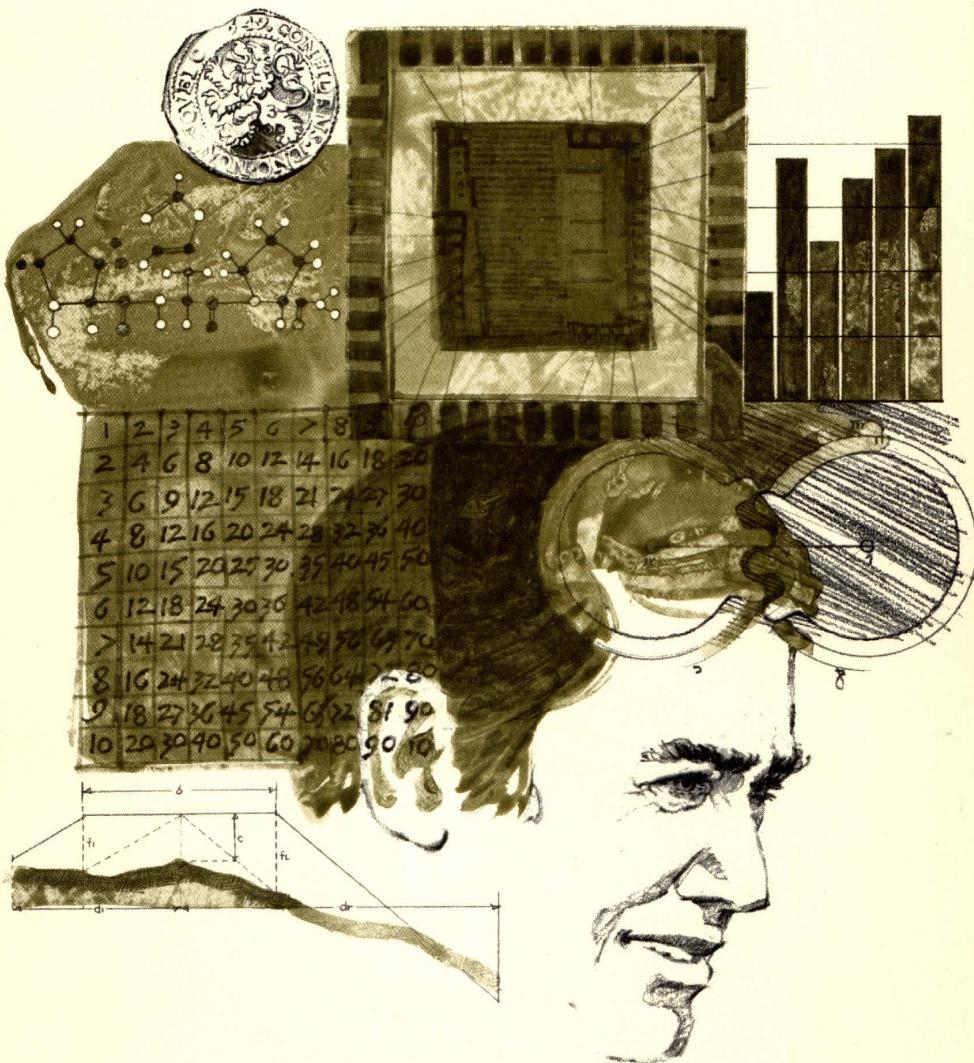


HEWLETT-PACKARD

HP-97

Standard Paket



Das hierin enthaltene Programm-Material ist mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. HEWLETT-PACKARD übernimmt infolgedessen keine Verantwortung und wird keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Einleitung

Das HP-97 Standard-Paket ist der Grundstein für den Aufbau Ihrer eigenen Programmbibliothek. Die verschiedenen Programme dieser Sammlung befassen sich mit häufig vorkommenden Problemstellungen aus dem kaufmännischen, wissenschaftlichen und technischen Bereich. Darüber hinaus sind auch einige unterhaltsame Programme enthalten, wie beispielsweise das **Arithmetik-Lernprogramm** (STD-13), das «programmierbare Programm» **Folg mir** (STD-06) oder das ausgesprochene Spielprogramm **Mondlandung** (STD-14).

Für die Anwendung der hierin enthaltenen Programme sind keinerlei Kenntnisse über Programmiersprachen oder Erfahrungen im Umgang mit programmierbaren Rechnern erforderlich. Es wird lediglich vorausgesetzt, daß Sie die Abschnitte 1 bis 5 des HP-97 Bedienungshandbuchs durchgelesen oder aber bereits mit anderen HP-Rechnern gearbeitet haben. Wenn Sie sich an dieser Stelle zum erstenmal mit der Programmierung befassen, sollten Sie auf alle Fälle den Abschnitt «Verwendung der Programme» auf den Seiten 5 und 6 dieser Anleitung durchlesen. Die ausführlichen Beschreibungen helfen Ihnen dabei, Ihren HP-97 so umfassend wie möglich kennenzulernen. Damit Sie aus dieser Programmsammlung den größten Nutzen ziehen, empfehlen wir Ihnen, sämtliche Beispiele zu rechnen und alle Bedienungsanweisungen in der angegebenen Reihenfolge zu beachten.

Jedes Programm dieser Sammlung ist ausführlich beschrieben. Neben einer allgemeinen Beschreibung sind die Bedienungsanweisungen zur Ausführung des Programms in Tabellenform ebenso angegeben wie Zahlenbeispiele und die entsprechenden Tastenfolgen. Programmspeicherlisten mit den einzelnen Programmschritten stehen am Schluß dieses Handbuchs. Dort können Sie auch nachlesen, welche Speicherregister durch die Programme belegt werden.

Die Magnetkarten zu den Programmen finden Sie in den mitgelieferten Kartentaschen. Sie enthalten auch ein Diagnostik-Programm zur Überprüfung der einwandfreien Rechnerfunktion sowie eine Reinigungskarte, mit der Sie bei Bedarf den Magnetkopf der Karten-Lese/Schreib-Station von Verunreinigungen befreien können. Die darüber hinaus enthaltenen unbeschrifteten Magnetkarten sind für die Aufzeichnung selbsterstellter Programme gedacht.

Das HP-97 Standard-Paket weicht insofern von den übrigen Anwendungs-Paketen ab, als es umfangreiche Erklärungen zu wichtigen Programmietechniken beinhaltet. Sie finden diese äußerst nützlichen Erläuterungen auf den Seiten 100 bis 156.

Wir hoffen, daß Ihnen das HP-97 Standard-Paket bei Ihren täglichen Berechnungen eine wertvolle Hilfe sein wird.

Notizen

Inhaltsverzeichnis

1. Gleitender Durchschnitt	14
Trendberechnungen, statistische Anwendungen	14
2. Tabulator	18
Gleichzeitige Addition von Zeilen und Spalten bei tabellarisch angeordneten Daten	18
3. Kurvenanpassung	22
Ermöglicht die Anpassung verschiedener Kurventypen (Gerade, Exponentialfunktion, logarithmische sowie Potenzfunktion) an vorgegebene Daten	22
4. Kalenderrechnungen	30
Berechnung der Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten sowie Bestimmung des Wochentages zu gegebenem Datum ...	30
5. Renten- und Zinseszinsrechnung	34
Verschiedene Anwendungen der Zinseszinsformeln, Darlehen-tilgung, Sparprogramme usw.	34
6. Folg Mir	44
Ein «programmierbares» Programm	44
7. Dreiecksberechnungen	50
Berechnung der unbekannten Größen in beliebigen ebenen Dreiecken	50
8. Vektor-Operationen	56
Addition, Kreuzprodukt, Skalarprodukt, Koordinatentransformation zwei- oder dreidimensionaler Vektoren	56
9. Polynom-Berechnungen	62
Berechnung von Polynomen bis dritten Grades	62
10. Matrizenrechnung (3×3-Matrix)	66
Berechnung der Determinante und der Inversen sowie Multiplikation mit einer Spaltenmatrix	66
11. Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$	72
Berechnung von $f(x)$, $f'(x)$, bestimmten Integralen und Nullstellen für Funktionen, die der Benutzer vorgeben kann.....	72
12. Umwandlungen zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten	82
13. Arithmetik-Lernprogramm	86
Erzeugung einfacher Übungsaufgaben zu den vier Grundrechnungsarten für Kinder im Vorschul- und Grundschulalter	86

14. Mondlandung

Das spannende Spielprogramm simuliert die Abstiegsphase zu
einer weichen Mondlandung 92

15. Diagnostik-Programm

Überprüfung der Rechnerfunktionen 96

Verwendung der Programme

Einlesen eines Programms

Entnehmen Sie der Kartenkassette die Magnetkarte für das Programm **Kurvenanpassung** (STD-03A).

Schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN.

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung MAN (Alle Programme dieser Sammlung gehen davon aus, daß der Drucker Ihres HP-97 in der Betriebsart MAN verwendet wird.)

Schalten Sie Ihren Rechner ein. Sie erhalten die Anzeige 0.00.

Schieben Sie die Programmkkarte jetzt mit der beschrifteten Seite nach oben und mit beliebiger Seite voraus in den Schlitz an der Vorderseite des Rechnergehäuses (siehe Abb. 1).

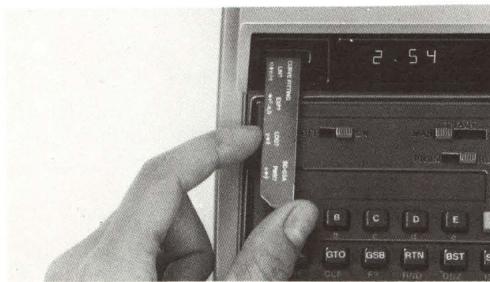


Abb. 1

Wenn Sie die Karte ein Stück weit eingeführt haben, läuft der Transportmotor des Kartenlesers an und zieht die Programmkkarte durch die Lese/Schreib-Station zur Rückseite des Rechnergehäuses durch. Falls der Transportmotor anläuft, die Karte aber nicht erfaßt und transportiert wird, müssen Sie sie ein wenig weiter in den Leseschlitz einschieben. Wenden Sie dabei aber keine Gewalt an und hemmen Sie nicht den einwandfreien Transport der Magnetkarte.

Das Wort Error in der Anzeige ist ein Zeichen dafür, daß die Programmkkarte nicht fehlerfrei gelesen wurde. Sie müssen in diesem Fall **CLX** drücken und die Karte mit der gleichen Seite voraus erneut einlesen.

Da das Programm **Kurvenanpassung** mehr als 112 Programmschritte umfaßt, ist ein zweiter Kartendurchlauf – jetzt mit der gegenüberliegenden Seite voraus – erforderlich (siehe Abb. 2).



Abb. 2

Nach dem zweiten Durchlauf entnehmen Sie die Programmkkarte auf der Rückseite des Rechners und schieben sie dann in den dafür vorgesehenen Fensterausschnitt oberhalb der Tasten **A** bis **E** (siehe Abb. 3).

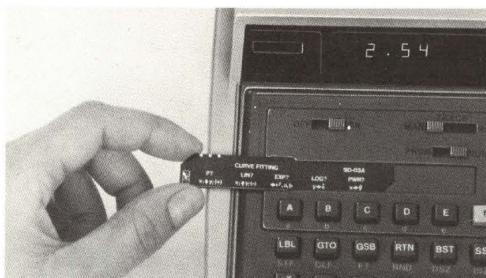


Abb. 3

Das Programm steht jetzt im Programmspeicher des HP-97 zur Verfügung. Es verbleibt dort solange, bis Sie den Rechner ausschalten oder den Inhalt des Programmspeichers mit anderen Informationen überschreiben.

Beschriftung der Programmkkarten

Betrachten Sie einmal die Beschriftung der Magnetkarte, die Sie soeben in den Fensterausschnitt links oberhalb des Tastenfeldes eingeschoben haben. Die einzelnen Zeichen und Symbole sollen als Gedächtnissstütze bei der Ausführung des Programms dienen. Wie Sie schnell erkennen, sind die aufgedruckten Angaben den Programm-tasten **A** bis **E** zugeordnet. So gehört zum Beispiel «EXP?» zur Taste **C** und « $\rightarrow r^2$, a, b» zur Taste **C**.

Die Bedeutung der verschiedenen hier verwendeten Symbole ist in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Sie können sie solange zum Nachschlagen verwenden, bis Sie sich an die Beschriftungsweise der Programmkkarten gewöhnt haben.

Im übrigen empfehlen wir Ihnen, bei der Kennzeichnung der Magnetkarten selbsterstellter Programme die gleichen Konventionen zu übernehmen.

Beschriftungsweise – Konventionen, Symbole

Symbol bzw. Schreibweise	Bedeutung
Weisse Zeichen: x A	Die Funktion der Programmtasten wird durch die weißen Symbole gekennzeichnet, die jeweils über diesen Tasten stehen, wenn Sie die Programmcarte in den dafür vorgesehenen Fensterausschnitt geschoben haben. In diesem Fall besagt die Beschriftung, daß der Wert x eingegeben wird, wenn Sie nach Eintasten des Zahlenwertes die Taste A drücken.
Goldfarbene Zeichen: y x B	Für goldfarbene Zeichen gilt das gleiche, was bereits für weiße Zeichen gesagt wurde, nur daß jetzt die entsprechende Programmtaste im Anschluß an die Präfixtaste B zu drücken ist. Das Beispiel gibt an, daß der Wert für y durch Drücken von B B eingegeben wird.
x B y A	Das Zeichen B steht für die ENTER↑-Taste. Im angegebenen Beispiel wird ENTER↑ zur Trennung der Zahlenwerte für die Variablen x und y verwendet. Zur Eingabe beider Werte ist zuerst x einzutasten, ENTER↑ zu drücken, y einzutasten und dann A zu drücken.
X A	Ist das Symbol der Variablen von einem viereckigen Kästchen umgeben, ist der Wert einzugeben, indem zuerst STO und anschließend die entsprechende Programmtaste A bis E gedrückt wird. Im Beispiel erfolgt die Eingabe von x mit STO A.
(x) A	Runde Klammern deuten an, daß der entsprechende Bedienungsschritt auf Wunsch ausgeführt werden kann. Im Beispiel hier bleibt es Ihnen überlassen, ob Sie x durch Drücken von A eingeben, oder nicht.
→x A	Ein Pfeil besagt, daß die derart gekennzeichnete Variable nach Drücken der zugehörigen Programmtaste berechnet wird. Im hier gezeigten Beispiel ist zur Berechnung von x die Taste A zu drücken.

