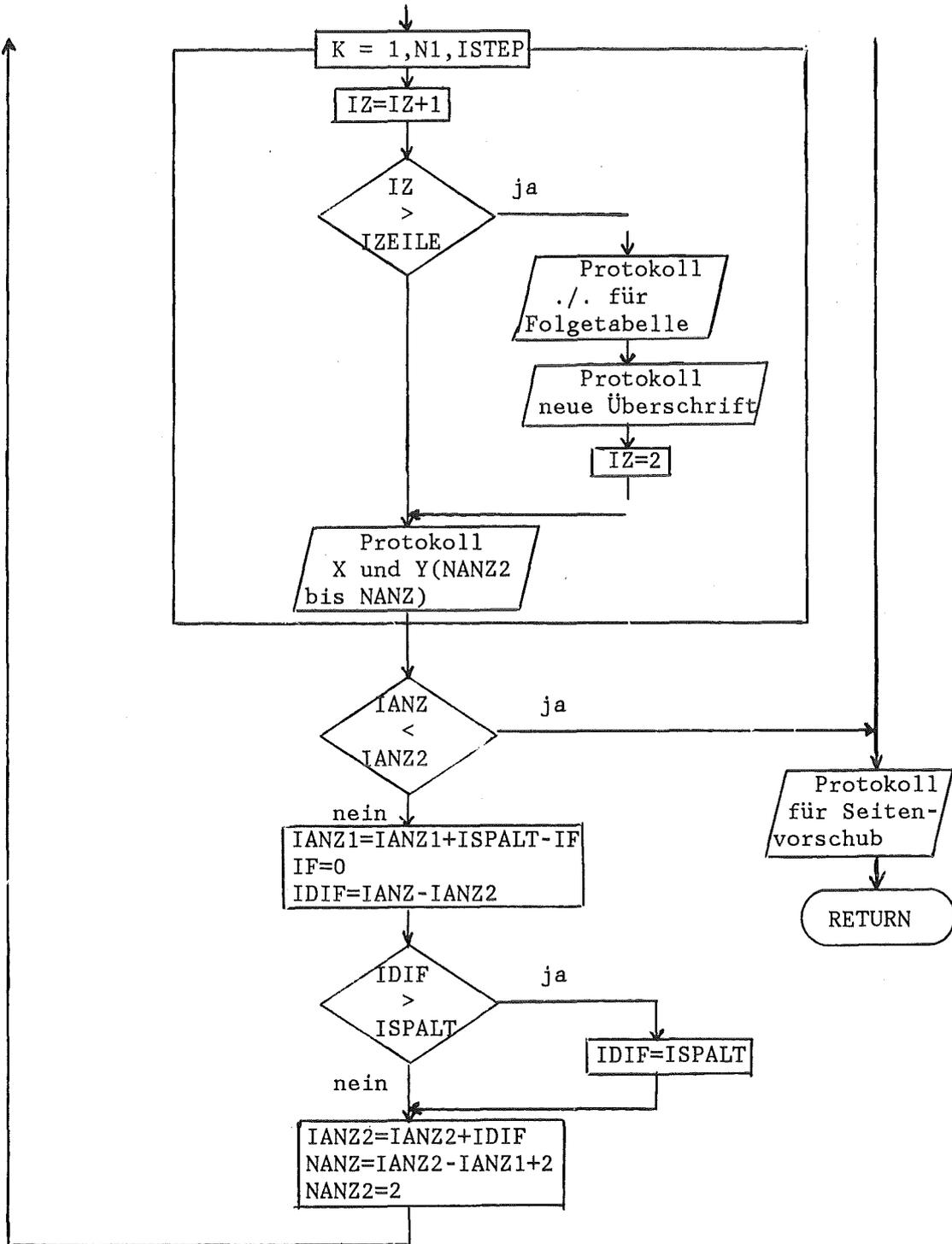




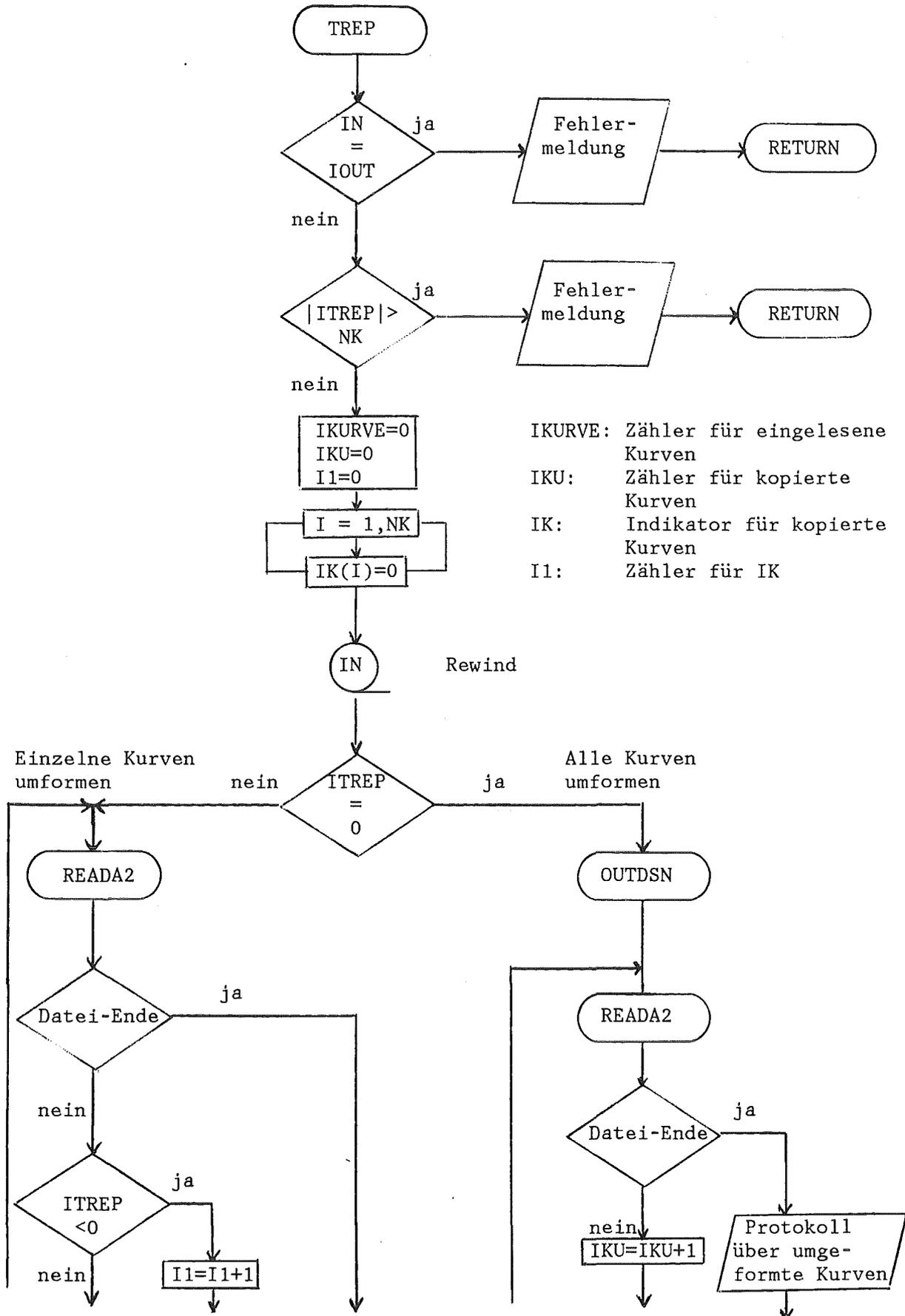
7.19 Unterprogramm TABU

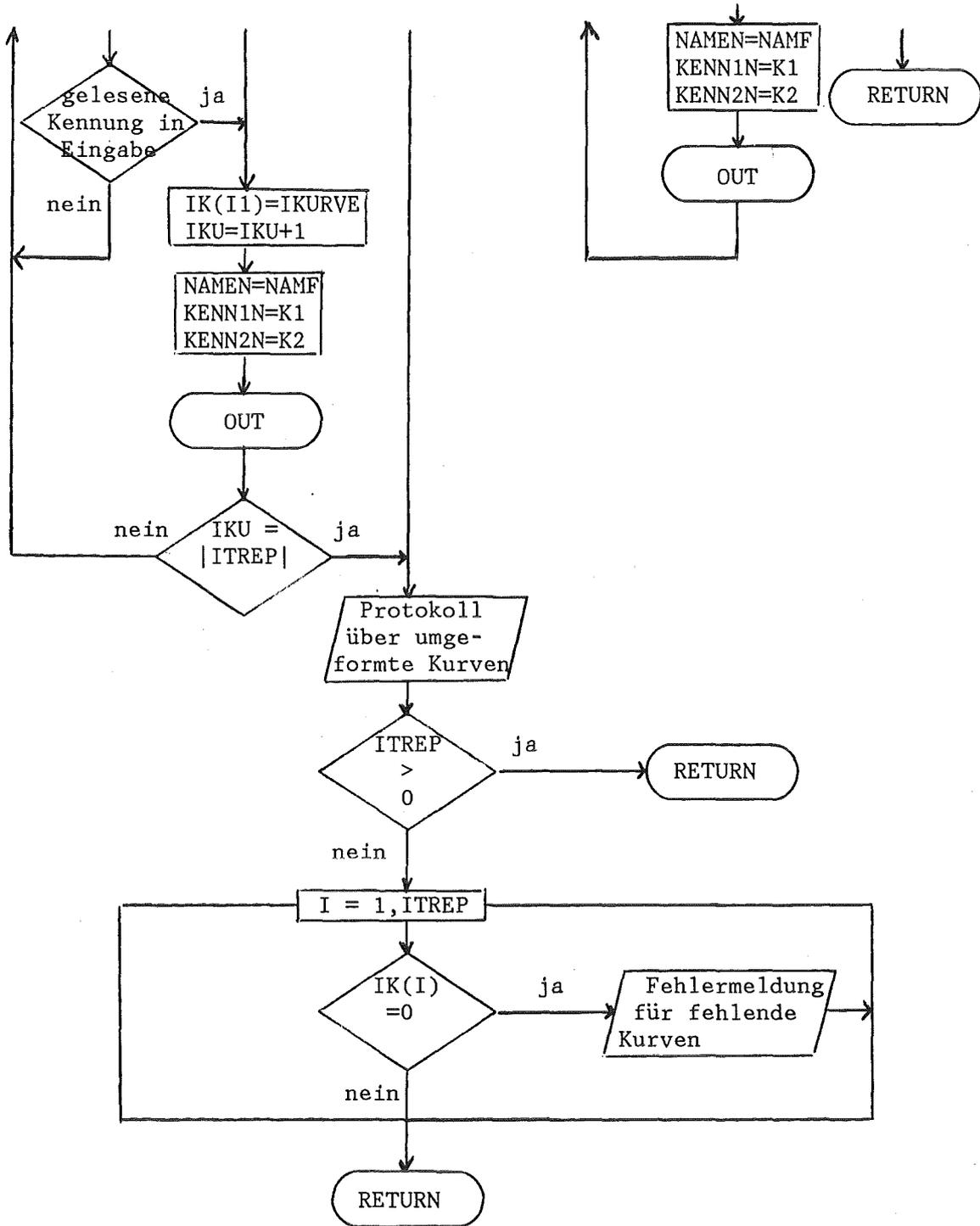




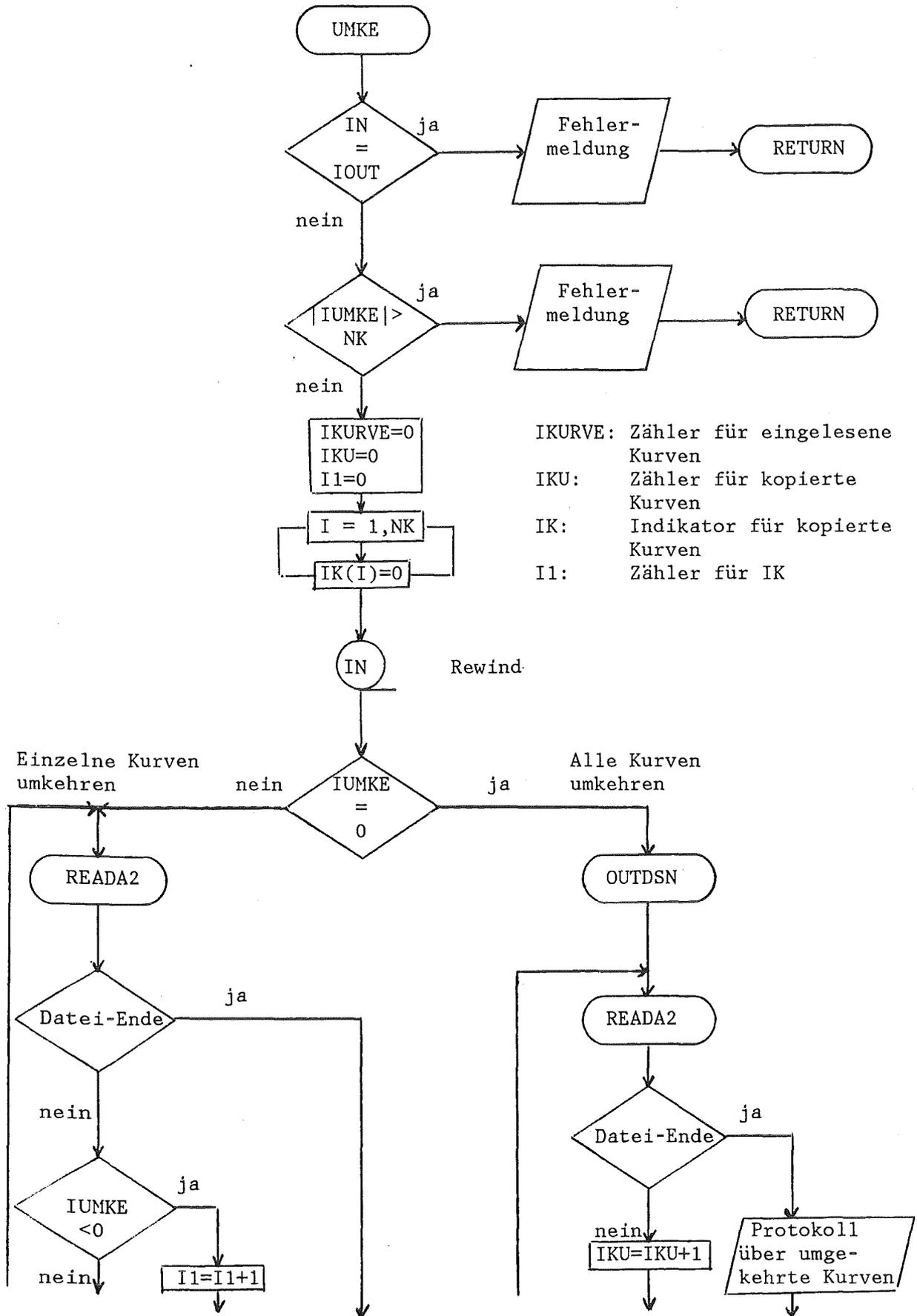


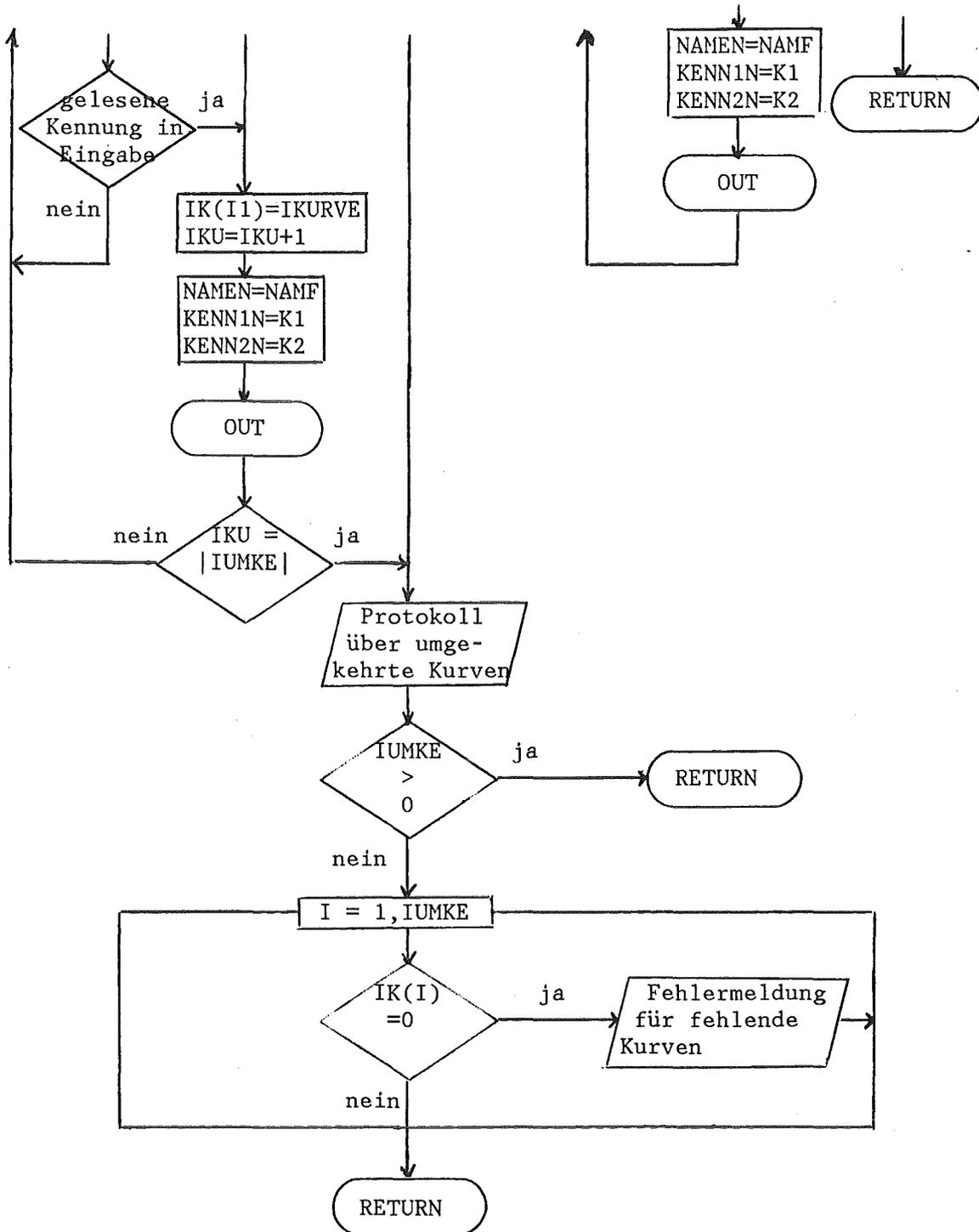
7.20 Unterprogramm TREP



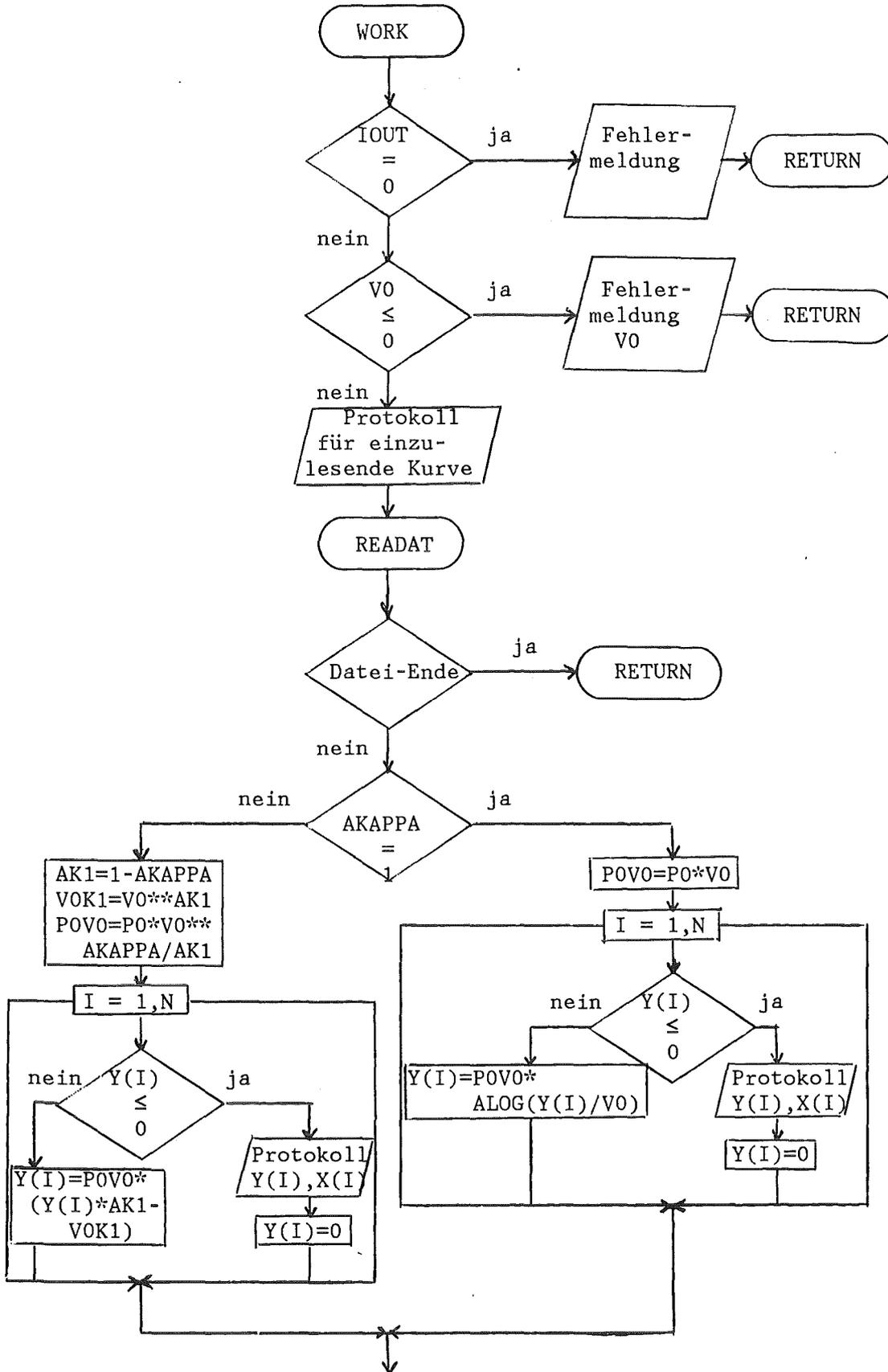


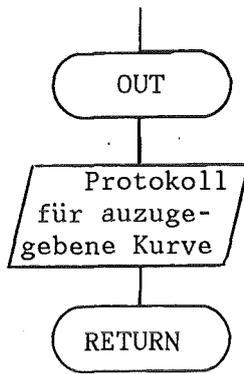
7.21 Unterprogramm UMKE





7.22 Unterprogramm WORK





8. Belegung und Verwendung der COMMON-Blöcke

1. COMMON /INTV/ IN, IOUT, KENN1N, KENN2N, IKOMB, IDEVI, IPRINT, ILIST, ICOPY, IDLTE, IMODI, IADDI, INTERP, IMIT, ITREP, ISUM, IUMKE, IANZ, ISTEP, IDIN, NO, IRUECK, ICOMP, IORAB, ISIMP

enthält: Integer-Variablen der Eingabe

verwendet in: MAIN, CBM2, CBM3, COPY, CREA, DEVI, DLTE, DRKO, FILTER, FOUR, FOURAL, INTE, INTX1, KOMB, LIST, MAXI, MODI, OUT, SUMM, TABU, TREP, UMKE, WORK

2. COMMON /INTA/ KENN1, KENN2

enthält: Integer-Felder der Eingabe

verwendet in: MAIN, COPY, DEVI, DRKO, FILTER, FOUR, INTE, KOMB, LIST, MAXI, MODI, OUT, SUMM, TABU, TREP, UMKE, WORK

3. COMMON /REALV/ A, B, C, D, H, XMAX, XMIN, YMAX, YMIN, GEW, AMIT, BMIT, CMIT, PO, VO, AKAPPA

enthält: Real-Variablen der Eingabe

verwendet in: MAIN, DEVI, DRKO, FILTER, MODI, WORK

4. COMMON /REALA/ AF

enthält: Real-Feld der Eingabe

verwendet in: MAIN, KOMB, SUMM

5. COMMON /CHARV/ NAMEN

enthält: Character*8-Variable der Eingabe (neuer Kurven-Name)

verwendet in: MAIN, CBM2, CBM3, COPY, DLTE, DRKO, FILTER, FOUR, FOURAL, INTE, KOMB, MAXI, MODI, SUMM, TREP, UMKE, WORK

6. COMMON /CHARA/ NAME

enthält: Character*8-Variable der Eingabe (existierender Kurven-Name)

verwendet in: MAIN, COPY, DEVI, DLTE, DRKO, FILTER, FOUR, INTE, KOMB, LIST, MAXI, MODI, OUT, SUMM, TABU, TREP, UMKE, WORK

7. COMMON /READA/ K1, K2

enthält: Kennzahlen einer eingelesenen Kurve

verwendet in: COPY, DEVI, DLTE, FOURAL, LIST, MODI, READA2, TREP,
UMKE

8. COMMON /READB/ NAMF

enthält: Namen einer eingelesenen Kurve

verwendet in: COPY, DEVI, DLTE, FOURAL, LIST, MODI, READA2, TREP,
UMKE

9. COMMON /DATEN/ N, X, Y

enthält: Anzahl der Daten, sowie die Daten einer eingelesenen
Kurve

verwendet in: CBM2, CBM3, DEVI, DRKO, FILTER, FOUR, FOURAL, INTE,
KOMB, LIST, MAXI, MODI, OUT, READA2, SUMM, TABU, TREP,
UMF, UMK, WORK

10. COMMON /DATEN2/ N2, X2, Y2

enthält: Anzahl der Daten, sowie die Daten einer zweiten
eingelesenen Kurve

verwendet in: CBM3, DEVI, DRKO, FILTER, FOUR, FOURAL, INTE, KOMB,
MAXI, SUMM, TABU, UMF, UMK

11. COMMON /DATEN3/ N3, X3, Y3

enthält: Anzahl der Daten, sowie die Daten einer dritten
eingelesenen Kurve

verwendet in: DEVI, DRKO, FILTER, INTE, KOMB, MAXI, SUMM, TABU

12. COMMON /CC3/ CC

enthält: Hilfsfeld für den Aufruf des Unterprogramms ICSCCU /4/
eingelesenen Kurve

verwendet in: AEQUI, INTE, INTX1

9. Fehlermeldungen von MODEASY

(Klein geschriebene Variablennamen werden durch den jeweils aktuellen Wert ersetzt.

Klein geschriebener Text wird nicht ausgedruckt, er dient nur zur Erklärung.)

MAIN

1. IN = 5, 6

FALSCHE EINGABEEINHEIT, IN=in
Programm-Abbruch

2. IOUT = 5, 6

FALSCHE AUSGABEEINHEIT, IOUT=iout
Programm-Abbruch

3. OPT unzulässig:

FALSCHE OPTION ANGESTEUERT opt
FOLGENDE OPTIONEN STEHEN ZUR VERFUEGUNG

ADDI	ADDITION ZWEIER KURVEN
CBM2	UMWANDELN VON CBM-WERTEPAAREN IN KURVEN
CBM3	UMWANDELN VON CBM-WERTETRIPELN IN KURVEN
COPY	KOPIEREN EINER (TEILMENGE EINER) DATEI
CREA	ERZEUGEN EINER KURVE
DEVI	BERECHNUNG DER ABWEICHUNGEN ZWEIER KURVEN
DLTE	KOPIEREN EINER DATEI MIT TEILWEISER LOESCHUNG VON KURVEN
DRKO	KORREKTUR VON DYNAMISCHEN DRUCK-KURVEN IN STATISCHEN DRUCK
FILT	FILTERN (GLAETTEN) EINER KURVE
FOUR	FOURIER-ANALYSE EINER KURVE
INTE	INTEGRIEREN EINER KURVE
KOMB	LINEAR-KOMBINATION MEHRERER KURVEN
LIST	AUFLISTEN VON KURVEN ODER KENNSAETZEN
MAXI	NEUE KURVE AUS DEN MAXIMA VON 3 KURVEN BILDEN
MODI	UMSKALIEREN EINZELNER KURVEN
ORAB	ORDINATE WIRD ZU ABSZISSE
RENA	UMBENENNEN EINZELNER KURVEN

SUMM SUMME MEHRERER KURVEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN ABSZISSEN
TABU AUSDRUCKEN MEHRERER KURVEN IN TABELLENFORM
TEST ERZEUGEN EINER TESTKURVE
TREP ERZEUGEN EINER TREPPENFUNKTION AUS KURVEN
UMKE UMSORTIEREN DER REIHENFOLGE DER ABSZISSEN VON KURVEN
WORK BERECHNEN DER ISENTROPEN AUSDEHNUNGSARBEIT INTEGRAL (P DV)

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Subroutine READAT

1. Kennsatz in Datei nicht gefunden:

** ikurve KURVEN WURDEN GELESEN

** IDENTIFIKATION: 'name', kenn1, kenn2 NICHT GEFUNDEN

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. Ein-/Ausgabefehler bei Lesen der Datei

** I/O-FEHLER AUF EINHEIT nfi KURVE ikurve SATZ isatz

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

3. Anzahl der x,y-Werte pro Kurve > 5000

** IDENTIFIKATION 'name', kenn1, kenn2

** ANZAHL DER PUNKTE .G.T. MAX. 5000

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Benutzer-Aktion: Größe LMAX im PARAMETER-Statement erhöhen.

4. Ende der Datei erreicht

** DATEIENDE

** KURVE ikurve SATZ isatz AUF EINHEIT nfi

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Subroutine INTX1

1. DIE ABSZISSEN SIND NICHT UEBERLAPPEND

Die Interpolation unterbleibt.

2. DIMENSION WIRD NICHT EINGEHALTEN, LMAX KLEINER N

Die Interpolation unterbleibt.

Benutzer-Aktion: Größe LMAX im PARAMETER-Statement erhöhen.

3. $N2 < 2$

$N2=n2$, ANZAHL DER ZU INTERPOLIERENDEN DATEN IST KLEINER 2

Die Interpolation unterbleibt.

4. ABSZISSENWERTE SIND NICHT AUFSTEIGEND

Die Interpolation unterbleibt.

I OPT='ADDI'

(Option ADDI wird in Subroutine DEVI behandelt)

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

II OPT='CBM2'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

III OPT='CBM3'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

IV OPT='COPY'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. ICOPY > 50

ICOPY=icopy ZU GROSS, MAXIMAL NK = 50

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Benutzer-Aktion: Größe NK im PARAMETER-Statement erhöhen.

3. Nicht alle zu kopierenden Kurven wurden gefunden:

KURVE MIT KENNUNG 'name' NICHT IN DATEI ENTHALTEN

Restliche Kurven wurden kopiert.

V OPT='CREA'

1. Ende der Eingabedatei IN erreicht

DATEIEINDE AUF EINHEIT in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

VI OPT='DEVI'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. IDEVI < 1 oder > 7

IDEVI=idevi

UNZULAESSIG, KLEINER 1 ODER GROESSER 7

BEDEUTUNG VON IDEVI

1: $Y1 = Y1 - Y2$

2: $Y1 = (Y1 - Y2) / \text{GEW}$

3: $Y1 = (Y1 - Y2) / Y1$

4: $Y1 = \text{ABS}(Y1 - Y2)$

5: $Y1 = \text{ABS}((Y1 - Y2) / \text{GEW})$

6: $Y1 = \text{ABS}((Y1 - Y2) / Y1)$

7: $Y1 = Y1 / Y2 * 100.$

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

3. ALLE Y-WERTE DER ERSTEN KURVE SIND NULL

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

4. DATEI-ENDE AUF ICOMP = icomp

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

5. DATEI-ENDE AUF IN = in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

VII OPT='DLTE'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. IDLTE ≤ 0

IDLTE=idlte UNZULAESSIG, KLEINER GLEICH 0

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

3. IDLTE > 50

IDLTE=idlte ZU GROSS, MAXIMAL NK = 50

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Benutzer-Aktion: Größe NK im PARAMETER-Statement erhöhen.

4. Nicht alle zu löschenden Kurven wurden gefunden:

KURVE MIT KENNUNG 'name' NICHT IN DATEI ENTHALTEN

Die anderen spezifizierten Kurven wurden gelöscht.

VIII OPT='DRKO'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

IX OPT='FILT'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. Anzahl der x,y-Werte zu klein (je nach Gleichung $n \geq 3$ oder 5)

$N=n$, ZU WENIG PUNKTE ZU MITTELN, WERTE BLEIBEN UNVERAENDERT

3. $IMIT < 1$ oder $IMIT > 5$

$IMIT = imit$ UNZULAESSIG, KLEINER 1 ODER GROESSER 5

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

4. AUFRUF VON SUBROUTINE KURVE NICHT FEHLERFREI, $IC = ic$

Programm läuft weiter.

X OPT='FOUR'

1. $IOUT = IN$

AUSGABEEINHEIT $IOUT=iout$ IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT $IN=in$

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. $IRUECK < 0$ oder $IRUECK > 2$

$IRUECK = irueck$ UNZULAESSIG

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

3. Falls Abschneidefrequenz NO größer ist als $N/2-1$

ABSCHNEIDEFREQUENZ $NO=n0$ GROESSER ALS $N12=N/2-1$; $NO=N12=n0$.

Programm läuft weiter.