Symbol bzw. Schreibweise	Bedeutung
$\rightarrow x, y, z$ A	Diese Bezeichnung besagt, daß die durch Kommas getrennten Variablen auf einmaliges Drücken der zugehörigen Programmtaste nacheinander berechnet werden. Sie werden in der Reihenfolge x, y, z gedruckt.
$\rightarrow x; y; z$ A	Diese Schreibweise bedeutet, daß nach Berechnung von x durch Drücken der Taste A die weiteren Variablen durch jeweiliges Drücken von R/S berechnet werden können.
$\leftrightarrow x$ A	Der Doppelpfeil zeigt an, daß dieser Wert wahlweise eingegeben oder berechnet werden kann. Falls zwischen den Programmtasten Zifferntasten gedrückt wurden (Eintasten einer Zahl), wird x mit Drücken von A gespeichert; falls nicht, wird x berechnet, wenn Sie A drücken.
P? A	Ein Fragezeichen besagt, daß ein bestimmter Modus gewählt wird, während das davorstehende Symbol angibt, um welchen Modus es sich handelt. Hier geht es um das Ein- bzw. Ausschalten des Druck-Modus. Grundsätzlich erscheint nach Ausführung dieser Operationen in der Anzeige entweder 0.00 oder 1.00; damit wird angezeigt, ob der betreffende Modus nun ein- (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist.
START A	Das Wort START bedeutet, daß die zugehörige Programmtaste zum Starten des Programms zu drücken ist; es taucht da auf, wo ein Programm einen Vorbereitungsschritt erfordert.
DEL A	DEL (<i>delete – entfernen</i>) besagt, daß der zuletzt eingegebene Wert oder die zuletzt eingegebene Gruppe von Werten durch Drücken dieser Programmtaste entfernt werden kann.

Aufbau der Bedienungsanweisungen

Zu jedem in diesem Paket enthaltenen Programm sind die Bedienungsanweisungen in Tabellenform angegeben. Sie sind der Leitfaden für die Ausführung der Programme.

Die Tabelle setzt sich aus fünf Spalten zusammen:

Die erste ist mit **Nr.** bezeichnet und gibt die laufende Nummer des jeweiligen Bedienungsschrittes an. Die Bedienungsanweisungen sind entsprechend dieser Nummerierung Zeile für Zeile zu befolgen.

Die zweite Spalte, **Anweisung**, enthält Anweisungen und Kommentare im Zusammenhang mit den auszuführenden Operationen.

In der Spalte **Werte** sind die einzutastenden Daten und gegebenenfalls deren Einheit angegeben. Für die Dateneingabe werden die Zifferntasten **0** bis **9**, die Dezimalpunkt-Taste **.** sowie **EEX** (für die Eingabe eines Exponenten) und **CHS** (für negative Zahlen oder Exponenten) verwendet.

Die Spalte **Tasten** enthält die Funktionstasten, die im Zusammenhang mit diesem Anweisungsschritt zu drücken sind. Dabei wird die Taste **ENTER** durch das Symbol **▲** dargestellt; die übrigen Tastensymbole entsprechen denjenigen auf dem HP-97-Tastenfeld. Leere Kästchen in dieser Spalte haben keine Bedeutung und können überlesen werden. In der Spalte **Anzeige** finden Sie die errechneten Zwischen- und Endergebnisse und, soweit zutreffend, deren Einheiten.

Als Beispiel wird nachstehend die Tabelle mit den Bedienungsanweisungen für das Programm **Kurvenanpassung** (STD-03) näher erläutert.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Auf Wunsch: Druck-Modus einschalten.		f a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart:			
	für lineare Regression		f b	1.00
	oder Exponential-Kurvenanpassung		f c	1.00
	oder logarithmische Kurvenanpassung		f d	1.00
	oder Anpassung einer Potenzfunktion		f e	1.00
4	x-Wert eingeben*	x_i	↑	x
5	y-Wert eingeben	y_i	A	i+1
6	Schritte 4 und 5 für alle Datenpaare			
	wiederholen**			
7	Berechnung und Ausdruck des			
	Bestimmtheitsmaßes r^2 und der			
	Regressionskoeffizienten a und b		C	Ausdruck
8	Auf Wunsch: Berechnung eines			
	Schätzwertes zu gegebenem y-Wert.	y	D	\hat{x}
9	Auf Wunsch: Berechnung eines Schätzwertes			
	zu gegebenem x-Wert	x	E	\hat{y}
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach			
	Schritt 3.			
	* Dieser Schritt kann übersprungen werden,			
	wenn der einzutastende x-Wert dem			
	angezeigten Zähler (i+1) entspricht.			
	** Das zuletzt eingegebene Wertepaar kann			
	durch die Tastenfolge R ↓ B gelöscht			
	werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten			
	werden gelöscht, indem das Wertepaar			
	eingetastet und anschließend B gedrückt			
	wird. Auf dem Rechnerausdruck wird dieser			
	Korrekturschritt durch die Zahl -1.00 markiert.			

Da Sie das Programm bereits eingelesen haben, können Sie den ersten Schritt überspringen und mit Schritt Nr. 2 beginnen. (Falls Sie den Rechner zwischenzeitlich ausgeschaltet haben, müssen Sie das Programm natürlich erneut einlesen.)

Ob Sie Schritt Nr. 2 ausführen, bleibt Ihnen überlassen. Wenn Sie ihn übergehen und unmittelbar Schritt 3 befolgen, werden die Eingabedaten nicht gedruckt. Wollen Sie dagegen den Schritt 2 ausführen, sind – wie in der Spalte **Tasten** angegeben – die Tasten **f a** zu drücken; die Eingabedaten werden dann gedruckt. Drücken Sie also jetzt **f a**; wie in der Spalte **Anzeige** angegeben, erhalten Sie die Anzeige 1.00. Mehrfaches Drücken von **f a** bewirkt die abwechselnde Anzeige von 0.00 und 1.00. Dadurch wird angezeigt, ob der Druck-Modus ein- (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist. Probieren Sie es ruhig aus! Bevor Sie fortfahren, kontrollieren Sie bitte, daß der Druck-Modus eingeschaltet ist, d.h. 1.00 angezeigt wird.

In Schritt 3 ist anzugeben, welche Art von Kurve an die Daten angepaßt werden soll. Um die Anpassung einer Exponentialfunktion zu wählen, ist – wie angegeben – **f c** zu drücken. Drücken Sie diese Tasten. In der Anzeige erhalten Sie 1.00. Die vier verschiedenen Möglichkeiten der Kurvenanpassung werden auch aus der Beschriftung der Magnetkarte ersichtlich. Über der Programmtaste **C** steht «EXP?» in goldfarbenen Buchstaben. Das besagt, daß die Exponential-Kurvenanpassung mit **f c** gewählt wird.

Bevor Sie eine Kurve anpassen können, müssen Sie einige Datenpaare (x_i, y_i) eingeben. Die entsprechenden Anweisungen gibt Ihnen Schritt 4, 5 und 6. Als erstes ist x_i einzutasten und **ENTER↑** zu drücken. Nach Drücken von **ENTER↑** weiß der Rechner, daß das Eintasten der ersten Zahl beendet ist. Sie können jetzt y_i eingeben und anschließend **A** drücken. In der Anzeige erscheint die Anzahl der eingegebenen Datenpaare plus eins ($i+1$). Diese Schritte sind für alle Datenpaare (x_i, y_i) zu wiederholen. Geben Sie jetzt als Beispiel die folgenden Werte ein:

x_i	1	3	7
y_i	2.7	20	1100

Sie müssen dazu folgende Tasten drücken: 1 **▲** 2.7 **A** 3 **▲** 20 **A** 7 **▲** 1100 **A**. Falls Ihnen bei der Eingabe der Daten ein Fehler unterläuft, können Sie der Fußnote am Ende der Bedienungsanweisungen entnehmen, wie dieser Eingabefehler korrigiert werden kann. Wenn das zuletzt eingegebene Datenpaar fehlerhaft war, ist **R↓** und anschließend **B** zu drücken. Entfernen Sie jetzt statt dessen das Wertepaar (3,20) und ersetzen Sie es durch (4,60). Die notwendige Tastenfolge lautet: 3 **▲** 20 **B** 4 **▲** 60 **A**.

Nachdem Sie jetzt die Arbeitsweise des Programms verstehen, werden Ihnen auch die auf der Programmcarte aufgedruckten Bezeichnungen verständlich sein.

Nachdem alle Daten eingegeben wurden, können jetzt die Regressionskoeffizienten berechnet werden. Wie aus Zeile 7 der Anweisungen zu entnehmen ist, muß dazu die Taste **C** gedrückt werden.

Das Ergebnis wird wie folgt gedruckt:

1.00... (Bestimmtheitsmaß, r^2)

1.02... (a)

1.00... (b)

Die Koeffizienten werden in der gleichen Reihenfolge gedruckt, wie sie in der Bedienungsanweisung aufgeführt sind.

Versuchen Sie jetzt einmal die Berechnung eines Schätzwertes. Dazu weist Sie Schritt 9 an, eine Zahl für x einzutasten und **E** zu drücken; das Resultat, \hat{y} , wird angezeigt. Nehmen Sie zum Beispiel den Wert $x=10$. Als Ergebnis sollten Sie den Wert $\hat{y}=22926.17$ erhalten. Sie können auch umgekehrt einen Wert für y vorgeben und das zugehörige \hat{x} berechnen. Belassen Sie den errechneten Wert für \hat{y} in der Anzeige und drücken Sie jetzt **D**; als Ergebnis erhalten Sie wieder die Zahl 10.00.

Wenn Sie zu den gleichen Ergebnissen gekommen sind, sollten Sie jetzt zu den anderen Programmen des Standard-Paketes übergehen. Falls Ihre Ergebnisse mit den hier angegebenen Werten nicht übereinstimmen, empfehlen wir Ihnen, den letzten Abschnitt und die Beispiele noch einmal zu wiederholen.

Notizen

Gleitender Durchschnitt



Bei der Berechnung des gleitenden Durchschnitts wird der Mittelwert (das arithmetische Mittel) einer vorgegebenen Anzahl von Daten gebildet. Vor jeder weiteren Berechnung des Mittelwertes wird jeweils ein neuer Wert hinzugenommen und dafür der «älteste» Wert aus der Menge der zu mittelnden Daten entfernt. Dieses Verfahren des ständigen Ersetzens «überholter» Daten durch jeweils einen aktuellen Wert macht die Berechnung des gleitenden Durchschnitts zu einem geeigneten Hilfsmittel bei der Trendanalyse. Je geringer die Zahl der Werte ist, die bei dieser kontinuierlichen Mittelwertbildung berücksichtigt werden, desto empfindlicher wird der Mittelwert auf Änderungen in den Ausgangsdaten reagieren. Wenn dagegen viele Werte in die kontinuierliche Mittelwertbildung einbezogen werden, folgt der gleitende Durchschnitt den Schwankungen in den Ausgangsdaten nur noch träge.

Das vorliegende Programm kann bis zu 22 Werte bei der Mittelwertbildung berücksichtigen. Vor Eingabe der Daten ist anzugeben, aus wieviel Werten jeweils der Durchschnitt gebildet werden soll. Diese Zahl n müssen Sie also als erstes eintasten und dann **f** **a** drücken. Jetzt erfolgt die Dateneingabe, indem Sie jeden einzelnen Wert x_k eintasten und jeweils im Anschluß daran die Taste **A** drücken. Dabei zeigt der Rechner die laufende Nummer k des Eingabewertes an, bis schließlich die ersten n Daten gespeichert sind. Nach Eingabe des n-ten Wertes (und für alle weiteren Daten) zeigt der Rechner kurzzeitig die laufende Nummer des Eingabewertes (k) an und hält dann mit der Anzeige des errechneten Durchschnitts (AVG) an.

Häufig ist es erforderlich, daß der gleitende Durchschnitt täglich, wöchentlich, monatlich oder sogar nur einmal im Jahr berechnet wird. In solchen Fällen ist es vorteilhaft, daß Sie die Inhalte der Speicherregister auf eine Magnetkarte aufzeichnen und so für eine spätere Verwendung speichern können. Drücken Sie dazu **B** (WRITE DATA – Daten aufzeichnen) und lassen Sie eine leere Magnetkarte durch den Rechner laufen. Wenn nach dem ersten Durchlauf der Karte «Crd» in der Anzeige erscheint, ist die Karte umzudrehen und in Gegenrichtung ein zweites Mal in den Kartenschlitz einzuschieben. Zeigt der Rechner dagegen bereits nach dem ersten Kartendurchlauf wieder den letzten Inhalt der Anzeige an, konnten sämtliche Informationen auf einer Kartenspur untergebracht werden, und Sie können jetzt mit anderen Rechnungen fortfahren. Wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt die aufgezeichneten Daten erneut benötigen, genügt es, diese Datenkarte einzulesen. Sollte dazu wieder das Einlesen beider Kartenspuren erforderlich sein, zeigt Ihnen der Rechner dies nach dem ersten Lesevorgang automatisch durch die Anzeige «Crd» an. Sämtliche Daten-

Speicherregister sind jetzt mit ihrem früheren Inhalt belegt, und Sie können die Berechnung des gleitenden Durchschnitts ab der Stelle fortsetzen, an der Sie abgebrochen hatten.