XI OPT='INTE'

1. $IOUT = IN$

AUSGABEEINHEIT $IOUT=iout$ IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT $IN=in$

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. $IER = 129$: DIMENSION WIRD NICHT EINGEHALTEN, $LMAX$ KLEINER N

$IER = 130$: N KLEINER 2

$IER = 131$: ABSZISSENWERTE SIND NICHT AUFSTEIGEND

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XII OPT='KOMB'

1. $IOUT = IN$

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in
Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. IKOMB \leq 0

IKOMB=ikomb UNZULAESSIG, KLEINER GLEICH 0
Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

3. ANZAHL DER EINGELESENEN X,Y-WERTE DER i. KURVE N=n IST NICHT GLEICH
DER ANZAHL DER X,Y-WERTE DER 1. KURVE N1=n1

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XIII OPT='LIST'

1. ILIST < 1 oder > 3

FALSCHER LIST-OPTION ANGESTEUERT ilist
FOLGENDE OPTIONEN STEHEN ZUR VERFUEGUNG:

- 1 KENNSAETZE LISTEN
- 2 1 KURVE LISTEN
- 3 GESAMTE DATEI LISTEN

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. KURVE MIT KENNUNG 'name' NICHT GEFUNDEN

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XIV OPT='MAXI'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in
Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XV OPT='MODI'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in
Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. IMODI < 1 oder > 7

IMODI=imodi

UNZULAESSIG, KLEINER 1 ODER GROESSER 7

BEDEUTUNG VON IMODI

1: $X = AX + B$;

2: $Y = CY + D$;

3: $X = AX + B$; $Y = CY + D$;

4: $XMIN \leq X \leq XMAX$;

5: $YMIN \leq Y \leq YMAX$; (Abschneiden)

6: $XMIN \leq X \leq XMAX$; $YMIN \leq Y \leq YMAX$; (Abschneiden)

7: $-1.0 \leq Y \leq +1.0$; (Umnormieren)

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XVI OPT='ORAB'

(Option ORAB wird in Subroutine DEVI behandelt)

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XVII OPT='RENA'

(Entry RENAME ist in Subroutine MODI enthalten)

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XVIII OPT='SUMM'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. ISUM \leq 0

ISUM = isum UNZULAESSIG, KLEINER GLEICH 0

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

XIX OPT='TABU'

1. IDIN < 1 oder > 2

IDIN=idin, UNZULAESSIG

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. Anzahl der Punkte pro Kurve nicht identisch (Warnung)

ACHTUNG, DIE ABSZISSE DER k. KURVE MIT KENNUNG 'name(k)' IST NICHT
GLEICH DER 1. KURVE, ES WIRD LINEAR INTERPOLIERT.

XXI OPT='TREP'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. ITREP > 50

ITREP=itrep ZU GROSS, MAXIMAL NK = 50

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Benutzer-Aktion: Größe NK im PARAMETER-Statement erhöhen.

3. Nicht alle zu behandelnden Kurven wurden gefunden:

KURVE MIT KENNUNG 'name' NICHT IN DATEI ENTHALTEN

Die restlichen Kurven wurden umgeformt.

4. ACHTUNG, DIE NEUE ANZAHL DER DATEN neu IST GROESSER LMAX = 5000,

KEINE UMFORMUNG

Programm läuft weiter.

Benutzer-Aktion: Größe LMAX im PARAMETER-Statement erhöhen.

XXII OPT='UMKE'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. IUMKE > 50

IUMKE=iumke ZU GROSS, MAXIMAL NK = 50

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

Benutzer-Aktion: Größe NK im PARAMETER-Statement erhöhen.

3. Nicht alle zu behandelnden Kurven wurden gefunden:

KURVE MIT KENNUNG 'name' NICHT IN DATEI ENTHALTEN

Die restlichen Kurven wurden umsortiert.

XXIII OPT='WORK'

1. IOUT = IN

AUSGABEEINHEIT IOUT=iout IST GLEICH DER EINGABEEINHEIT IN=in

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

2. $V_0 \leq 0$

Nächste Namelist-Eingabe wird eingelesen.

3. $V_t \leq 0$

Ergebnis W wird 0 gesetzt.

10. Beispiele:

10.1 Anwendung der Optionen FILT und FOUR

Dieses Beispiel zeigt das Glätten einer Druckkurve durch eine abgebrochene Fouriertransformation nach Lanczos /8/ (FILT) und durch eine Fourieranalyse mit anschließender Synthese (FOUR). Mit dem Parameter INTERP=1 wird für die Interpolation das Unterprogramm ICSCCU /4/ (Spline-Interpolation) aufgerufen. Zum Vergleich der beiden Optionen sind die Originalkurve (Abb.10.1.2) und die mit FILT (Abb.10.1.3) und FOUR (Abb.10.1.4, 10.1.5) geglätteten Kurven dargestellt. Außerdem wird die graphische Ausgabe der Fourier-Koeffizienten, die zur Bestimmung der Abschneidefrequenz gedient hat, gezeigt (Abb.10.1.1). Eine gekürzte Job-Ausgabe ist im folgenden wiedergegeben. Für die graphische Darstellung der Kurven wurde das Programm-System PLOTEASY /1/ verwendet.

Der Lauf benötigte 58 sec CPU-Zeit (M7890 Rechner) bei 1100K Hauptspeicher.

```

//      FF JOB (0      ,      ,      ),      ,NOTIFY=      ,      *
// MSGCLASS=H,REGION=1100K,TIME=1
//*
//* #####
//* TESTBEISPIEL FUER ANWENDUNG DER OPTIONEN FILT UND FOUR
//*
//* #####
//* DIE AUSFUEHRUNG DES FOLGENDEN EBCDIC-STEPS WIRD EMPFOHLEN, UM
//* EVENTUELL VORHANDENE ZEILENNUMMERN ZU LOESCHEN.
//* ZEILENNUMMERN KOENNEN ZU FEHLERN BEI DER NAMELIST-EINGABE FUEHREN.
//* #####
//*
// EXEC EBCDIC, PARM.S=(DELNUM,NOCO)
//S.LISTE DD SYSOUT=*
//S.SYSIN DD *
//
// EXEC F7G,LIB=NUSYS,NAME=MODEASY
//* ----- DIE DATEI 10 ENTHAELT DIE EXPERIMENTELLEN DATEN
//G.FT10F001 DD DISP=SHR,DSN=INR688.SR1DATA.PLOT01.DATA
//* ----- DIE SYSDA-DATEI 11 WIRD ALS SCRATCH DATEI NUR TEMPORAER
//* ----- ZUR AUSWERTUNG BENOETIGT
//G.FT11F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=&&SCRAT,SPACE=(TRK,(25,25)),DCB=DCB.VBS,
//          DISP=(NEW,PASS)
//G.SYSIN DD DSN=&&EBCDIC,DISP=(OLD,DELETE)
//*
//* #####
//* GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE MIT HILFE DES
//* PROGRAMMS PLOTEASY
//* #####
//PLOT EXEC PLOTEASY,PREPAR=PLODAT,PLOT=PLVERS,PLOTID=X,JOBID=688FF
//G.STEPLIB DD DISP=SHR,DSN=INR487.PE.LOAD
//G.FT20F001 DD DISP=SHR,DSN=INR688.SR1DATA.PLOT01.DATA
//          DD DISP=(OLD,DELETE),DSN=&&SCRAT
//G.SYSIN DD *
//
//* #####
//*
//P.FT09F001 DD DISP=SHR,DSN=INR487.KSDA.BROEKO
//P.PLOTTAPE DD DUMMY
//P.FT07F001 DD DUMMY
//P.PLOTPARM DD *
//
//* #####
//VERSATEC EXEC SVPLOT

```

```
*****
*****  FILTERN OHNE ABSCHNEIDEFREQUENZ
*****
&INPUT OPT='FILT', IN=10, IOUT=11, IPRINT=0, IMIT=4, NO=0, INTERP=1,
  NAME='E01P01', NAMEN='E01P01F1' &END
*****
*****  FOURIER-ANALYSE MIT ANSCHLIESSENDER SYNTHES
*****  ABSCHNEIDEFREQUENZ 500
*****
&INPUT OPT='FOUR', IN=10, IOUT=11, IRUECK=2, NO=500,
  NAME='E01P01', NAMEN='E01P01F1' &END
*****
*****  FOURIER-ANALYSE MIT ANSCHLIESSENDER SYNTHES
*****  ABSCHNEIDEFREQUENZ 1000
*****
&INPUT OPT='FOUR', IN=10, IOUT=11, IRUECK=2, NO=1000,
  NAME='E01P01', NAMEN='E01P01F2' &END
```

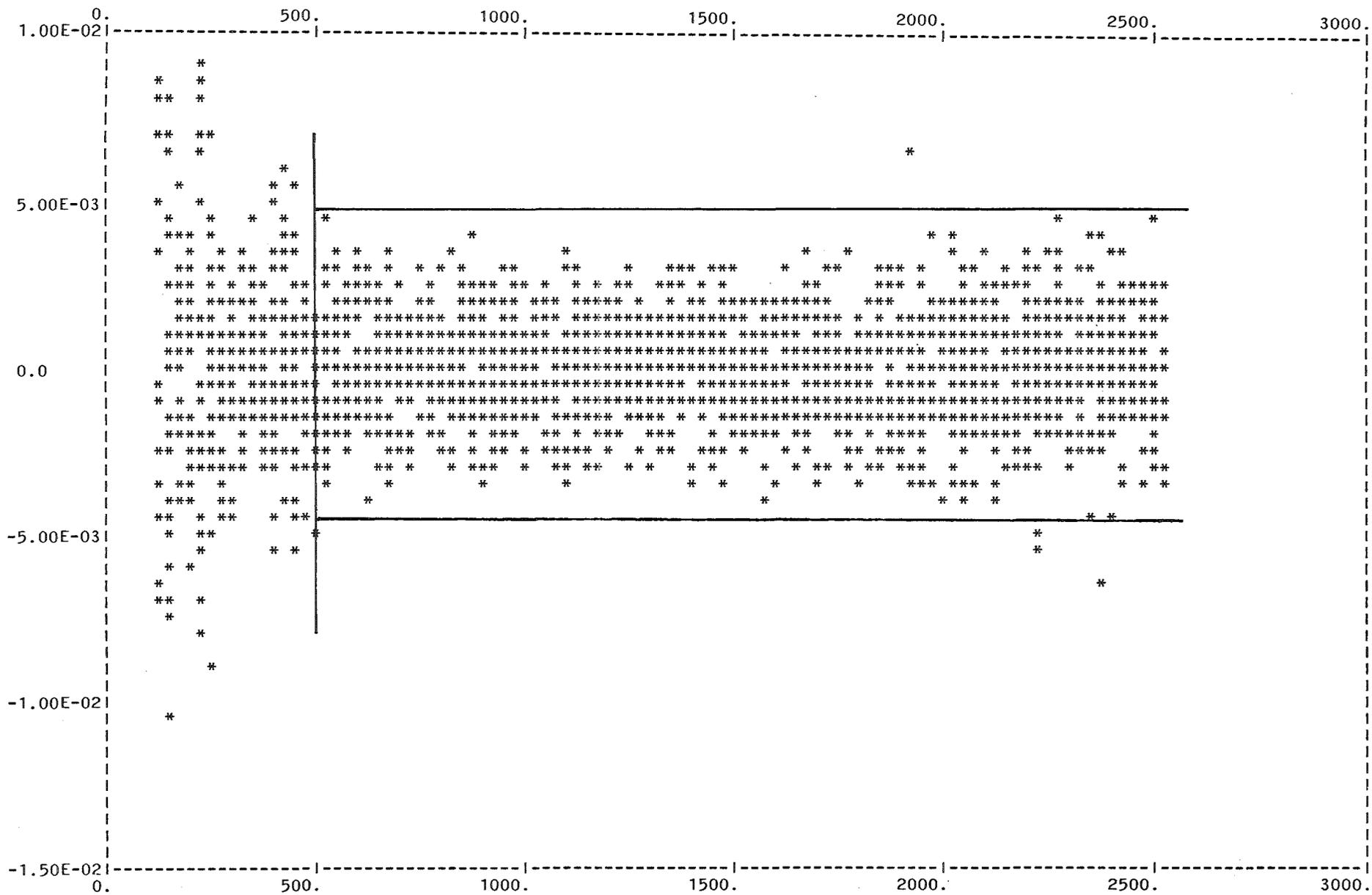



Abb.10.1.1 Fourierkoeffizienten b_i ($i=1,N$) zur Festlegung der Abschneidefrequenz

BETA

0.0	0.26133E-02	0.22202E-02	0.24838E-02	0.23391E-02	0.21751E-02	0.23658E-02	0.22730E-02	0.21489E-02	0.20522E-02
0.19721E-02	0.18950E-02	0.18648E-02	0.18122E-02	0.17509E-02	0.17492E-02	0.17873E-02	0.17768E-02	0.20310E-02	0.19913E-02
0.19582E-02								
		0.36862E-02	0.37925E-02	0.39443E-02	0.39790E-02	0.39825E-02	0.39844E-02	0.40626E-02	0.42174E-02
0.42229E-02	0.43395E-02	0.46469E-02	0.46556E-02	0.46549E-02	0.89044E-02	0.21423E-01	0.44752E-01	0.97979E-01	

N0= 2528 NUE0= 0.80001E+05 P= 0.10004E+01

Y1(1)= 0.99910E+01

KURVE MIT KENNSATZ	2530	'E01P01'	1	1	VON EINHEIT	10
GEFILTERT UND AUSGEGEBEN MIT KENNSATZ	2530	'E01P01FI'	1	1	AUF EINHEIT	11

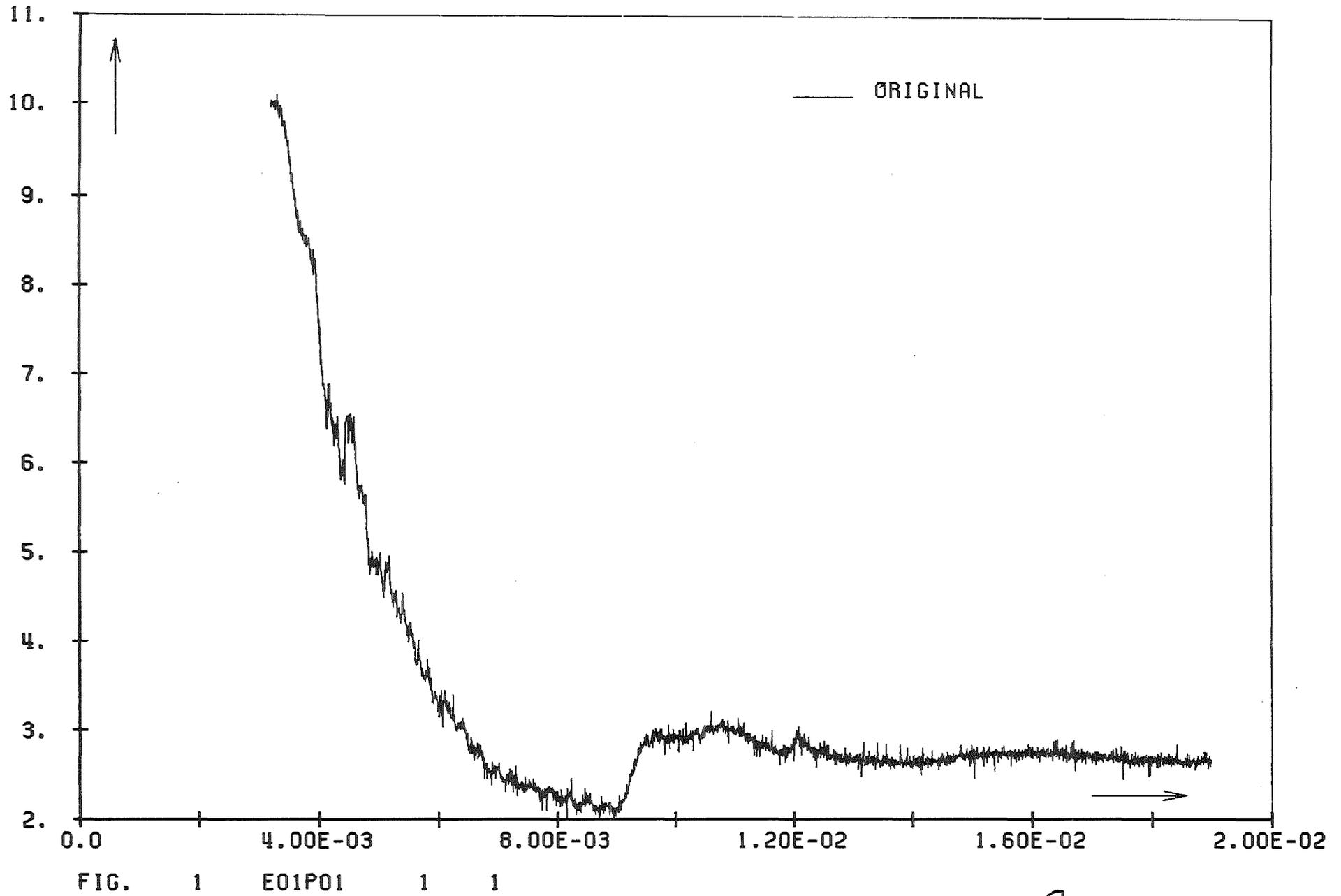


Abb.10.1.2 Originalkurve

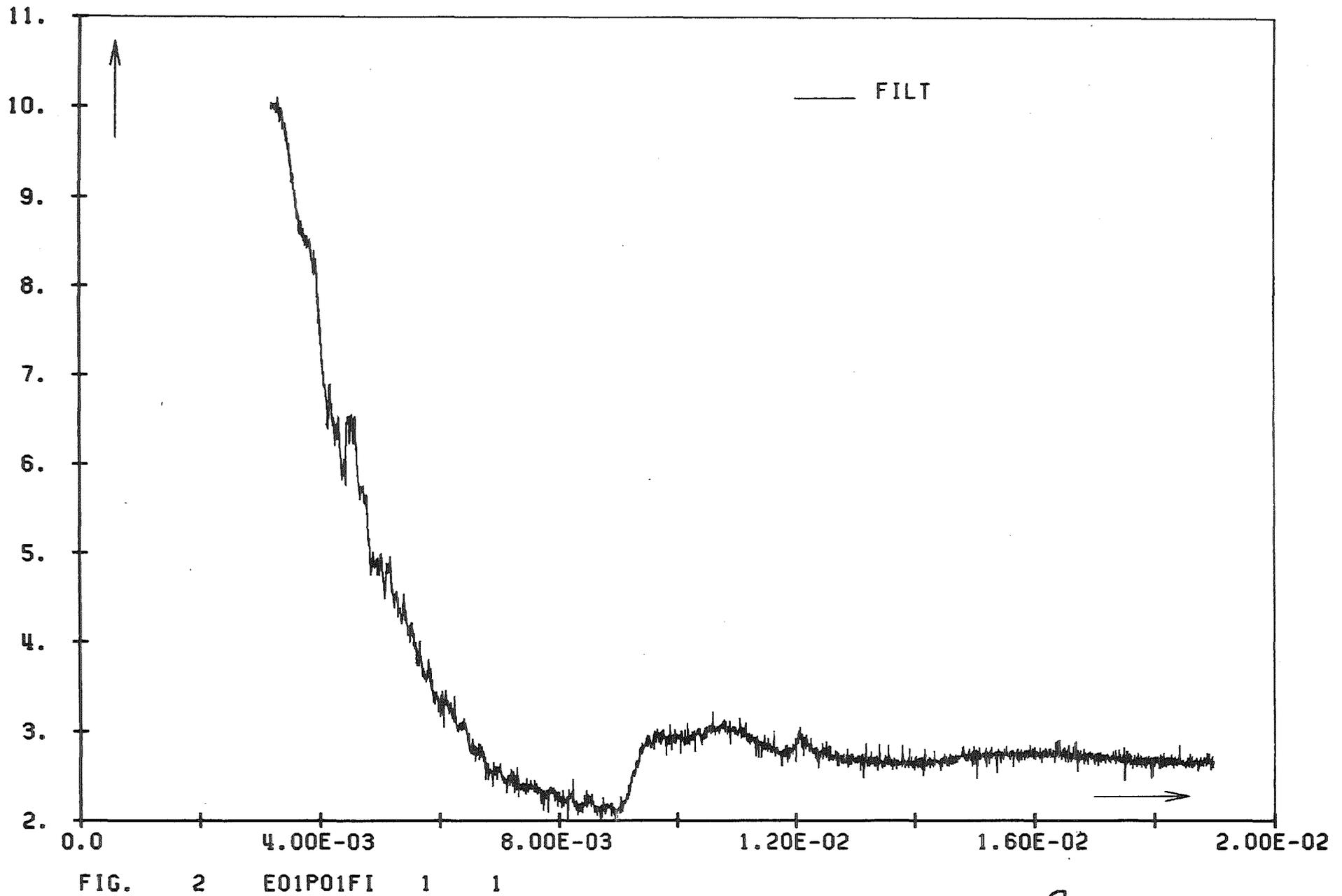


Abb.10.1.3 Kurve nach Bestimmung der Abschneidefrequenz
 (OPT=FILT, IMIT=4, NO=0)