Auf Wunsch drückt das Programm die Eingabenummer k, den zuletzt eingegebenen Wert x_k sowie den errechneten Wert für den gleitenden Durchschnitt aus. Dazu ist **f** **b** zu drücken, bis der Rechner 1.00 anzeigt. Darüber hinaus können Sie durch Drücken der Taste **c** jederzeit alle bei der Mittelwertbildung berücksichtigen Zahlenwerte auflisten lassen.

Durch Drücken der Taste **d** können Sie zu beliebigem Zeitpunkt die Berechnung und Anzeige des augenblicklichen Mittelwertes aller gespeicherten Daten bewirken. Damit können Sie bereits vor Eingabe des n-ten Zahlenwertes den Mittelwert berechnen. In diesem Fall berechnet das Programm den Durchschnitt unter Verwendung der tatsächlichen Zahl bisheriger Eingaben.

Anmerkungen:

Wenn Sie für n einen Wert eingeben, der kleiner als 1 oder größer als 22 ist, lässt der Rechner die eingetastete Zahl in der Anzeige aufblinken. Diese «Fehleranzeige» können Sie mit **R/S** löschen.

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

Werden bei der Mittelwertbildung 10 oder mehr Werte berücksichtigt, sind beim Speichern und Einlesen der Datenkarte zwei Durchläufe erforderlich.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Wenn Sie zuvor auf Magnetkarte gespeicherte Daten verwenden wollen, lesen Sie die Daten ein und fahren Sie mit Schritt 5 fort.			
3	Geben Sie die Zahl der vom gleitenden Durchschnitt zu erfassenden Werte ein $(1 \leq n \leq 22)$.	n	f a	n
4	Auf Wunsch: Druck-Modus «einschalten»		f b	1.00/0.00
5	Geben Sie einen weiteren Wert ein und berechnen Sie den gleitenden Durchschnitt (AVG)*.	xk	A	«k», AV
6	Wiederholen Sie Schritt 5 für weitere Datenwerte.			
7	Auf Wunsch: Zum Speichern der Daten auf Magnetkarte, drücken Sie B und lassen Sie dann eine Magnetkarte durch den Rechner laufen.		B	Crd
8	Auf Wunsch: Ausdrucken der Werte für die augenblickliche Mittelwertbildung in der Reihenfolge «letzte Eingabe... älteste Eingabe».		C	Ausdruck
9	Auf Wunsch: Anzeige des Mittelwertes zu beliebigem Zeitpunkt.	D		AVG
	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2.			
	* Wenn Ihnen bei der Eingabe der Daten ein Fehler unterläuft, müssen Sie die Rechnung von Beginn an wiederholen – es sei denn, Sie hatten vorher gespeicherte Daten von einer Magnetkarte eingelesen. In diesem Fall sind die Daten erneut einzulesen und alle darauffolgenden Eingabeschritte zu wiederholen.			

Beispiel 1:

Für die Untersuchung der Umsatzentwicklung soll ein sechs Perioden umfassender gleitender Durchschnitt berechnet werden. In der folgenden Tabelle sind die Umsätze der ersten sechs Monate angegeben:

Monat	1	2	3	4	5	6
Umsatz	125	183	207	222	198	240

Berechnen Sie den gleitenden Durchschnitt sowie den Mittelwert der ersten drei Monatsumsätze.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

- | | | | | |
|----------|----------|--|----------------|------|
| 6 | I | A | → | 6.00 |
| 125 | A | → | 1.00 | |
| 183 | A | → | 2.00 | |
| 207 | A | → | 3.00 | |
| D | → | 171.67 Umsatzmittel der ersten drei Monate | | |
| 222 | A | → | 4.00 | |
| 198 | A | → | 5.00 | |
| 240 | A | → | «6.00», 195.83 | |

Zeichnen Sie die Daten jetzt für das 2. Beispiel auf Magnetkarte auf.

B → Crd

Führen Sie eine leere Magnetkarte in den Kartenschlitz ein und lassen Sie sie durch den Rechner laufen.

Jetzt stehen sämtliche Daten auf Magnetkarte gespeichert für eine spätere Wiederverwendung bereit, und Sie können den Rechner ausschalten.

Nehmen Sie an, es sei ein Monat vergangen, und schalten Sie Ihren HP-97 wieder ein. Lesen Sie anschließend beide Seiten der Programmkkarte «Gleitender Durchschnitt» ein.

Beispiel 2:

Im siebten Monat wurden tatsächlich 225 Einheiten umgesetzt. Berechnen Sie unter Verwendung dieses Wertes den neuen gleitenden Durchschnitt und lassen Sie den Rechner außerdem die dabei verwendeten Daten auflisten.

Lesen Sie die am Ende des 1. Beispiels auf Magnetkarte gespeicherten Daten in den Rechner ein.

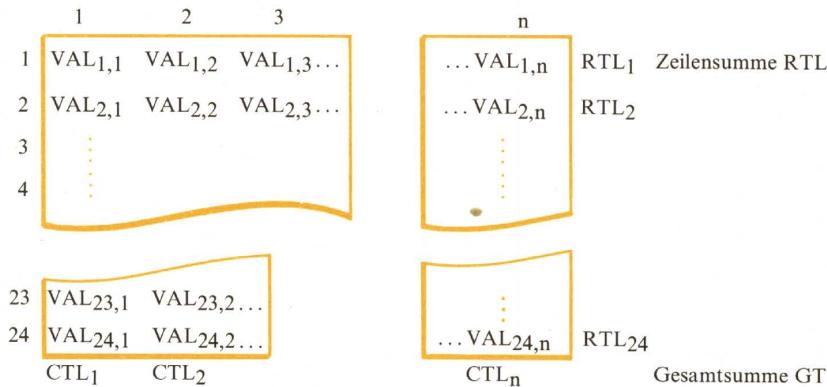
Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

- | | | | | |
|----------|----------|----------------|--|---|
| 225 | A | → | «7.00», 212.50 | Die bei der Mittelwertbildung verwendeten Da- |
| C | → | 225.00 *** | ten, mit dem zuletzt einge-gegebenen Wert beginnend. | |
| | | 240.00 *** | | |
| | | 198.00 *** | | |
| | | 222.00 *** | | |
| | | 207.00 *** | | |
| | | 183.00 *** | | |
| | | 6.00 (Anzeige) | | |

Tabulator



Dieses Programm soll Ihnen bei der Zusammenfassung von Daten in Tabellenform behilflich sein, wie dies häufig für Statistiken und Zwecke der kaufmännischen Buchführung notwendig ist. Es können zum Beispiel einzelne Spalten mit bis zu 24 Werten (VAL) aufaddiert werden, wobei jeder Wert gespeichert und dessen Anteil an der Gesamtsumme ermittelt wird. (Das erste Beispiel befaßt sich mit dieser Anwendung des Programms.) Sie können das Programm aber auch zur Summation mehrerer Datenspalten verwenden, wobei die einzelnen Zeilensummen, deren prozentualer Anteil an der Gesamtsumme sowie diese Gesamtsumme sämtlicher Tafelwerte gedruckt wird. Wenn alle Werte einer Spalte eingegeben sind, wird außerdem die jeweilige Spaltensumme angezeigt und auf Wunsch auch ausgedruckt.



Die Spaltensumme (CTL) wird angezeigt bzw. ausgedruckt, wenn alle Daten dieser Spalte aufsummiert sind.

Abb. 1

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme_i an der Gesamtsumme

$$= \frac{\text{Zeilensumme}_i}{\text{Gesamtsumme}} \times 100$$

Anmerkungen:

Auf Wunsch können die Eingabewerte mit der Tastenfolge **f** **b** ausgedruckt werden.

Wenn der zuletzt eingegebene Wert falsch war, kann er durch Drücken von **B** aus den verschiedenen Summen entfernt werden. Dabei werden auch die Indizes auf ihre vorherigen Werte zurückgesetzt. Falls der Druck-Modus eingeschaltet war, wird dieser Korrekturschritt auf dem Ausdruck durch eine Leerzeile angezeigt.

Wenn Sie für die Anzahl der Zeilen einer solchen Wertetabelle eine Zahl eingeben, die kleiner als 1 oder größer als 24 ist, lässt der Rechner diesen unerlaubten Eingabewert in der Anzeige aufblinken. (Diese «Fehlermeldung» kann mit **R/S** gelöscht werden.)

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Anzahl der Zeilen (1 bis 24) eingeben und			
	Programm starten*.	ROWS	f a	
3	Auf Wunsch: Schalten Sie den Druck-Modus			
	ein.		f b	1.00/0.00
4	Nächsten Wert eintasten.	VAL	A	VAL (on)
5	Führen Sie diesen Schritt aus, wenn der			
	zuletzt eingegebene Wert falsch war.		B	
6	Fahren Sie mit Schritt 4 fort, bis alle Werte			
	eingegeben sind.			
7	Wahlweise:			
	Ausdrucken der Zeilensummen und der			
	Gesamtsumme		C	Ausdruck
	oder			
	Ausdrucken des prozentualen Anteils der			
	Zeilensummen an der Gesamtsumme.		D	Ausdruck
8	Auf Wunsch: Berechnung des prozentualen			
	Anteils einer beliebigen Zahl an der			
	Gesamtsumme.	Zahl	E	% von Σ
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach			
	Zeile 2.			
	* Die Anzeige blinkt, wenn Sie einen Wert			
	eingeben, der kleiner als 1 oder größer als			
	24 ist. Anzeige wird mit R/S gelöscht.			

Beispiel 1:

Von einem bestimmten Artikel sind während eines Jahres die folgenden Stückzahlen verkauft worden.

Januar: 1012, Februar: 1235, März: 895, April: 1123, Mai: 1502, Juni: 1073, Juli: 873, August: 1250, September: 1051, Oktober: 1244, November: 1127, Dezember: 977.

Berechnen Sie die Summe dieser Stückzahlen und die prozentualen Anteile der einzelnen monatlichen Verkaufszahlen am Jahresumsatz.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck
12 f <input checked="" type="checkbox"/> a → 0.00
1012 A 1235 A 895 A 1123 A → 1123.00
1502 A 1073 A 973 A 1250 A → 1250.00
1051 A 1244 A 1127 A 977 A → 13462.00
D → 7.52 *** (Prozent)
9.17 ***
6.65 ***
8.34 ***
11.16 ***
7.97 ***
7.23 ***
9.29 ***
7.81 ***
9.24 ***
8.37 ***
7.26 ***
100.00 ***
C → 1012.00 *** (Zeilensumme)
1235.00 ***
895.00 ***
1123.00 ***
1502.00 ***
1073.00 ***
973.00 ***
1250.00 ***
1051.00 ***
1244.00 ***
1127.00 ***
977.00 ***
13462.00 ***

Beispiel 2:

Die Werte der folgenden Tabelle sind in Spalten- und Zeilenrichtung zu addieren. Darüber hinaus soll für jedes Buch der prozentuale Anteil am Gesamtumsatz berechnet werden.

Bücherumsatz

	Januar	Februar	März	April	Mai
1. Buch	273	284	303	244	252
2. Buch	1093	847	1222	1027	978
3. Buch	423	654	683	540	570
4. Buch	118	255	453	755	805

Drückten Sie

4 → 0.00
 273 **A** 1093 **A** 423 **A** 118 **A** → 1907.00 Umsatz Januar
 284 **A** 847 **A** 654 **A** 255 **A** → 2040.00 Umsatz Februar
 303 **A** 1222 **A** 683 **A** 453 **A** → 2661.00 Umsatz März
 244 **A** 1027 **A** 540 **A** 755 **A** → 2566.00 Umsatz April
 252 **A** 978 **A** 570 **A** 805 **A** → 2605.00 Umsatz Mai
C → Zeilensummen
D → Prozentuale Anteile

Bücherumsatz

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Stück- zahlen	Prozen- tualer Anteil
1. Buch	273	284	303	244	252	1356	11,51%
2. Buch	1093	847	1222	1027	978	5167	43,87%
3. Buch	423	654	683	540	570	2870	24,37%
4. Buch	118	255	453	755	805	2386	20,26%
Insgesamt	1907	2040	2661	2566	2605	11779,00	100,00%

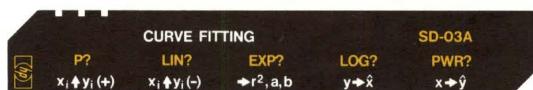
Beispiel 3:

Schalten Sie jetzt den Drucker ein (drücken Sie vor Eingabe der Daten) und rechnen Sie dann das 2. Beispiel noch einmal. Den Druckerstreifen können Sie anschließend zerschneiden und wie folgt zu einer Tabelle zusammenfügen:

Bücherumsatz

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Gesamt- zahl	Prozent- satz
1. Buch	273	284	303	244	252	1356	11
2. Buch	1093	847	1222	1027	978	5167	43
3. Buch	423	654	683	540	570	2870	24
4. Buch	118	255	453	755	805	2386	20
Insgesamt	1907	2040	2661	2566	2605	11779	100

Kurvenanpassung



Dieses Programm ermöglicht die Anpassung verschiedener Kurventypen an vorgegebene Daten. Dazu können Sie eine der folgenden Funktionen wählen:

1. Gerade (lineare Regression); $y = a + bx$
2. Exponentialfunktion; $y = a e^{bx}$ ($a > 0$)
3. Logarithmusfunktion; $y = a + b \ln x$
4. Potenzfunktion; $y = a x^b$ ($a > 0$)

Bevor Sie mit der Eingabe von Daten beginnen, muß die Art der anzupassenden Funktion gewählt werden. Wenn Sie die Anpassung als lineare Regression durchführen möchten, müssen Sie die Tasten **f** **b** drücken. Zur Auswahl der Exponential-Kurvenanpassung sind die Tasten **f** **c** zu drücken. Entsprechend wählen Sie die logarithmische Kurvenanpassung mit **f** **d** und die Anpassung einer Potenzfunktion durch Drücken von **f** **e**. Wenn Sie mit der Eingabe der Daten begonnen haben, dürfen Sie nicht mehr zu einer anderen Kurvenanpassung wechseln, da bei der Wahl der verwendeten Funktion alle Summationsregister gelöscht werden. Daher müssen Sie die Rechnung für eine andere Regressionsart von Anfang an neu beginnen.

Zur Eingabe der Wertepaare (x_i, y_i) ist jeweils zuerst x_i einzutasten, **ENTER** zu drücken, y_i einzutasten und dann die Taste **A** zu drücken. Die Anzahl der Datenpaare, die Sie eingeben können, ist nicht beschränkt. Wenn Sie nach Drücken von **A** feststellen, daß Sie einen falschen Wert eingegeben haben, müssen Sie warten, bis das Programm anhält. Anschließend drücken Sie **R** und dann **B**. Damit ist das fehlerhafte Wertepaar aus der Rechnung entfernt und Sie können mit der Dateneingabe fortfahren. Mit der Tastenfolge **x** **f** **y** **E** können Sie auch solche Wertepaare löschen, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt eingegeben wurden. Bei eingeschaltetem Drucker erscheint auf dem Rechnerausdruck eine -1.00 unmittelbar vor dem zu entfernenden Datenpaar, womit der Rechner auf diesen Korrekturschritt aufmerksam macht.

Den Druck-Modus können Sie durch wiederholtes Drücken der Tasten **f** **a** beliebig ein- und ausschalten. Wenn der Drucker eingeschaltet ist, erscheint 1.00 in der Anzeige; die Anzeige 0.00 ist dagegen ein Zeichen dafür, daß der Drucker abgeschaltet ist. Beim Einlesen des Programms ist der Druck-Modus abgeschaltet, zum Einschalten müssen Sie folglich einmal **f** **a** drücken.

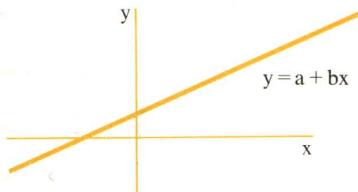
Wenn Sie alle Datenpaare eingegeben haben, drücken Sie **C**. Damit starten Sie die Berechnung und den anschließenden Ausdruck des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b . Das

Bestimmtheitsmaß liefert eine Angabe über die «Qualität» der Anpassung an die vorgegebenen Daten. Liegt der errechnete Wert für r^2 nahe bei 1.00, so spricht dies für eine gute Anpassung. Ist der Wert für r^2 dagegen nur wenig von Null verschieden, bedeutet das, daß die Anpassung schlecht oder sogar sinnlos ist. Sie können in einem solchen Fall überlegen, ob vielleicht die Verteilung der Daten besser durch eine andere als die gewählte Regressionsfunktion beschrieben wird, und dann die Rechnung nach Änderung der Regressionsart wiederholen.

Wenn Sie die Regressionskoeffizienten a und b bestimmt haben, können Sie auf der Basis der errechneten Kurvenanpassung Schätzwerte ermitteln. Wenn Sie einen bekannten x -Wert eintasten, zeigt das Programm nach Drücken von **E** den entsprechenden Schätzwert für y , \hat{y} , an. Sie können ebenso einen y -Wert vorgeben und den entsprechenden Schätzwert für x , \hat{x} berechnen. Dazu ist nach Eintasten des y -Wertes die Taste **D** zu drücken.

Verwendete Formeln:

Lineare Regression

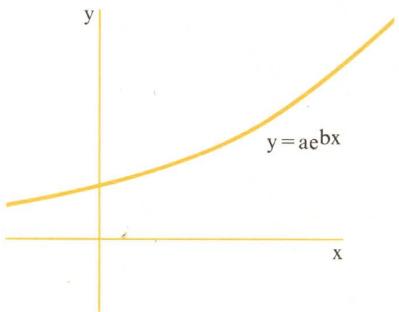


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i}{n} \sum y_i}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

$$a = \left[\frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i}{n} \sum y_i \right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right]}$$

Exponential-Kurvenanpassung

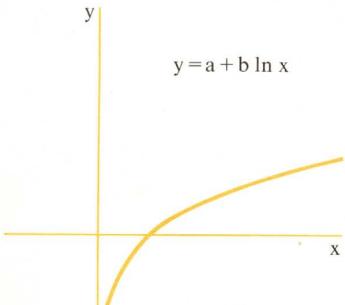


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum \ln y_i \right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

Logarithmische Kurvenanpassung

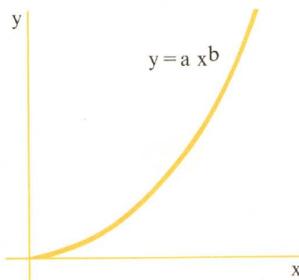


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum y_i - b \sum \ln x_i)$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2 \right] \left[\sum y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum y_i)^2 \right]}$$

Anpassung einer Potenzfunktion



$$b = \frac{\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n}}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n}}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum \ln x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n} \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

Anmerkungen:

Für negative Werte von x_i oder für $x_i=0$ erfolgt im Fall der logarithmischen Kurvenanpassung eine Fehlermeldung. Das gleiche gilt für y_i bei der Exponential-Kurvenanpassung. Bei Verwendung einer Potenzfunktion müssen sowohl alle x_i als auch y_i positiv und von Null verschieden sein.

Die Register R₀ bis R₉ werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur freien Verfügung.

Der x-Wert braucht nicht erneut eingetastet zu werden, wenn er mit dem in der Anzeige erscheinenden Zähler identisch ist (siehe Beispiel 1).

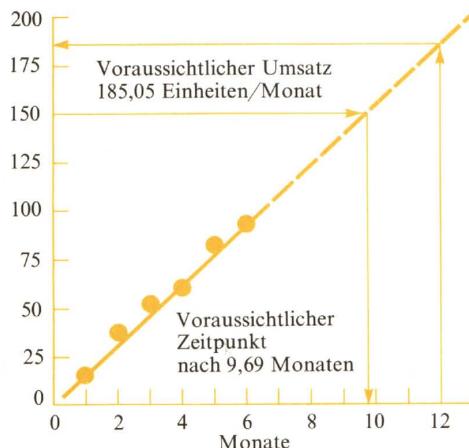
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.		<input type="button"/> <input type="button"/>	
2	Auf Wunsch: Druck-Modus einschalten.		<input type="button"/> f <input type="button"/> a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart:		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	für lineare Regression		<input type="button"/> f <input type="button"/> b	1.00
	oder Exponential-Kurvenanpassung		<input type="button"/> f <input type="button"/> c	1.00
	oder logarithmische Kurvenanpassung		<input type="button"/> f <input type="button"/> d	1.00
	oder Anpassung einer Potenzfunktion		<input type="button"/> f <input type="button"/> e	1.00
4	x-Wert eingeben*	x _j	<input type="button"/> ↑ <input type="button"/>	x _j
5	y-Wert eingeben	y _i	<input type="button"/> A <input type="button"/>	i+1
6	Schritte 4 und 5 für alle Datenpaare		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	wiederholen.**		<input type="button"/> <input type="button"/>	
7	Berechnung und Ausdruck des		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Bestimmtheitsmaßes r ² und der		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Regressionskoeffizienten a und b.		<input type="button"/> C <input type="button"/>	Ausdruck
8	Auf Wunsch: Berechnung eines		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Schätzwertes zu gegebenem y-Wert.	y	<input type="button"/> D <input type="button"/>	\hat{x}
9	Auf Wunsch: Berechnung eines		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Schätzwertes zu gegebenem x-Wert.	x	<input type="button"/> E <input type="button"/>	\hat{y}
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Schritt 3.		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	* Dieser Schritt kann übersprungen werden,		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	wenn der einzutastende x-Wert dem ange-		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	zeigten Zähler (i+1) entspricht.		<input type="button"/> <input type="button"/>	
			<input type="button"/> <input type="button"/>	
	** Das zuletzt eingegebene Wertepaar kann		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	durch die Tastenfolge R↑ B gelöscht		<input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/>	
	werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	werden gelöscht, indem das Wertepaar		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	eingetastet und anschließend E gedrückt		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	wird. Auf dem Rechnerausdruck wird dieser		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Korrekturschritt durch die Zahl -1.00 markiert.		<input type="button"/> <input type="button"/>	

Beispiel 1:

Der Vertrieb eines neuen Produktes führt während der ersten sechs Monate seit Verkaufsbeginn zu den nachfolgend angegebenen Umsatzzahlen (verkaufte Stückzahlen). Berechnen Sie unter Annahme einer linearen Umsatzzunahme, auf welchen Wert der Umsatz nach 12 Monaten angewachsen sein wird. Ermitteln Sie außerdem, wann die Verkaufszahlen bei Fortbestand dieser Entwicklung die Grenze von 150 Einheiten pro Monat erreichen.

Monat	1	2	3	4	5	6
Verkaufte Stückzahl	15	37	52	59	83	92

Umsatzzahlen

**Drücken Sie**

- | | | |
|---|----------|-------------------------|
| f [b] | → 1.00 | Anzeige/Ausdruck |
| 15 [A] 37 [A] 52 [A] 59 [A] 83 [A] 92 [A] | → 7.00 | |
| C | → 0.98 | *** (r^2) |
| | 3.33 | *** (a) |
| | 15.14 | *** (b) |
| 12 [E] | → 185.05 | Einheiten |
| 150 [D] | → 9.69 | Monate |

Beispiel 2:

Die Geschwindigkeit eines Körpers, der eine konstante Beschleunigung erfährt, berechnet sich nach folgender Formel:

$$v = v_0 + at$$

Dabei gilt:

v = momentane Geschwindigkeit

v_0 = Anfangsgeschwindigkeit (zur Zeit $t = 0$)

α = konstante Beschleunigung

t = Zeit seit t_0 , d.h. seit $v = v_0$

Bei einem Experiment wurden für einen bestimmten Körper die folgenden Zeit- und Geschwindigkeitswerte ermittelt:

t (sec)	V (m/sec)
5	140
6	149
7	159
9	175

Wie groß war die Anfangsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt $t = 0$?

Welche Geschwindigkeit wird der Körper zum Zeitpunkt $t = 20$ haben?

Beachten Sie, daß die Formel für die Geschwindigkeit

$$v = v_0 + at$$

die Gleichung einer Geraden ist und damit einer linearen Funktion der Form

$$y = a + b x$$

entspricht. Zur Lösung des Problems ist daher die lineare Regression anzuwenden. Für y setzen Sie v ein, für a die Anfangsgeschwindigkeit v_0 , für b die Beschleunigung α und für x die Zeit t .

Drücken Sie

	Anzeige/Ausdruck
f [b]	1.00
5 A 140 A 6 A 149 A 7 A 159 A	→ 4.00
9 A 175 A C	1.00 *** (r^2) 96.54 *** (a, v_0) 8.77 *** (b , Beschleunigung) 20 E
	→ 271.97 (m/sec)

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

$$p = a v^{-b}$$

beschreiben, wobei b die polytropische Konstante dieses Prozesses bezeichnet.

Bei einem Expansionsprozeß ergaben sich die folgenden Meßwerte für Volumen und Druck. Verwenden Sie die Kurvenanpassung einer Potenzfunktion zur Bestimmung der polytropischen Konstante $-b$. Welcher Druck ergibt sich für ein Volumen von 15?

(Volumen und Druck sind in nicht näher bezeichneten Einheiten angegeben.)

v	p
10	210
30	40
50	12
70	9
90	6,8

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

f [e] → 1.00
 10 ↑ 210 A 30 ↑ 40 A 50 ↑ 12 A → 4.00
 70 ↑ 9 A 90 ↑ 6.8 A D → 0.99 *** (r²)
 8599.81 *** (a)
 -1.62 *** (-b)
 15 E → 108.35

Kalenderrechnungen



Dieses Programm berechnet wahlweise Kalenderdaten oder die zwischen gegebenen Kalenderdaten liegende Anzahl von Tagen für den Zeitraum zwischen dem 1. März 1900 und dem 28. Februar im Jahr 2100. Zur Berechnung eines Kalenderdatums sind ein Anfangsdatum und die Zahl der dazwischenliegenden Tage einzugeben. Der Zeitraum zwischen zwei vorgegebenen Kalenderdaten kann sowohl in Tagen als auch in Wochen angegeben werden. Darüber hinaus ermöglicht das Programm, zu einem gegebenen Kalenderdatum den entsprechenden Wochentag zu berechnen. Nach Eingabe eines Datums erscheint in der Anzeige die zugehörige Julianische Tageszahl*.

Das Kalenderdatum ist in der Form mm.ddyyyy einzugeben; mm bezeichnet den Monat, dd (stets zweistellig) den Tag und yyyy schließlich das Jahr. So wird beispielsweise der 3. Juni 1975 als 6.031975 eingegeben. Achten Sie darauf, daß aufgrund des gewählten Formates das Tagesdatum stets 2stellig (gegebenenfalls mit vorangestellter Null) einzusetzen ist. Wochen werden im Format WKS.DYS (Wochen.Tage) angezeigt oder eingetastet. So werden zum Beispiel sieben Wochen und drei Tage als 7.3 dargestellt. Der Wochentag wird durch die Ziffern 0 bis 6 kodiert angezeigt, wobei mit Sonntag (=0) begonnen wird.