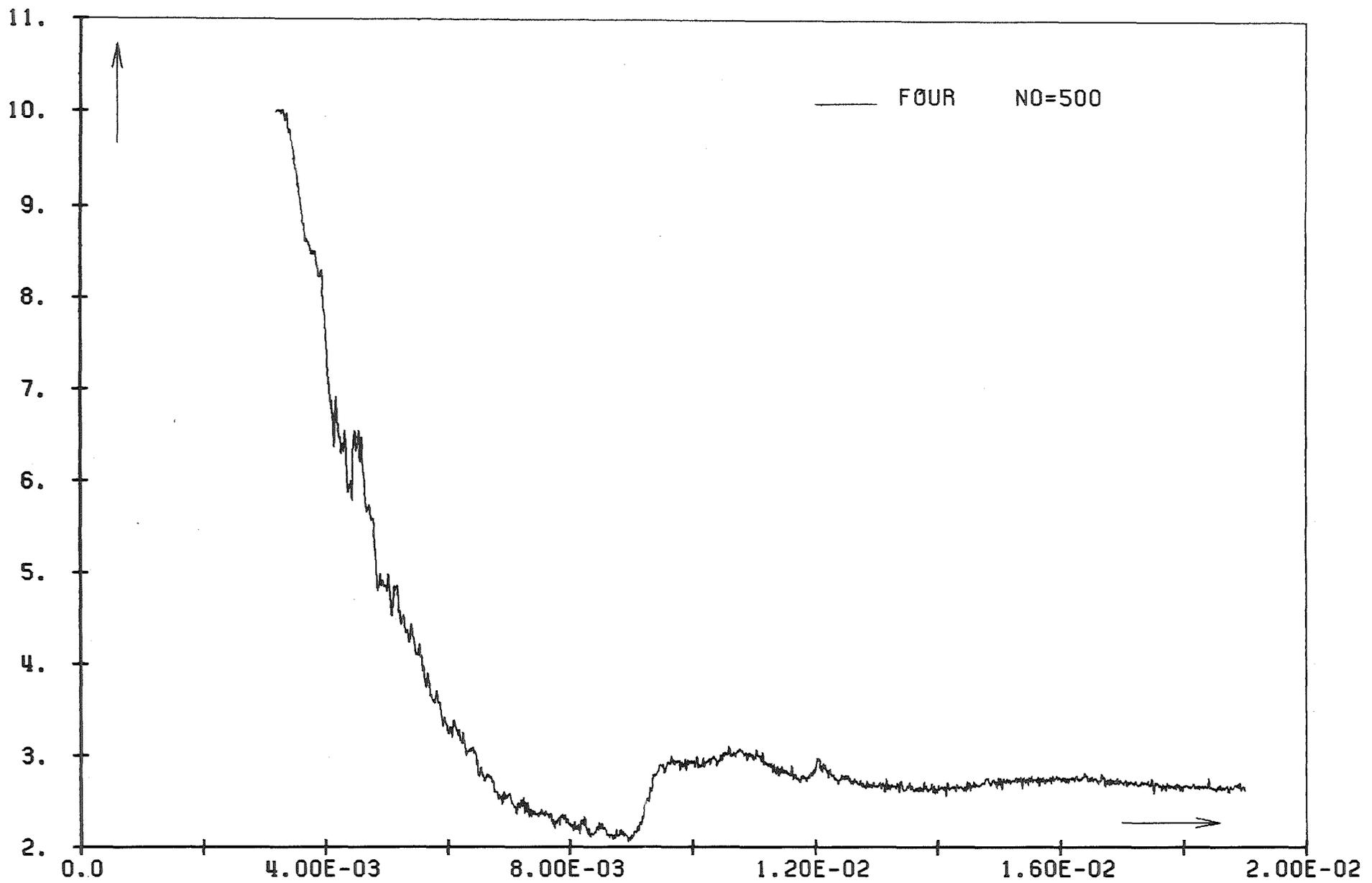


FIG. 3 E01P01F1 1 1



Abb.10.1.4 Geglättete Kurve durch Fouriertransformation
(OPT=FOUR, NO=500)

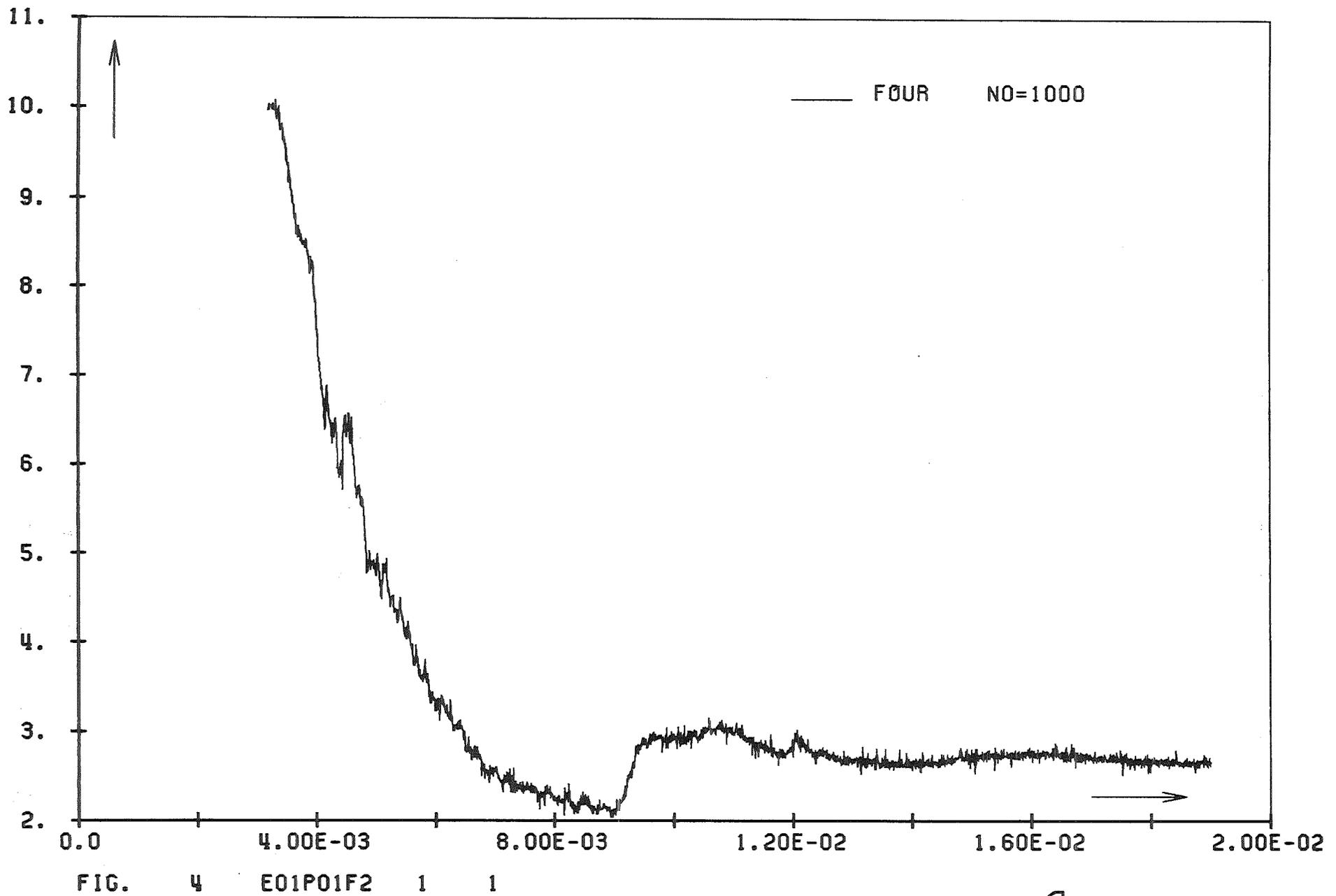


Abb.10.1.5 Geglättete Kurve durch Fouriertransformation
(OPT=FOUR, NO=1000)



10.2 Ein Beispiel aus der Praxis

Dieses Beispiel ist ein Teil der Analysen in /10/. Als Primärdaten liegen Druckkurven vor, sowie Kurven mit kinetischer Energie und Volumina einer expandierenden Gasblase. Daraus werden in mehreren Schritten ausgewertete Kurven erzeugt.

- (1) Berechnung der Impulsspur: $\int p dt$
- (2) Kraft auf den Deckel: $K = \sum A F_i p_i$
- (3) Impuls auf den Deckel: $\int k dt$
- (4) Modifizierung der Volumenskurven
- (5) Berechnung der isentropen Ausdehnungsarbeit $\int p dV$
- (6) Berechnung der Energiekonversion
- (7) Bestimmung des maximalen Druckes
- (8) Umskalierung und Speicherung der ausgewerteten Kurven.

Die folgende Liste zeigt die notwendige Eingabe dafür. Insbesondere für (5) und (6) wird intensiv von der Zwischenspeicherung Gebrauch gemacht. Weitere Details sind den Kommentaren in der Liste zu entnehmen. Der erzeugte Ausdruck ist ebenfalls beigelegt.

Der gesamte Lauf brauchte weniger als 5 sec CPU-Zeit (SIEMENS-M7890 Rechner) bei 1100 KBytes Hauptspeicher.

```

//      P1 JOB (0      ,P      ),      ,REGION=1100K      *
/** #####
/** ERSTELLUNG EINES FILES MIT KORRIGIERTEN UND AUSGEWERTETEN
/** EXPERIMENTELLEN KURVEN AUS DEN PRIMAERDATEN
/** #####
// EXEC FTG,LIB=NUSYS,NAME=MODEASY
/** ----- DIE SYSDA-DATEIEN 2,3,4,7,9 UND 11 WERDEN ALS SCRATCH
/** ----- DATEIEN NUR TEMPORAER ZUR AUSWERTUNG BENOETIGT
//G.FT02F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR1,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
//G.FT03F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR2,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
//G.FT04F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR3,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
//G.FT07F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR4,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
//G.FT09F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR5,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
//G.FT11F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR6,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
/** ----- EINHEIT 14 ENTHAEHLT DIE URSPRUENGLICHEN EXPERIMENTELLEN
/** ----- KURVEN (VERSTREUT AUF 4 DATEIEN)
//G.FT14F001 DD DISP=SHR,DSN=INR688.SRIDATA.FOURO1.DATA
//
// DD DISP=SHR,DSN=INR688.SRIDATA.FOURO2.DATA
//
// DD DISP=SHR,DSN=INR688.SRIDATA.PLOT371.DATA
//
// DD DISP=SHR,DSN=INR688.WQ.PLOT.DATA
/** ----- EINHEIT 15 WIRD DURCH DIESEN LAUF BESCHRIEBEN UND
/** ----- ENTHAEHLT AM ENDE DIE BENOETIGTEN KORRIGIERTEN UND
/** ----- AUSGEWERTETEN KURVEN
//G.FT15F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=##SCR7,SPACE=(TRK,(20,10)),DCB=DCB.VBS
//G.SYSIN DD *
*****
*****   BERECHNEN DER IMPULSSPUR   INTEGRAL(P DT)
*****
&INPUT OPT='INTE', IN=14,IOUT=2,KENN1=1,KENN2=1,IPRINT=0,
NAME='E01P10 ',NAMEN='E01110 ',ISIMP=0
*****
*****   BERECHNEN DER KRAFT AUF DEN DECKEL : K = SUMME A(I)*P(I)
*****
&INPUT OPT='KOMB', IN=14,IOUT=3,IKOMB=3,KENN1=3*1,
NAME='E01P12 ',E01P11 ',E01P10 ',KENN2=3*1,
AF=66.62E-4,297.31E-4,491.37E-4,NAMEN='E01K P1'
*****
*****   INTEGRIEREN DER KRAFT AUF DEN DECKEL
*****
&INPUT OPT='INTE',IN=3,IOUT=2,NAME='E01K P1',NAMEN='E011 P1' &END
*****
*****   MODIFIZIEREN UND UMBENENNUNG DER EXPERIMENTELLEN WERTE FUER
*****   VOLUMEN DER EXPANDIERENDE BLASE (E02BEAVO),
*****   KINETISCHE ENRGIE DES WASSERS IM VERSUCH (E02BDVD4) UND
*****   BERECHNEN DES VOLUMENS DES ZUSAMMENGEDRUECKTEN SCHUTZGAS-
*****   BEREICHES ALS DIFFERENZ AUS ANFANGSVOLUMEN UND E02BEAVO.
*****
&INPUT OPT='MODI', IN=14,IOUT=2,NAME='E02BEAVO', NAMEN='E02VBUBB'
IMODI=2,C=1.0,D=814.57
&INPUT OPT='MODI',NAME='E02BDVD4', NAMEN='E02KELIQ',
IMODI=4,XMIN=3.508,XMAX=10.0,KENN1N=1
&INPUT OPT='MODI',IMODI=2,C=-1.0,D=7731.0,NAME='E02BEAVO',
NAMEN='E02VCOVE',IOUT=2
*****
*****   BERECHNEN DER ISENTROPEN AUSDEHNUNGSARBEIT INTEGRAL (P DV)
*****   1. FUER EINE EXPANDIERENDE BLASE (E02VBUBB)
*****