Verwendete Formeln:

Berechnung des Julianischen Datums:

Julianische Tageszahl =

$$\text{INT} (365,25 y') + \text{INT} (30,6001 m') + d + 1720982$$

Dabei gilt:

$$y' = \begin{cases} \text{Jahreszahl } -1, \text{ wenn } m = 1 \text{ oder } m = 2 \\ \text{Jahreszahl, wenn } m > 2 \end{cases}$$

$$m' = \begin{cases} \text{Monat } + 13, \text{ wenn } m = 1 \text{ oder } m = 2 \\ \text{Monat, wenn } m > 2 \end{cases}$$

Dann wird die Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten berechnet:

$$\text{Zahl der Tage} = \text{Tageszahl}_2 - \text{Tageszahl}_1$$

Für die Berechnung des Kalenderdatums zu gegebener Jul.Tageszahl:

*Das «Julianische Datum» ist ein in der Astronomie gebräuchliches System der fortlaufenden Tageszählung, die mit dem 1. Januar 4713 v. Chr. (Julianische Tageszahl 0) beginnt.

$$y' = \text{INT} \left[\frac{\text{Tageszahl} - 122,1}{365,25} \right]$$

$$m' = \text{INT} \left[\frac{\text{Tageszahl} - \text{INT}(365,25 y')}{30,6001} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{Datum} & \left\{ \begin{array}{l} \text{Tag im Monat} = \text{Tageszahl} - \text{INT}(365,25 y') \\ \quad - \text{INT}(30,6001 m') \\ \text{Monat} = \begin{cases} m' - 13, \text{ wenn } m' = 14 \text{ oder } 15 \\ m' - 1, \text{ wenn } m' < 14 \end{cases} \\ \text{Jahr} = \begin{cases} y', \text{ wenn } m > 2 \\ y' + 1, \text{ wenn } M = 1 \text{ oder } 2 \end{cases} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Berechnung des Wochentages:

Wochentag (0 bis 6) = $7 \times \text{FRAC} [(\text{Tageszahl} - 1720982)/7]$.

Die Operatoren INT und FRAC entsprechen den Funktionen **INT** und **FRAC** auf dem Tastenfeld Ihres HP-97.

Anmerkungen:

Das Programm prüft nicht, ob ein eingegebener Zahlenwert auch ein zulässiges Datum darstellt.

Das Programm verwendet das Flag 3 für die Entscheidung, welcher Programmteil nach Drücken der Tasten **A**, **B**, **C** oder **D** auszuführen ist. Das Flag 3 wird automatisch «gesetzt» (eingeschaltet), wenn eine der Zifferntasten auf dem Tastenfeld des HP-97 gedrückt wird. Dann wird die Zahl im angezeigten X-Register beim Drücken der entsprechenden Programmtaste als Eingabewert «erkannt» und gespeichert. Wenn dagegen keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt wurden, interpretiert der Rechner das Drücken einer der Programmtasten als Anweisung zur Berechnung des zugehörigen Wertes. Achten Sie daher darauf, daß zwischen der letzten Eingabe und der Berechnung des gewünschten Resultates keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt werden.

Die Register $R_0 - R_2$, R_B , R_D , R_E und $R_{S0} - R_{S9}$ werden vom Programm nicht belegt und stehen somit dem Benutzer zur Verfügung.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Zur Berechnung des Wochentages, gehen Sie nach Schritt 6.			
3	Geben Sie zwei der folgenden Werte ein: Erstes Datum (mm.ddyyyy) Zweites Datum (mm.ddyyyy) Zahl der Tage zwischen zwei Daten oder Wochen zwischen zwei Daten*	DT ₁ DT ₂ Tage WKS.DYS	A B C D	Tag # ₁ Tag # ₂ Tage Tage
4	Berechnen Sie einen der folgenden Werte Erstes Datum Zweites Datum Zahl der Tage Zahl der Wochen		A B C D	Datum ₁ Datum ₂ Tage WO.TAGE
5	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2.			
6	Geben Sie ein Datum ein und berechnen Sie den Wochentag (0=Sonntag, 6=Samstag)	DT	E	Wochentag
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2. * Sie können in Zeile 3 entweder die Anzahl der Tage oder die Anzahl der Wochen eingeben, nicht dagegen beides zugleich.			

Beispiel 1:

Am 12. April 1961 startete Oberleutnant Juri Gagarin mit Wostok I in den Weltraum. Neil Armstrong setzte am 21. Juli 1969 zum ersten Mal seinen Fuß auf den Mond. Wieviele Tage sind seit dem ersten bemannten Raumflug und der ersten erfolgreichen Mondlandung vergangen? Wieviele Wochen und Tage? Berechnen Sie außerdem für beide Ereignisse den entsprechenden Wochentag.

Drücken Sie

- 4.121961 **A** 7.211969 **B** **C** → 3022. (Tage)
D → 431.5 (Wochen.Tage)
4.121961 **E** → 3. (Mittwoch)
7.211969 **E** → 1. (Montag)

Anzeige/Ausdruck

Beispiel 2:

Sie haben Wertpapiere mit einer Restlaufzeit von 200 Tagen (Verzinsung auf 365-Tage-Basis) erworben. Berechnen Sie das Fälligkeitsdatum der Papiere, die am 11. Juni 1976 gekauft wurden.

Drücken Sie6.111976 **A** 200 **C** **B****Anzeige/Ausdruck**

12.281976*

(bedeutet 28. Dez. 1976)

* In der BRD erfolgt die Berechnung der Zinsen meist auf der Basis von 360 Tagen pro Jahr. Das Programm kann daher im kaufmännischen Bereich nur da eingesetzt werden, wo mit der tatsächlichen Anzahl der Kalendertage gerechnet wird.

Renten- und Zinseszinsrechnung



Dieses Programm kann eine Vielzahl von Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit Kapital, Laufzeit und Verzinsung lösen, wobei es neben einmaligen Kapitaleinlagen auch Ratenzahlungen (Rentenrechnung) berücksichtigen kann. Folgende Größen können eingegeben bzw. vom Programm berechnet werden:

- n – Anzahl der Zins- bzw. Zahlungsperioden. (Beispiel: Anzahl der monatlichen Rückzahlungsraten für ein Darlehen mit einer Laufzeit von 30 Jahren: $n = 12 \times 30 = 360$.)
- i – Periodenzinssatz in Prozent (nicht als dezimaler Wert). Wenn die Verzinsung nicht jährlich erfolgt, ist der Jahreszinssatz (% p.a.) durch die Zahl der Zinsperioden pro Jahr zu dividieren. So entspricht beispielsweise ein Jahreszinssatz von 8% bei monatlichem Zuschlag der Zinsen einem Periodenzinssatz von $8/12 = 0,667\%$.
- PMT – Regelmäßig ein- oder ausgezahlter Ratenbetrag (Annuität).
- PV – Gegenwärtiger oder Barwert des Kapitals bzw. zukünftiger Cash Flows.
- FV – Endkapital bzw. zukünftiger Wert einer Reihe von Ratenzahlungen.
- BAL – Resttilgungssumme am Ende einer Laufzeit.

Das Programm kann sowohl nachschüssige als auch vorschüssige Ratenzahlungen berücksichtigen, d.h., die Annuitäten können entweder jeweils am Ende jeder Zinsperiode (nachschüssig) oder aber zu Beginn dieses Intervalls (vorschüssig) fällig sein. Die Tilgung von Darlehen erfolgt meist über nachschüssige Abzahlungsraten, während die Mietzahlungen bei Leasingverträgen oder die Einzahlung regelmäßiger Sparraten vorschüssig, also zu Beginn jeder Zinsperiode, erfolgt. Wenn Sie die Programmkarrete einlesen oder das Programm mit **f A** starten, wird der Rechner automatisch auf nachschüssige Ratenzahlungen eingestellt. Zum Umschalten auf vorschüssige Annuitäten sind die Tasten **f B** zu drücken; die Anzeige 1.00 ist ein Beleg dafür, daß der Rechner auf vorschüssige Zahlungen eingestellt ist. Beim wiederholten Drücken dieser Tasten schaltet das Programm jeweils zwischen diesen beiden Betriebsarten hin und her, wobei Sie abwechselnd die Anzeige 1.00 (vorschüssig) bzw. 0.00 (nachschüssig) erhalten.

Die Eingabe der Daten erfolgt bei diesem Programm durch Drücken von **STO** und der zugehörigen Programmtaste. Zur Eingabe von **n** ist also **STO A**, zur Eingabe des Periodenzinssatzes **STO B**, für **PMT** entsprechend **STO C**, für den Barwert **STO D** und zur Eingabe von **FV** bzw. **BAL** **STO E** zu drücken. Wenn alle Eingabedaten gespeichert

sind, kann der gesuchte Wert durch Drücken der entsprechenden Programmtaste berechnet werden. Zur Berechnung des Periodenzinssatzes i ist folglich die Taste **B** zu drücken.

Das Starten des Programms mit Hilfe des «Vorbereitungsschrittes» **f a** erfüllt zwei Funktionen:

1. Die Speicherregister für PMT, PV und BAL werden gelöscht (Inhalt 0.00). Eventuell gespeicherte Werte für n und i bleiben dabei erhalten.
2. Das Programm wird auf nachschüssige Ratenzahlungen eingestellt.

Mit der START-Operation können Sie den Rechner auf einfache und sichere Weise für die Berechnung einer neuen Aufgabe vorbereiten. Dieser Schritt kann entfallen, wenn die neue Aufgabe mit der gleichen Kombination von Variablen gerechnet wird. Wenn Sie beispielsweise eine Problemstellung mit den Variablen n , i , PMT, FV mehrere Male mit verschiedenen Zahlenwerten lösen, ist es nicht erforderlich, daß Sie zwischen den einzelnen Rechnungen **f a** drücken; es sind dazu lediglich die Werte einzugeben, die sich gegenüber der vorhergehenden Rechnung geändert haben. Wenn Sie ohne die Verwendung von START die Kombination der Variablen wechseln wollen, müssen Sie für die Variable, die in der nächsten Rechnung nicht mehr verwendet wird, Null eingeben. Wenn Sie zuvor ein Problem mit den Größen n , i , PMT und PV gerechnet haben und jetzt eine Aufgabe mit den Variablen n , i , PV und FV behandeln wollen, müssen Sie das Register für PMT löschen, indem Sie 0 **STO C** drücken. Diese Verfahren sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Nach Einlesen der Programmcarte sollte dagegen grundsätzlich die START-Operation ausgeführt werden.

Mögliche Berechnungen mit dem Programm **Renten- und Zinseszinsrechnung**

Kombination der Variablen	Anwendungen		
	nachschüssige Zahlungen	vorschüssige Zahlungen	Programmstart
n, i , PMT, PV (Geben Sie drei dieser Größen ein und berech- nen Sie die vierte)	Annuitäten- tilgung von Darlehen Wechseldiskont Hypotheken	Leasing	START verwenden oder BAL gleich Null setzen

Kombination der Variablen	Anwendungen		
	nachschüssige Zahlungen	vorschüssige Zahlungen	Programmstart
n, i, PMT, PV, BAL (Geben Sie vier dieser Größen ein und berechnen Sie die fünfte)	Annuitäten- tilgung von Darlehen mit Resttilgungs- summe Wechseldiskont mit Restschuld	Leasing im Falle eines Rest-(Wie- derverkaufs-) Wertes	nicht erforderlich
n, i, PMT, FV (Geben Sie drei dieser Größen ein und berech- nen Sie die vierte)	Tilgungsfond	Ratensparen Versicherungen	START verwenden oder PV gleich Null setzen.
n, i, PV, FV (Geben Sie drei dieser Größen ein und berech- nen Sie die vierte)	Zinseszins- berechnungen, Ersparnisse (Der Annuitäten- Modus hat hier keine Bedeutung)		START verwenden oder PMT gleich Null setzen

Verwendete Formeln:

$$PV = \pm \frac{PMT}{i} A [1 - (1 + i)^{-n}] + (BAL \text{ oder } FV) (1 + i)^{-n}$$

wobei

$$A = \begin{cases} 1 & \text{für nachschüssige Annuitäten} \\ (1 + i) & \text{für vorschüssige Annuitäten} \end{cases}$$

Das positive Vorzeichen gilt für $FV=0$, das negative Vorzeichen für $PV=0$.

Anmerkungen:

Wenn der Periodenzinssatz i berechnet wird und PMT zu den Ausgangsdaten der Rechnung gehört, muß als Anzeigeformat Festkommadarstellung **FIX** gewählt werden.

Die oben angegebene Gleichung wird unter Verwendung des Newton'schen Verfahrens nach i aufgelöst:

$$i_n = i_{n-1} - \frac{f(i_{n-1})}{f'(i_{n-1})} \text{ Näherungsverfahren}$$

Daher benötigen Berechnungen mit PMT und i längere Rechenzeiten als die übrigen Problemstellungen. Der verwendete Algorithmus eignet sich am besten für positive Eingabewerte und Zinssätze von 0 bis 100%. Es können durchaus Aufgabenstellungen auftreten, die nach diesem Verfahren nicht gelöst werden können; Sie erhalten dann entweder eine Fehlermeldung oder das Programm gerät in eine «Endlosschleife».

Bei den iterativen Zinsberechnungen sind die Resultate auf die Anzahl der im FIX-Format angezeigten Stellen genau. Sie können daher die Rechengenauigkeit durch Änderung des Anzeigeformates (z.B. **DSP 3**, **DSP 4** usw.) beliebig beeinflussen. Dabei muß natürlich berücksichtigt werden, daß genauere Ergebnisse mit entsprechend längeren Rechenzeiten verbunden sind.

Im Zusammenhang mit Rechnungen, bei denen negative Werte für die Restschuld BAL vorkommen, sind bisweilen mehrere mathematisch exakte richtige Resultate (oder gegebenenfalls auch kein einziges) möglich. Wenngleich das Programm in solchen Fällen ein Resultat anzeigt, hat der Rechner dennoch keine Möglichkeit, auf die Existenz weiterer Lösungen hinzuweisen.

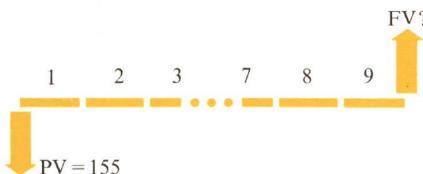
Mit **RCL A**, **RCL B**, **RCL C**, **RCL D** und **RCL E** können Sie die in den entsprechenden Registern gespeicherten Werte für die verschiedenen Variablen in die Anzeige rufen.

Die Register R₀ – R₂ und R_{S0} – R_{S9} werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur Verfügung.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Vorbereitungsschritt (START)		f a	0.00
3	Wenn die Zahlungen zu Beginn der Zinsperioden erfolgen, ist der Annuitäten-Modus auf «vorschüssig» zu stellen.*			
4	Geben Sie die bekannten Größen ein:			
	Anzahl der Perioden	n	STO A	n
	Periodenzinssatz	i (%)	STO B	i (%)
	Ratenbetrag	PMT	STO C	PMT
	Barwert	PV	STO D	PV
	Endwert	FV, (BAL)	STO E	FV, (BAL)
5	Berechnen Sie die gesuchte Größe:			
	Anzahl der Perioden	A		n
	Periodenzinssatz	B		i (%)
	Ratenbetrag	C		PMT
	Barwert	D		PV
	Endwert	E		FV, (BAL)
6	Ausdrucken der Daten in der Reihenfolge			
	n, i, PMT, PV, FV – BAL	C		Ausdruck
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 4 und ändern Sie die Daten ab.			
	Für eine nicht mehr benötigte Variable ist Null einzugeben.			
	* Die nach Drücken von f b abwechselnd auftretende Anzeige 1.00 bzw. 0.00 gibt an, ob das Programm die Annuitäten als vorschüssig oder nachschüssig auffaßt.			

Beispiel 1:

Sie zahlen 155 DM auf ein Konto ein, das Ihre Einlage bei monatlicher Zurechnung der Zinsen mit $5\frac{3}{4}\%$ p.a. verzinst. Über welchen Betrag können Sie nach Ablauf von 9 Jahren verfügen?

**Drücken Sie**

f a 155 STO D
5.75 ↑ 12 ÷ STO B
9 ↑ 12 × STO A
E

Anzeige/Ausdruck

155.00
0.48
108.00
259.74

Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

Drücken Sie

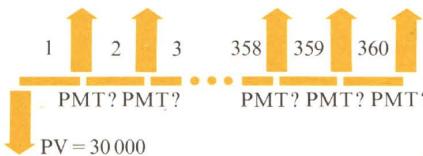
6 ↑ 12 ÷ STO B
E

Anzeige/Ausdruck

0.50
265.62

Beispiel 2:

Ein Darlehen in Höhe von 30 000 DM mit einer Laufzeit von 30 Jahren soll bei einem Zinssatz von 9% p.a. durch monatliche Ratenzahlungen vollständig zurückgezahlt werden. Wie hoch sind diese monatlichen Rückzahlungsraten?

**Drücken Sie**

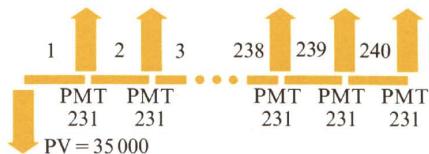
f a 30 ↑ 12 × STO A
30000 STO D
9 ↑ 12 ÷ STO B
C
f C

Anzeige/Ausdruck

360.00
30000.00
0.75
241.39
360.00 *** (n)
0.75 *** (i)
241.39 *** (PMT)
30000.00 *** (PV)
0.00 *** (FV)

Beispiel 3:

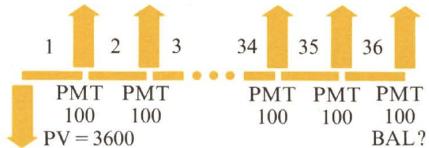
Ein Sparprogramm bietet als Gegenleistung für eine einmalige Einlage von 35 000 DM die Zahlung monatlicher Rentenbeträge in Höhe von 231 DM für eine Dauer von 20 Jahren an. Welchem Jahreszinssatz entspricht das?

**Drücken Sie**

Anzeige/Ausdruck
f a 35000 STO D → 35000.00
231 STO C → 231.00
20 ↑ 12 x STO A → 240.00
B → 0.42 (0.42% pro Monat)
12 x → 5.00 (5% p.a.)

Beispiel 4:

Beim Abschluß eines Kreditvertrages über 3600 DM wird ein Zinssatz von 10% p.a. vereinbart. Die Rückzahlung des Darlehens soll über 36 monatliche Zahlungen in Höhe von 100 DM erfolgen, wobei die sich dabei ergebende Restschuld zusammen mit der letzten (36.) Zahlung zu leisten ist. Wie hoch ist diese Resttilgungssumme?

**Drücken Sie**

Anzeige/Ausdruck
f a 3600 STO D 10 ENTER 12 ÷ STO B 36 STO A 100 STO C E → 675.27

(Beachten Sie, daß als letzte Zahlung 675,27 DM + 100 DM = 775,27 DM zu leisten sind, da die Restschuld am Ende der letzten Periode zusammen mit der letzten Rate fällig ist.)

Beispiel 5:

Ein Unternehmer plant, in drei Jahren eine Maschine im Wert von 50 000 DM zu kaufen. Die Finanzierung soll über ein Konto laufen, das bei vierteljährlicher Zurechnung der Zinsen 7% Jahreszinsen anbietet. Berechnen Sie die Höhe der vierteljährlichen Zahlungen, mit denen die Investition angespart werden kann, wenn die (nachschüssigen) Ratenzahlungen am Ende dieses Quartals beginnen?

**Drücken Sie**

f a 50000 STO E 3 ENTER↑ 4 x
STO A 7 ENTER↑ 4 ÷ STO B C →

Anzeige/Ausdruck

3780.69

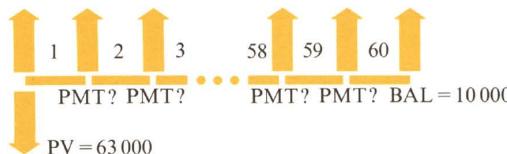
Welcher statt der Ratenzahlungen sofort angelegte Betrag würde den gleichen Effekt bringen?

0 STO C D → 40602.89

Beispiel 6:

Eine Leasingfirma erwägt den Kauf eines Mini-Computers zum Preis von 63 000 DM, der anschließend für fünf Jahre an einen Kunden vermietet werden soll. Nach Ablauf dieser Mietdauer rechnet die Firma mit einem Verkaufserlös von 10 000 DM. Wie hoch müssen unter diesen Voraussetzungen die monatlichen Mietzahlungen sein, wenn das Unternehmen eine Rendite von 13% fordert?

(Da die Mietzahlungen jeweils zu Beginn eines jeden Monats erfolgen, muß mit vorschüssigen Zahlungen gerechnet werden.)

**Drücken Sie**

f a f b 63000 STO D 13 ENTER↑ 12 ÷
STO B 5 ENTER↑ 12 x STO A 10000
STO E C →

Anzeige/Ausdruck

1300.16

Wie verändert sich die Höhe der Mietraten, wenn der Computer nach einer Anhebung der Preise jetzt 70 000 DM kostet?

70000 **STO D C** → 1457.73

Wie hoch wird unter gleichen Voraussetzungen der jährliche Ertrag liegen, wenn die Höhe der Mietraten auf 1500 DM festgesetzt wird?

1500 **STO C B** → 1.18 (% monatlich)

12 **x** → 14.12 (% p.a.)

Stellen Sie für eine genauere Berechnung des Zinssatzes die Anzeige auf 5 Nachkommastellen um und führen Sie die Rechnung noch einmal aus.

DSP 5 B → 1.17700

12 **x** → 14.12599

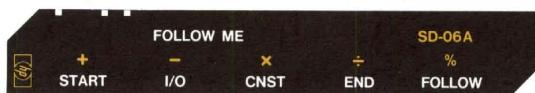
Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



Mit Hilfe dieses Programms können Sie unter ausschließlicher Verwendung der Programmtasten **A** bis **E** eine Folge einfacher Tastenbefehle im Rechner speichern und dieses «Programm» dann mit verschiedenen Zahlen beliebig oft wiederholen. Sie können dabei die folgenden Funktionen benutzen: Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Prozent, Konstante und Ein-/Ausgabe-Stop. Es kann eine Folge von maximal 23 Operationen gespeichert werden, wobei Konstanten als zwei Operationen zählen.

Das Programm wird mit der Taste **A** gestartet. Dann ist der erste Rechenschritt auszuführen, wozu Sie die entsprechende Programmtaste (gemäß den auf der Magnetkarte aufgedruckten Symbolen) drücken müssen. Im Anschluß an in der Rechnung vorkommende Konstanten ist die Taste **C** zu drücken; der Rechner fügt diesen Wert dann später stets an der entsprechenden Stelle ein. Den Ein-/Ausgabe-Stop fügen Sie da ein, wo der Rechner Zwischenergebnisse anzeigen oder für die Eingabe von Daten anhalten soll. Drücken Sie bei der «Programmierung» an diesen Stellen einfach die Taste **B**. Die Eingabe der «Programmschritte» wird schließlich mit END (Taste **D**) beendet.

Nachdem sich der Rechner diese Schrittfolge «gemerkt» hat, genügt es, an den dafür vorgesehenen Stellen Daten einzutasten und den Rechengang nach jedem Halt mit **E** erneut zu starten.

Wenn Sie bei der Verwendung der gespeicherten Schrittfolge einen Fehler machen, können Sie **D** drücken und von neuem beginnen. Unterläuft Ihnen dagegen bereits bei der Eingabe der Schrittfolge ein Fehler, müssen Sie **A** drücken und das «Programm» erneut ein-tasten.

Liste der verfügbaren Programmbefehle

Anweisung	Wirkung
START	Löscht eine zuvor gespeicherte Schrittfolge und bereitet die Eingabe eines neuen Programms vor.
END	Beendet die Eingabe einer Tastenfolge und setzt den Befehlszähler an den Anfang des Folg-mir-Speichers zurück.
FOLLOW	Wird zum Wiederstart des Programms nach einem Ein-/Ausgabe-Halt verwendet.

Programmierbare Operationen:

- + Addiert die Inhalte von X- und Y-Register; das Ergebnis steht im X-Register.
 - Subtrahiert den Inhalt des X-Registers von dem im Y-Register und schreibt das Ergebnis nach X.
 - × Multipliziert die Inhalte des X- und Y-Registers miteinander; das Ergebnis steht in X.
 - ÷ Dividiert die Zahl im Y-Register durch den Inhalt des X-Registers und schreibt das Ergebnis nach X.
 - % Multipliziert den Inhalt des Y-Registers mit der Zahl in X geteilt durch 100. Das Ergebnis steht anschließend im X-Register. Der Inhalt von Y ist unverändert.
 - CNST Ruft eine Konstante in das X-Register zurück (erfordert zwei Schritte).
 - I/O Die Ein-/Ausgabe-Stop lässt **Folg mir** zur Anzeige von Ergebnissen oder das Eingeben von Daten anhalten.
-

Anmerkungen:

Für die Ein- und Ausgabe von Daten steht der gesamte Stack zur Verfügung. Durch geschickte Verwendung der Stackregister können Sie daher mit wenigen Programmunterbrechungen auskommen.

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

Wenn versucht wird, mehr als 23 Operationen zu speichern, lässt der Rechner die Zahl 24 in der Anzeige aufblinken.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmcarte einlesen.			
2	Programm starten.		A	0.00
3	Führen Sie den Rechengang aus; drücken			
	Sie B an den Stellen, wo das Programm			
	zur Dateneingabe oder Anzeige anhalten soll,			
	C im Anschluß an eine Konstante, f a für			
	Addition, f b für Subtraktion, f c für			
	jede Multiplikation und f d für jede			
	Division und f e für Prozent. Sie können			
	23 Schritte eingeben (wobei Konstanten			
	als zwei Schritte zählen).			
4	Ende der Schrittfolge markieren.		D	0.00
5	Geben Sie Werte für die Variablen ein und			
	starten Sie die Berechnung.	VAR	E	Ergebnis
6	Wenn Sie in Zeile 5 einen Fehler gemacht			
	haben, gehen Sie nach Zeile 4 und			
	wiederholen Sie die Berechnung.			
7	Gehen Sie nach Zeile 5 bis Sie alle			
	Rechnungen durchgeführt haben.			
8	Gehen Sie für eine neue Rechnung des			
	gleichen Typs nach Zeile 5.			
9	Gehen Sie für ein neues Programm nach			
	Zeile 2.			

Beispiel 1:

Programmieren Sie die Formel

$$y = 3(P + Q)$$

und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
(Start)	
A →	0.00
(I/0)(I/0) (+) (×)	
3 B 6 B 4 f a f c →	30.00
(End)	
D →	0.00
3 E 5 E 8 E →	39.00
3 E 9 E 11 E →	60.00

Eine bessere Lösung:

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
A →	0.00
(CNST)	
3 C 6 ↑ 4 B f a f c →	30.00
D →	0.00
E 5 ↑ 8 E →	39.00
E 9 ↑ 11 E →	60.00

Die beste Lösung (mit dem geringsten Speicherbedarf):

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
A →	0.00
6 ↑ 4 f a 3 C f c →	30.00
D →	0.00
5 ↑ 8 E →	39.00
9 ↑ 11 E →	60.00

Beispiel 2:

Ein Handelsunternehmen berechnet die Einzelhandelspreise seiner Produkte aufgrund folgender Kalkulation: Die Fixkosten für Produktion und Vertrieb werden zu den variablen Kosten der Produkte addiert und dieser Betrag dann mit 2,7 multipliziert. Als Großhandelspreise werden 50% der Einzelhandelspreise festgelegt. Berechnen Sie nun die Einzel- und Großhandelspreise für die Stückkosten der folgenden Artikel.