```

```

&INPUT OPT='WORK', NAME='E02VBUBB', VO=732.5, IN=2,
  NAMEN='E02BWORK', AKAPPA=1.4, PO=1.0E7, IOUT=4          &END
*****      2. FUER EINEN KOMPRIMIERTEN GASBEREICH (E02VCOVE)
&INPUT NAME='E02VCOVE', VO=7731.0, PO=1.E5, NAMEN='E02CWORK', KENN1=1,
  KENN1N=1                                               &END
*****
*****      BERECHNUNG DER ENERGIEKONVERSION
*****      ALS QUOTIENT : E02KELIQ/(E02BWORK-E02CWORK)
*****
&INPUT OPT='KOMB', NAME='E02BWORK', 'E02CWORK', NAMEN='SCRAT ',
  IN=4, IOUT=11, IKOMB=2, AF=1.0E-6, 1.0E-6             &END
&INPUT OPT='MODI', NAME='SCRAT ', NAMEN='SCRAT ', IMODI=5,
  IN=11, IOUT=9, YMIN=1.0E+0, YMAX=1.0E60              &END
&INPUT OPT='MODI', NAME='E02BDVD4', NAMEN='E02KELIQ',
  IMODI=4, XMIN=3.508, XMAX=10.0, KENN1N=1, IN=14, IOUT=9, &END
&INPUT OPT='DEVI', NAME='E02KELIQ', 'SCRAT ', NAMEN='E02ECONV',
  IDEVI=7, IN=9, IOUT=11, INTERP=-1                   &END
*****
*****      BERECHNUNG DES SPITZENDRUCKES PPEAK AM DECKEL
*****
&INPUT OPT='MAXI', NAME='E02P12 ', 'E02P11 ', 'E02P10 ',
  IN=14, IOUT=11, NAMEN='E02PPEAK'                    &END
*****
*****      ANPASSUNG VON ZEIT UND SKALA FUER DIE EXPERIMENTE
*****      DIE ZEITACHSE WIRD UMSKALIERT AUF MILLISEKUNDEN UND
*****      UM 3.54 MS NACH LINKS VERSCHOBEN;
*****      DIE MESSWERTE WERDEN - JE NACH VARIABLE - AUF GAENGIGE
*****      EINHEITEN GEBRACHT.
*****
&INPUT OPT='MODI', IN=14, IOUT=15, IMODI=3, A=1.E+3, B=-3.54, C=1.0, D=0.0,
  NAME='E01P02 ', NAMEN='E01P02 ', INTERP=0           &END
&INPUT IN=2, A=1.0E+3, B=-3.540, C=1.E+3, D=0.0,
  NAME='E01I10 ', NAMEN='E01I10 '                     &END
&INPUT IN=3, A=1.0E+3, B=-3.540, C=1.E+3, D=0.0,
  NAME='E01K P1', NAMEN='E01K P1'                     &END
&INPUT IN=2, A=1.0E+3, B=-3.540, C=1.E+6, D=0.0,
  NAME='E01I P1', NAMEN='E01I P1'                     &END
&INPUT IN=2, A=1.0, B=-3.508, C=1.0, D=0.0,
  NAME='E02VBUBB', NAMEN='E02VBUBB'                   &END
&INPUT IN=4, A=1.0, B=-3.508, C=1.E-9, D=0.0,
  NAME='E02BWORK', NAMEN='E02BWORK'                   &END
&INPUT NAME='E02CWORK', NAMEN='E02CWORK', C=-1.0E-9,
  KENN1=1, KENN1N=1                                    &END
&INPUT IN=2, A=1.0, B=-3.508, C=1.E-3, D=0.0,
  NAME='E02KELIQ', NAMEN='E02KELIQ'                   &END
&INPUT IN=11, A=1.0, B=-3.508, C=1.E+0, D=0.0,
  NAME='E02ECONV', NAMEN='E02ECONV'                   &END
&INPUT IN=11, A=1.0, B=-3.508, C=1.E-6, D=0.0,
  NAME='E02PPEAK', NAMEN='E02PPEAK'                   &END
*****
*****      LISTE DER NEUERSTELLTEN KURVEN AUF DER EINHEIT 15
*****      (ES WERDEN NUR DIE LABELSAETZE GELISTET ALS EINE ART
*****      INHALTSVERZEICHNIS).
*****
&INPUT OPT='LIST', IN=15, ILIST=1 &END
/*

```


ES WIRD DER FOLGENDE DATASET BEARBEITET: SYS84314.T151330.RA000.INR688P1.SCR7

NUR KENNSAETZE LISTEN

KENNSAETZE LISTEN VON EINHEIT 15

IZ	N	NAME	KENN1	KENN2
1	2530	'E01P02'	1	1
2	2530	'E01110'	1	1
3	2530	'E01K P1'	1	1
4	2530	'E011 P1'	1	1
5	26	'E02VBUBB'	1	1
6	26	'E02BWORK'	1	1
7	26	'E02CWORK'	1	1
8	82	'E02KELIQ'	1	1
9	82	'E02ECONV'	1	1
10	2530	'E02PPEAK'	1	1

ALLE KENNSAETZE GELISTET

ENDE DER EINGABE GEFUNDEN

11. Programm-Kurzbeschreibung

Referenz:

Der ausführbare LOAD-Modul des FORTRAN-77-Programms MODEASY befindet sich in der INR-Programm-Bibliothek LOAD.NUSYS unter dem Modul-Namen MODEASY.

Autoren:

R. Heger, INR, Tel. 2416

K. Kufner, INR, Tel. 2468

Aufruf des Programms:

```
// EXEC F7G,LIB=NUSYS,NAME=MODEASY
```

Typische Laufzeiten auf der IBM 3033/SIEMENS 7890:

minimal; im Sekundenbereich für jede Option, bis auf Fourier-transformation (s. Beispiel 10.1)

Benutzte Hilfsprogramme:

Aus der IMSL-Bibliothek /4/ werden die Unterprogramme ICSCCU (Spline-Interpolation) und FFTSC (Fourier-Koeffizienten) aufgerufen.

Aus der KfK-Bibliothek (SYS7.FORTLIB) wird das Unterprogramm KURVE /12/ (graphische Ausgabe auf dem Drucker) benötigt.

Dem Scientific Subroutine Package (SSP) /3/ wurde das Unterprogramm DQSF (Simpson 3/8-Regel) entnommen.

Format der Eingabe

Die Eingabe erfolgt über die Namelist &INPUT (s. Kap. 4).

Format der Ausgabe

Die neu erzeugten Kurven werden im PLOTEASY-Format (/1/ und Kap.2) gespeichert.

Hardware-Anforderungen:

Der LOAD-Modul von MODEASY belegt ca. 175 K Bytes.

Das Quellprogramm besteht aus ca 2600 Anweisungen.

12. Referenzen

- /1/ C. Broeders,
PLOTEASY
unveröffentlichte Programmbeschreibung, 1974
- /2/ Operating System BS 3000
FORTRAN 77
Reference Manual
Version 01 April 1981
Siemens AG
- /3/ System/360 Scientific Subroutine Package
Programmer's Manual, IBM Publication H20-0205-3, 1968
- /4/ IMSL-Library, Edition 8
IMSL LIB-0008, Houston, Texas, 1980
- /5/ C. Broeders,
PLODAT
unveröffentlichte Programmbeschreibung, 1978
- /6/ R. W. Hamming
Numerical Methods for Scientists and Engineers, 2nd edition,
McGraw-Hill Book Company, New York 1973
(bes. Kap.37, "Design of Digital Filters")
- /7/ F. B. Hildebrand
Introduction to Nuclear Analysis
McGraw-Hill Book Company, New York 1956
- /8/ C. Lanczos
Applied Analysis, 2nd edition,
Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1961

- /9/ K. Kufner, P. Schmuck, R. Fröhlich, R.J. Tobin, A.L. Florence,
Model Experiments for the Postdisassembly Expansion Phase in
LMFBRs and their Use for Code Verification, ANS/ENS Safety
Conference, Lyon 1982
- /10/ K. Kufner, P. Schmuck, R. Fröhlich
SIMMER-II Analyses of Expansion Phase Experiments in SNR Geometry
KfK-Bericht 3633, Karlsruhe 1984
- /11/ R. Heger, P. Schmuck
PROFILAUS
unveröffentlichte Programmbeschreibung, 1983
- /12/ S. Kleinheins
KURVE
unveröffentlichte Programmbeschreibung, 1969
- /13/ R. Heger, K. Kufner
MODEASY
unveröffentlichte Programmbeschreibung, 1982

13. Anhang: Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Transferfunktion für Filterung nach Hamming

$$H(\omega) = 0.2\cos 2\omega + 0.5\cos \omega + 0.3$$

ω	$H(\omega)$
0	1.0
0.1	0.9935200
0.2	0.9742500
0.3	0.9427400
0.4	0.8998700
0.5	0.8468500
0.6	0.7851400
0.7	0.7164100
0.8	0.6425100
0.9	0.5653600
1.0	0.4869200
1.1	0.4091000
1.2	0.3337000
1.3	0.2623700
1.4	0.1965400
1.5	0.1373700
1.6	0.0857410
1.7	0.0422180
1.8	0.0070473
1.9	-0.0198380
2.0	-0.0388020
2.1	-0.0504750
2.2	-0.0557170
2.3	-0.0555690
2.4	-0.0511970
2.5	-0.0438390
2.6	-0.0347410
2.7	-0.0250970
2.8	-0.0159980
2.9	-0.0083752
3.0	-0.0029622
3.1	-2.5916E-4