Stückkosten-Liste

Artikel-Nr.	Stückkosten
0001	\$ 17.35
0002	\$ 21.18
0003	\$ 26.07
0004	\$ 28.75
0005	\$ 33.15

Einzelhandelspreis = (Stückkosten + fixe Kosten) \times 2,7

Großhandelspreis = 50% des Einzelhandelspreises

Fixkosten = 25 DM(Artikel)

Drücken Sie

Speichern Sie die Tastenfolge im Rechner und ermitteln Sie gleichzeitig die Resultate für den ersten Artikel:

A 17.35 ↑ 25 C f a 2.7 C f c B	→ 114.35 (Einzelhandel)
50 C f e	→ 57.17 (Großhandel)
D	→ 0.00

Führen Sie die gleiche Rechnung jetzt für die übrigen Artikel aus:

21.18 E	→ 124.69
E	→ 62.34
26.07 E	→ 137.89
E	→ 68.94
28.75 E	→ 145.13
E	→ 72.56
33.15 E	→ 157.01
E	→ 78.50

Anzeige/Ausdruck

Beispiel 3:

Berechnen Sie mit Hilfe von **Folg mir** die nachstehende Formel für die angegebenen Daten:

$$y = 0,75 A e^{0,63 t}$$

A	2,3	2,8	3,7	6,4
t	1,0	2,0	4,5	6,0

Drücken Sie

A 1 ↑ .63 C f c B ex 2.3 ↑ .75 C

f c f c	→ 3.24
D	→ 0.00
2.0 E ex 2.8 E	→ 7.40
4.5 E ex 3.7 E	→ 47.26
6.0 E ex 6.4 E	→ 210.32

Anzeige/Ausdruck

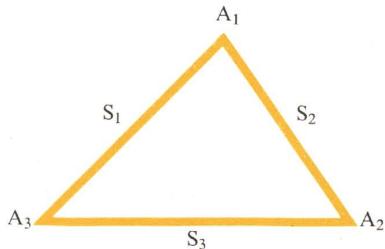
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



Das Programm kann zur Berechnung der Fläche, der Dreieckseiten (S_1 , S_2 , S_3) und der Winkel (A_1 , A_2 , A_3) eines ebenen Dreiecks verwendet werden. Abweichend von der allgemein üblichen Bezeichnungsweise sind die verschiedenen Größen im Dreieck für dieses Programm wie folgt im Uhrzeigersinn benannt:



Sie brauchen lediglich drei bekannte Größen einzutasten und jeweils die zugehörige Programmtaste zu drücken. Die Zuordnung geht dabei aus der Beschriftung der Magnetkarte hervor. Als Ergebnis druckt der Rechner die Länge der Seiten, die Winkel und die Dreiecksfläche aus, wobei sich die Reihenfolge dieser Werte nach der Reihenfolge richtet, in der die Daten eingegeben wurden. Bei Eingabe der Werte im Uhrzeigersinn erfolgt auch die Reihenfolge der Ausgabe im Uhrzeigersinn:

- Zuerst eingegebene Seite (S_1)
- Nächster anliegender Winkel (A_1)
- Nächste anliegende Seite (S_2)
- Nächster anliegender Winkel (A_2)
- Nächste anliegende Seite (S_3)
- Nächster anliegender Winkel (A_3)
- Fläche des Dreiecks

Im Anschluß an die Berechnung der Größen steht die Dreiecksfläche in der Anzeige, S_1 in R9, A_1 in RA, S_2 in RB, A_2 in RC, S_3 in RD und A_3 in Register RE.

Verwendete Formeln:

S_1, S_2, S_3 (gegeben sind alle drei Seiten)

$$A_3 = 2 \cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P - S_2)}{S_1 S_3}}$$

dabei gilt: $P = (S_1 + S_2 + S_3)/2$

$$A_2 = 2 \cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P - S_1)}{S_2 S_3}}$$

$$A_1 = \cos^{-1} (-\cos(A_3 + A_2))$$

A_3, S_1, A_1 (gegeben sind eine Seite und die beiden anliegenden Winkel)

$$A_2 = \cos^{-1} (-\cos(A_3 + A_1))$$

$$S_2 = S_1 \frac{\sin A_3}{\sin A_2}$$

$$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$$

S_1, A_1, A_2 (gegeben sind eine Seite und zwei Winkel)

$$A_3 = \cos^{-1} (-\cos(A_1 + A_2))$$

(Das Problem wird auf die Kombination A_3, S_1, A_1 zurückgeführt.)

S_1, A_1, S_2 (gegeben sind zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel)

$$S_3 = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 - 2 S_1 S_2 \cos A_1}$$

(Das Problem wird auf die Kombination S_1, S_2, S_3 zurückgeführt.)

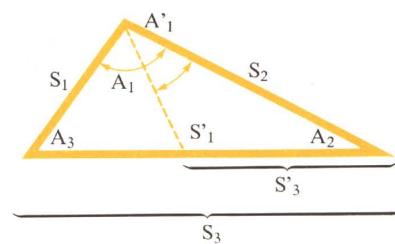
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

$$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{S_2}{S_1} \sin A_2 \right)$$

$$A_1 = \cos^{-1} (-\cos(A_2 + A_3))$$

(Das Problem wird auf die Kombination A_3, S_1, A_1 zurückgeführt.)

Beachten Sie, daß es zwei verschiedene Lösungen gibt, wenn $S_2 > S_1$ und $A_3 \neq 90^\circ$. Das Programm berechnet beide Lösungssätze.



$$\text{Fläche} = \frac{1}{2} S_1 S_2 \sin A_3$$

Anmerkungen:

Die Register R₀ – R₆, R_{S0} – R_{S9} und I werden vom Programm nicht belegt.

Die Winkel sind in Abhängigkeit vom gewählten Winkel-Modus in der entsprechenden Einheit einzugeben. Beim Einlesen des Programms wird automatisch der Winkel-Modus «Grad» gesetzt.

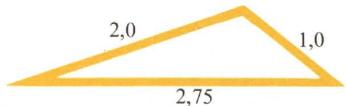
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A₁ beispielsweise nicht gegenüber von S₁.

Die Winkel müssen als Dezimalwerte eingegeben werden; dazu können Sie gegebenenfalls die Funktion **HMS+** verwenden.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.		<input type="button"/> <input type="button"/>	
2	Wählen Sie entsprechend unter den folgenden Problemstellungen aus und geben Sie die angegebenen Werte ein:		<input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/>	
	Alle Seiten bekannt	S ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₁
		S ₂	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₂
		S ₃	<input type="button"/> A <input type="button"/>	Ausdruck
	Eine Seite und beide anliegenden Winkel bekannt	A ₃	<input type="button"/> <input type="button"/>	A ₃
		S ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₁
		A ₁	<input type="button"/> B <input type="button"/>	Ausdruck
	Zwei Winkel und anliegende Seite bekannt	S ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₁
		A ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	A ₁
		A ₂	<input type="button"/> C <input type="button"/>	Ausdruck
	Zwei Seiten und eingeschlossener Winkel bekannt	S ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₁
		A ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	A ₁
		S ₂	<input type="button"/> D <input type="button"/>	Ausdruck
	Zwei Seiten und anliegender Winkel bekannt	S ₁	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₁
		S ₂	<input type="button"/> <input type="button"/>	S ₂
		A ₂	<input type="button"/> E <input type="button"/>	Ausdruck
3	Im Anschluß an Schritt 2 werden die Werte für die Seiten und Winkel des Dreiecks gedruckt. Als erstes wird die zuerst eingegebene Seite ausgedruckt, dann folgen die übrigen fünf Größen in der zuvor beschriebenen Reihenfolge. Anschließend wird die Fläche ausgedruckt. Im letzten Fall (S ₁ , S ₂ , A ₂) sind u.U. zwei Lösungssysteme möglich, die dann beide ausgedruckt werden.		<input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/>	

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.

**Drücken Sie**

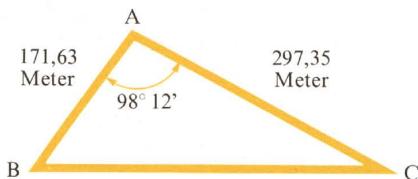
2 1 2.75

Anzeige/Ausdruck

2.00	***
129.84	*** (A ₁)
1.00	***
33.95	*** (A ₂)
2.75	***
16.21	*** (A ₃)
0.77	*** (Fläche)

Beispiel 2:

Bei der Vermessung des nachstehend skizzierten Grundstücks wurden die Entfernungen \overline{AB} und \overline{AC} mit Hilfe eines elektronischen Entfernungsmessgerätes gemessen. Außerdem wurde bei diesem Vorgang an einer entsprechenden Skala der Winkel zwischen \overline{AB} und \overline{AC} abgelesen und notiert. Berechnen Sie jetzt aus den zur Verfügung stehenden Daten die übrigen Dreiecksgrößen sowie die Fläche.



Es sind also zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben:

$$S_1 = 171.63, A_1 = 98^\circ 12' \text{ und } S_2 = 297.35.$$

Drücken Sie

171.63 98.12 297.35

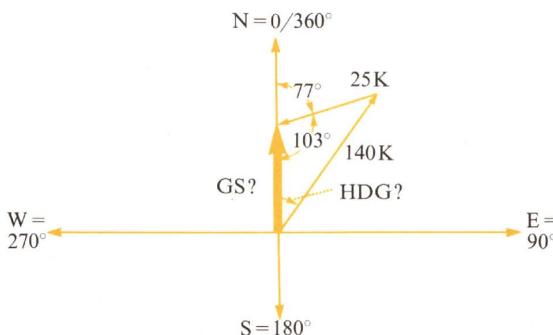
Anzeige/Ausdruck

171.63	*** (\overline{AB})
98.20	*** ($\angle A$)
297.35	*** (\overline{AC})
27.83	*** ($\angle C$)
363.91	*** (\overline{CB})
53.97	*** ($\angle B$)
25256.21	*** (Fläche)

Beispiel 3:

Ein Pilot möchte genau nach Norden (0° bzw. 360°) fliegen. Auf seinem Flug wird er aber durch einen aus 77° mit 25 Knoten Stärke wehenden Gegenwind nach links versetzt werden. Da Winde stets mit

der Richtung angegeben werden, aus der sie kommen, ist hier $77^\circ + 180^\circ = 257^\circ$ einzusetzen. Die Eigengeschwindigkeit (TAS) (gegenüber der als ruhend angenommenen Luft) beträgt 140 Knoten. Berechnen Sie, welchen Steuerkurs (HDG) der Pilot fliegen muß, damit er sich tatsächlich (einschließlich Windversetzung) nach Norden bewegt, und ermitteln Sie die Geschwindigkeit über Grund (GS), die das Flugzeug dabei noch hat.



Wenn die Windrichtung von 180 abgezogen wird (es ergibt sich dann ein Winkel von 103°), ist das Problem auf die Aufgabe zurückgeführt, ein Dreieck mit den bekannten Größen S_1 , S_2 , A_2 zu berechnen.

Drücken Sie

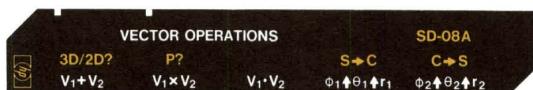
140 25 103

Anzeige/Ausdruck

140.00	*** (TAS)
66.98	***
25.00	*** (Windge-
103.00	*** schwin-
	digkeit)
132.24	*** (GS)
10.02	*** (HDG)
1610.64	***

Wie Sie an dem Ergebnis für den Steuerkurs (HDG) erkennen, muß der Pilot 10.02° nach rechts (Osten) «vorhalten», um den gewünschten Kurs über Grund einzuhalten. Die Grundgeschwindigkeit (GS) beträgt dabei 132,24 Knoten.

Vektor-Operationen



Das Programm kann zur Addition von Vektoren sowie für die Berechnung des Vektor-Kreuzproduktes oder des Punkt- bzw. Skalarproduktes verwendet werden. Außerdem ermöglicht es die Umwandlung zwischen Kugelkoordinaten und kartesischen Koordinaten sowie die Berechnung des von zwei Vektoren eingeschlossenen Winkels.

Sie können das Programm mit der Tastenfolge **f a** wahlweise auf zwei- oder dreidimensionale Vektorrechnung einstellen. Beim Einlesen des Programms wird automatisch der zweidimensionale Modus gewählt. Wenn Sie einmal **f a** drücken, zeigt der Rechner mit der Anzeige 3.00 an, daß er auf dreidimensionale Vektoren «umgeschaltet» hat. Durch wiederholtes Drücken von **f a** können Sie in der Folge beliebig zwischen diesen beiden Betriebsarten hin- und herschalten. Dabei wird abwechselnd 2.00 bzw. 3.00 angezeigt. Achten Sie darauf, daß das eventuelle Umschalten vor Eingabe der Daten zu erfolgen hat.