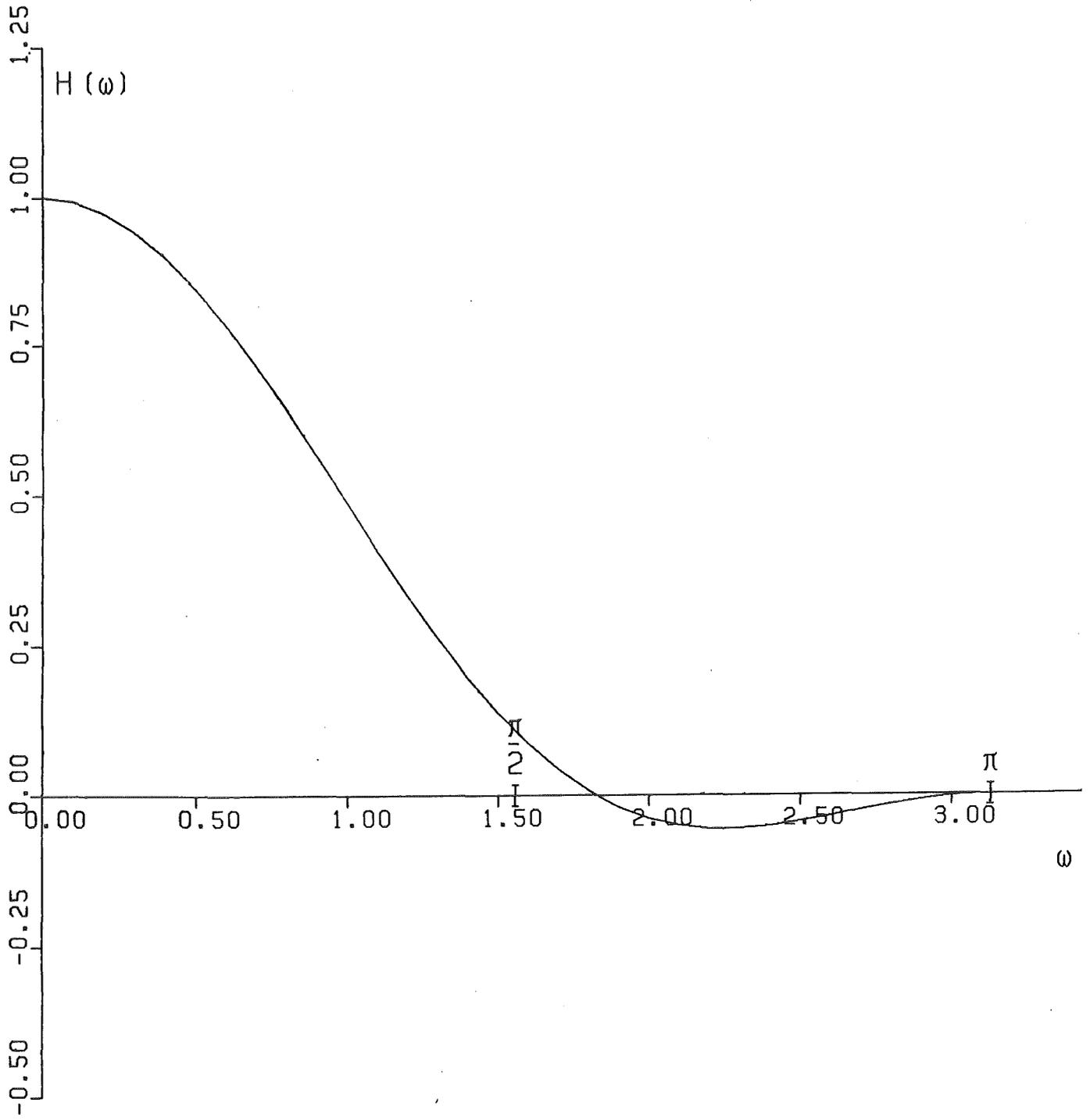


Abb.1. Transferfunktion für Filterung nach Hamming

Tabelle 2: Transferfunktion für Filterung nach Lanczos

$$H(\omega) = (-6.0\cos 2\omega + 24\cos\omega + 17) / 35.$$

ω	$H(\omega)$
0	1.0
0.1	0.999990
0.2	0.999860
0.3	0.999320
0.4	0.997860
0.5	0.994860
0.6	0.989540
0.7	0.981040
0.8	0.968460
0.9	0.950910
1.0	0.927550
1.1	0.897640
1.2	0.860600
1.3	0.816040
1.4	0.763790
1.5	0.703930
1.6	0.636830
1.7	0.563100
1.8	0.483650
1.9	0.399620
2.0	0.312410
2.1	0.223580
2.2	0.134860
2.3	0.048065
2.4	-0.034927
2.5	-0.112270
2.6	-0.182180
2.7	-0.243030
2.8	-0.293340
2.9	-0.331890
3.0	-0.357740
3.1	-0.370240

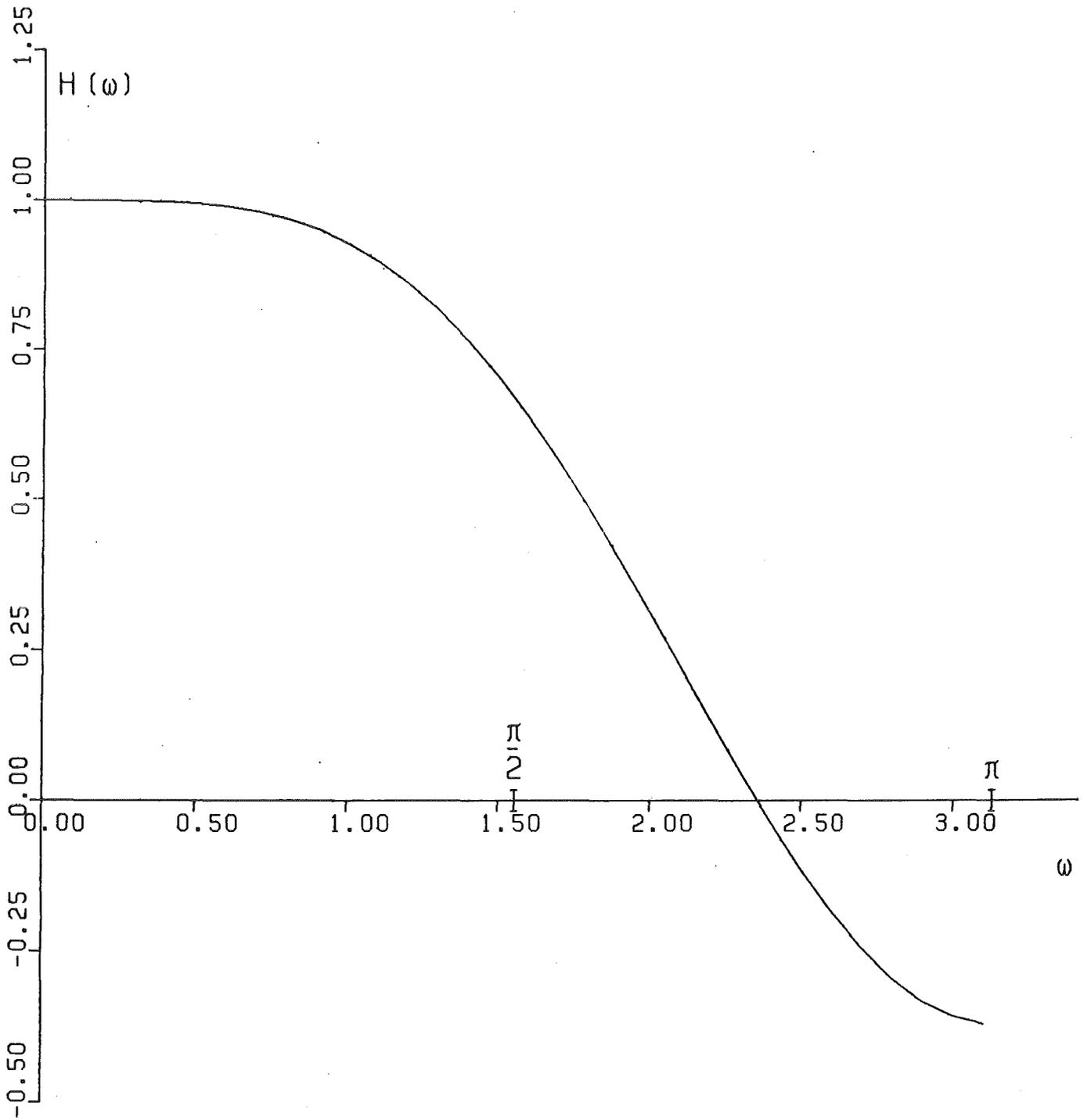


Abb.2. Transferfunktion für Filterung nach Lanczos

Tabelle 3: Transferfunktion für Filterung nach Hildebrand

$$H(\omega) = (1. + 2\cos\omega) / 3.0$$

ω	$H(\omega)$
0	1.0
0.1	0.996670
0.2	0.986710
0.3	0.970220
0.4	0.947370
0.5	0.918390
0.6	0.883560
0.7	0.843230
0.8	0.797800
0.9	0.747740
1.0	0.693530
1.1	0.635730
1.2	0.574910
1.3	0.511670
1.4	0.446640
1.5	0.380490
1.6	0.313870
1.7	0.247440
1.8	0.181870
1.9	0.117810
2.0	0.055902
2.1	-0.0032307
2.2	-0.059001
2.3	-0.110850
2.4	-0.158260
2.5	-0.200760
2.6	-0.237930
2.7	-0.269380
2.8	-0.294810
2.9	-0.313970
3.0	-0.326660
3.1	-0.332760

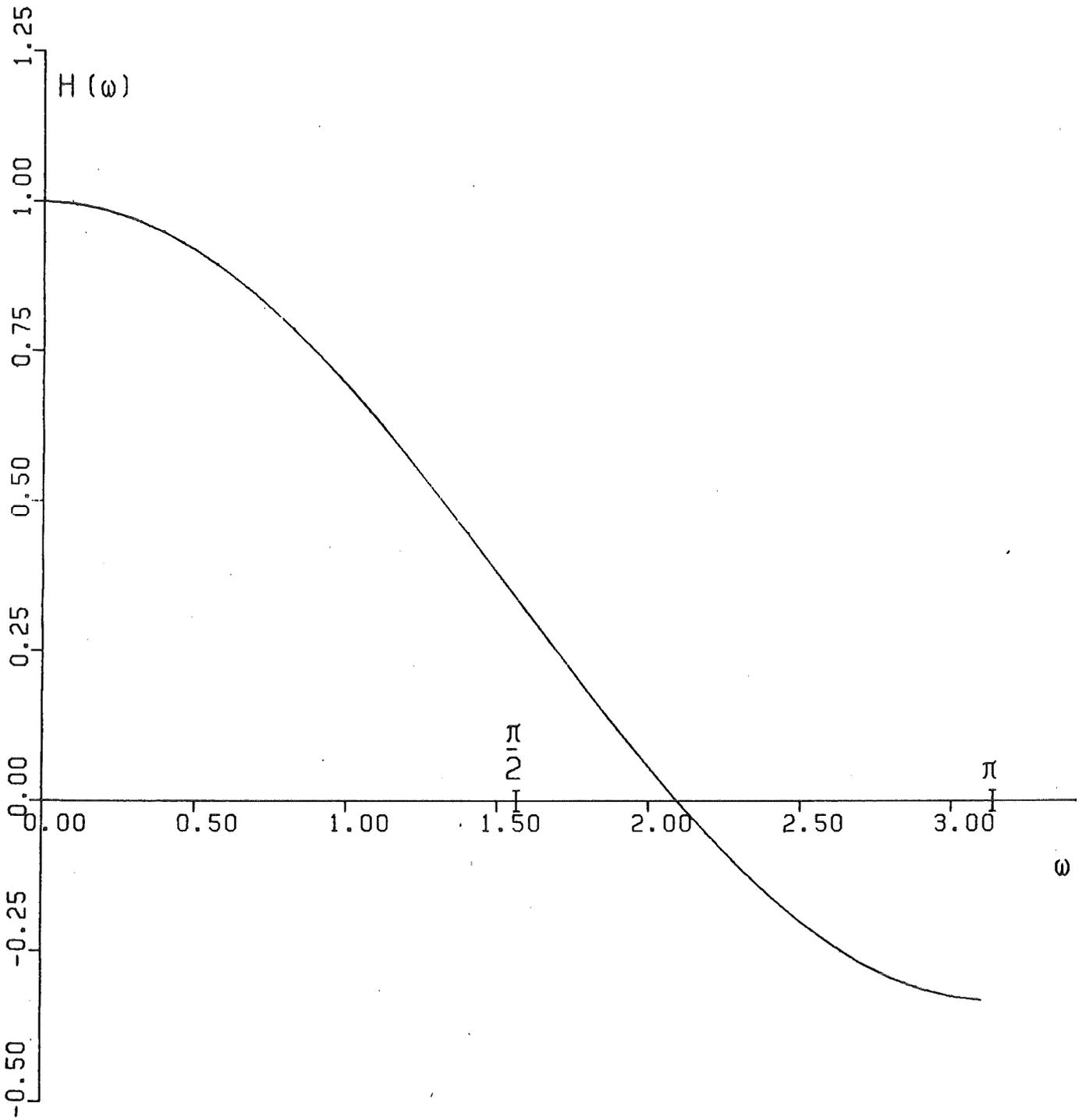


Abb.3. Transferfunktion für Filterung nach Hildebrand