Mit der Tastenfolge **f b** können Sie darüber hinaus wählen, ob die eingegebenen Daten ausgedruckt werden sollen. Bei wiederholtem Drücken von **f b** wird der Druck-Modus abwechselnd ein- (Anzeige 1.00) und ausgeschaltet (Anzeige 0.00). Dieser Ausdruck der Eingabedaten geschieht programmintern über einen **PRINT: STACK**-Befehl, so daß die Werte wie folgt auf dem Druckerstreifen erscheinen:

Nr. des Vektors (1.00 oder 2.00)	T
Φ (oder $\pi/2$ für 2D-Vektoren)	Z
θ	Y
r	X

Die Vektoren werden in folgenden Formaten ausgedruckt:

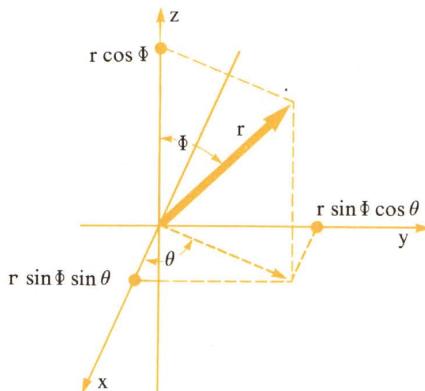
Polarkoordinaten

0.00	T
Φ	Z
θ	Y
r	X

Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)

0.00	T
z	Z
y	Y
x	X

Verwendete Formeln:



Dreidimensionale Vektordarstellung

Koordinatentransformation

$$x = r \sin \Phi \cos \theta$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$y = r \sin \Phi \sin \theta$$

$$\theta = \tan^{-1}(y/x)$$

$$z = r \cos \Phi$$

$$\Phi = \cos^{-1}(z / \sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$$

Vektoraddition

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = (x_1 + x_2) \vec{i} + (y_1 + y_2) \vec{j} + (z_1 + z_2) \vec{k}$$

Kreuz- oder Vektorprodukt

$$\vec{V}_1 \times \vec{V}_2 = (y_1 z_2 - z_1 y_2) \vec{i} + (z_1 x_2 - x_1 z_2) \vec{j} + (x_1 y_2 - y_1 x_2) \vec{k}$$

Punkt- oder Skalarprodukt

$$\vec{V}_1 \cdot \vec{V}_2 = x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2$$

Von zwei Vektoren eingeschlossener Winkel

$$\gamma = \cos^{-1} \frac{\vec{V}_1 \cdot \vec{V}_2}{|\vec{V}_1| |\vec{V}_2|}$$

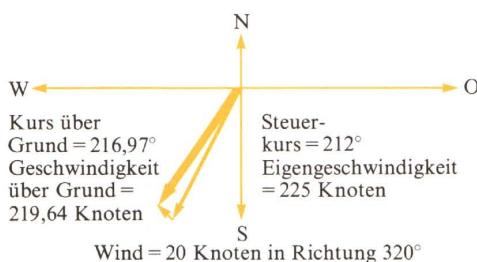
Anmerkung: Die Register R₀ – R₆ und R_{S0} – R_{S9} werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur Verfügung.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale			
	Vektorrechnung		f a	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie den Druck-Modus			
	ein.		f b	1.00/0.00
4	Wenn Sie Koordinaten umwandeln wollen:			

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in rechtwinklige K. nach Zeile 8			
	Gehen Sie für die Umwandlung in Polarkoordinaten nach Zeile 10			
5	Geben Sie die Vektoren 1 und 2 ein:			
	Winkel α_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(α_1)	\uparrow	α_1
	Winkel θ_1	θ_1	\uparrow	θ_1
	Betrag r	r ₁	D	1.00
	Winkel α_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(α_2)	\uparrow	α_2
	Winkel θ_1	θ_2	\uparrow	θ_2
	Betrag r	r ₂	E	2.00
6	Führen Sie eine der Vektoroperationen aus:			
	Addition	A		Ausdruck*
	Kreuzprodukt	B		Ausdruck*
	Skalarprodukt	C		Ausdruck**
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.			
8	Geben Sie die Polarkoordinaten ein:			
	Winkel α (entfällt bei 2D-Vektoren)	(α)	\uparrow	(α)
	Winkel θ	θ	\uparrow	θ
	Betrag r	r	f d	x***
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.			
10	Geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten ein:			
	z-Koordinate (entfällt bei 2D-Vektoren)	(z)	\uparrow	(z)
	y-Koordinate	y	\uparrow	y
	x-Koordinate	x	f e	r*
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.			
	<i>Beachten Sie das Druckformat:</i>			
	*— Null, α , θ , r			
	**— Produkt, Winkel zur Bezugsachse			
	***— Null, z, y, x			

Beispiel 1:

Ein Flugzeug steuert einen Kurs von 212° und fliegt mit einer Eigengeschwindigkeit (gegenüber der es umgebenden Luft) von 225 Knoten. Dabei wird es von einem Wind, der mit 20 Knoten aus 140° weht, von seinem Kurs abgetrieben. Berechnen Sie den tatsächlichen Kurs über Grund, den das Flugzeug unter Windeinfluß zurücklegt, sowie die Geschwindigkeit über Grund.
 (Da Winde mit der Richtung bezeichnet werden, aus der sie kommen, muß hier mit $140^\circ + 180^\circ = 320^\circ$ gerechnet werden.)

**Drücken Sie**

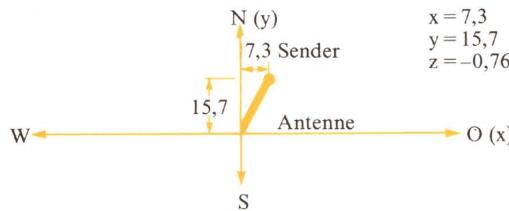
f [a] f [a]
 212 ↑ 225 D
 320 ↑ 20 E
 A

Anzeige/Ausdruck

2.00	
1.00	
2.00	
0.00	T
90.00	Z
216.97	Y (Grad)
219.64	X (Knoten)

Beispiel 2:

Eine Mikrowellenantenne soll auf einen Sender ausgerichtet werden, der 15,7 Kilometer nördlich, 7,3 Kilometer östlich und 0,76 Kilometer unterhalb des Antennenstandortes liegt. Verwenden Sie die Koordinatentransformation zur Berechnung der geradlinigen Entfernung und der Winkel, nach denen die Antenne ausgerichtet werden muß.

Blick von oben auf die Stationen

Drücken Sie

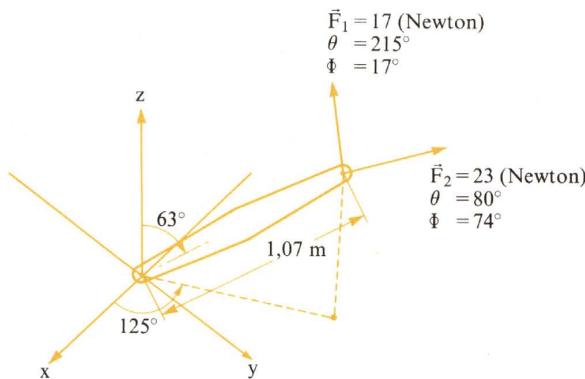
f **a** →
f **b** →
 .76 **CHS** **↑** 15.7 **↑** 7.3 **f** **e** →

Anzeige/Ausdruck

3.00
 1.00
 0.00 T
 -0.76 Z von der
 15.70 Y (Vertikalen)
 7.30 X (von Osten)
 0.00 T
 92.51 Z(Vertikalen)
 65.06 Y (von Osten)
 17.33 X (Entfernung)

Beispiel 3:

In der folgenden Abbildung sind die an einem Hebel angreifenden Kräfte \vec{F}_1 und \vec{F}_2 eingezeichnet. Berechnen Sie das Moment im Angriffspunkt und die in Hebellängsrichtung wirkende Kraftkomponente. Welchen Winkel schließt die Resultierende der Kräfte \vec{F}_1 und \vec{F}_2 mit der Hebelachse ein?

**Drücken Sie**

Als erstes sind \vec{F}_1 und \vec{F}_2 zu addieren...

f **a** →
 17 **↑** 215 **↑** 17 **c** →
 74 **↑** 80 **↑** 23 **d** →
A →

Anzeige/Ausdruck

3.00
 1.00
 2.00
 0.00 T
 39.34 Z
 90.70 Y
 29.47 X (Newton)

... dann berechnen Sie das Moment gemäß
 $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$...

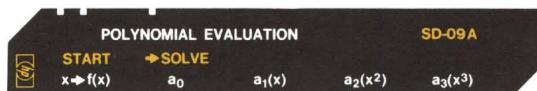
E	→	2.00			
63	↑ 125	↑ 1.07	D	→	1.00
B	→	0.00	T		
		124.34	Z		
		55.37	Y		
		18.02	X		

... und schließlich das Skalarprodukt $\frac{\vec{r}}{|\vec{r}|} = \vec{R}$

für die Längskomponente:

63	↑ 125	↑ 1	D	→	1.00
C	→	24.19	(Newton)		
		34.85	(Grad)		

Polynom-Berechnung



Mit Hilfe dieses Programms können Sie die folgenden Polynome berechnen:

Kubische Gleichung (drei Lösungen)

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 = 0$$

Quadratische Gleichung (zwei Lösungen)

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 = 0$$

Lineare Gleichung (eine Lösung)

$$f(x) = a_0 + a_1x = 0$$

Die Koeffizienten a_0 , a_1 , a_2 und a_3 sind vom Benutzer einzugeben. Das Programm berechnet sowohl reelle als auch komplexe Lösungen, wobei letztere auf dem Rechnerausdruck durch eine vorangestellte -1.00 markiert werden; anschließend folgen zuerst der Imaginär- und dann der Realteil. Reelle Lösungen werden ohne diese Markierung (-1.00) gedruckt. (Im Beispiel 3 kommen komplexe Lösungen vor.)

Sie können das Programm auch zur Berechnung der Polynome für beliebige Werte von x verwenden. Diese Möglichkeit können Sie beispielsweise dann nutzen, wenn Sie an der graphischen Darstellung eines Polynoms interessiert sind.

Verwendete Formeln:

Kubische Gleichung:

$$Q = \frac{3a_1 - a_2^2/a_3}{9a_3}$$

$$R = \frac{9a_2a_1/a_3 - 27a_0 - 2a_2^3/a_2^2}{54a_3}$$

$$S = \sqrt[3]{R + \sqrt{Q^3 + R^2}}$$

$$T = \sqrt[3]{R - \sqrt{Q^3 + R^2}}$$

wenn $Q^3 + R^2 \geq 0$

$$x_3 = S + T - \frac{a_2}{3a_3}$$

wenn $Q^3 + R^2 < 0$

$$x_3 = 2\sqrt{-Q} \cos \left[\frac{1}{3} \cos^{-1} \left(R / \sqrt{-Q^3} \right) \right] - \frac{a_2}{3a_3}$$

Nach der Berechnung von x_3 lässt sich die kubische Gleichung nach dem Horner-Schema (synthetische Division) auf eine quadratische Gleichung zurückführen.

Quadratische Gleichung: $a_2^2 = 1.00$

$$a_1/a_2 = x_3 + a_2/a_3$$

$$a_0/a_2 = x_3 (x_3 + a_2/a_3) + a_1/a_3$$

$$x_1 = \begin{cases} -\frac{a_1}{2a_2} - \sqrt{\left(\frac{a_1}{2a_2}\right)^2 - \left(\frac{a_0}{a_2}\right)} & \text{wenn } -\frac{a_1}{2a_2} < 0 \\ -\frac{a_1}{2a_2} + \sqrt{\left(\frac{a_1}{2a_2}\right)^2 - \left(\frac{a_0}{a_2}\right)} & \text{wenn } -\frac{a_1}{2a_2} \geq 0 \end{cases}$$

$$x_2 = \frac{a_0}{a_2 x_1}$$

Lineare Gleichung

$$x = -\frac{a_0}{a_1}$$

Anmerkung: Die Register R₀, R₅–R₉ und R_{S0}–R_{S9} werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur Verfügung.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Programm starten.		f a	0.00
3	Koeffizienten eingeben:			
	Konstante	a ₀	B	1.00
	a ₁	a ₁	C	2.00
	a ₂	a ₂	D	3.00
	a ₃	a ₃	E	4.00
4	Gehen Sie nach Zeile 7, wenn Sie das Polynom für verschiedene x-Werte berechnen wollen.			
5	Berechnen Sie die Lösungen (Komplexe Lösungen werden im Anschluß an -1.00 in der Reihenfolge Imaginärteil, Realteil ausgedruckt).			Ausdruck
6	Gehen Sie nach Zeile 8.	x	f b	f(x)
7	Geben Sie x ein und berechnen Sie f(x).		A	
8	Für die Berechnung eines anderen Polynoms von gleichem oder höherem Grad, gehen Sie nach Schritt 3 und ändern Sie die Koeffizienten ab – andernfalls ist mit Schritt 2 zu beginnen.			

Beispiel 1:

Ein Ball wird aus einer Anfangshöhe von 2 Meter mit einer Geschwindigkeit von 20 m/sec senkrecht nach oben geworfen. Wann wird er – ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes – auf den Boden auftreffen? Für die Erdbeschleunigung soll der Wert 9,81 m/sec² verwendet werden.

Nach den Gesetzen der Mechanik gilt:

$$f(t) = x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 \\ = 2 + 20t + (-9.81/2)t^2 = 0$$

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck
0.00
4.18 *** (sec)
-0.10 *** (sec)

Das Ergebnis lautet 4,18 Sekunden. Die zweite Lösung (-0.10) ist zwar mathematisch korrekt, im physikalischen Zusammenhang dagegen unbedeutend.

Beispiel 2:

Die Bindungsenergie von Ammoniak (NH_3) ist in Abhängigkeit von der in Kelvin gemessenen Temperatur durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\Delta H_T^\circ = -9140 - 7.596 T + 4.243 \times 10^{-3} T^2 - 0.742 \times 10^{-6} T^3 \text{ (kal)}$$

Bestimmen Sie diesen Wert für Temperaturen von 400 K, 600 K und 800 K.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck
0.00
2.00
4.00
-11547.01 (kal)
-12330.39 (kal)
-12881.18 (kal)

Beispiel 3:

Lösen Sie folgende Gleichung: $x^3 - 4x^2 + 8x - 8 = 0$

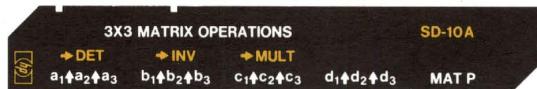
Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck
2.00 *** (reelle Lösung)
-1.00 (Hinweis)
1.73 *** (Imaginärteil)
1.00 *** (Realteil)

Die reelle Lösung lautet 2,00, die beiden komplexen Lösungen
 $(1,00 + 1,73i)$ und $1,00 - 1,73i$.

(Die Zahl -1.00 erscheint auf dem Ausdruck als Hinweis dafür, daß die beiden folgenden Werte Imaginär- und Realteil einer komplexen Lösung sind.)

Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)



Mit diesem Programm können Sie die Determinante und die Inverse einer 3×3 -Matrix berechnen. Das Programm erlaubt außerdem die Multiplikation einer 3×3 -Matrix mit einer Spaltenmatrix. Wenn Sie diese Multiplikation in Verbindung mit dem Programmteil für die Invertierung einer Matrix verwenden, können Sie ein Gleichungssystem mit drei Unbekannten lösen.

Verwendete Formeln:

$$\text{Matrix A} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrix D} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix}$$

Determinante der Matrix A

$$\text{Det} = a_1 b_2 c_3 + b_1 c_2 a_3 + c_1 b_3 a_2 \\ - c_1 b_2 a_3 - c_2 b_3 a_1 - c_3 a_2 b_1$$

Inverse der Matrix A

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{bmatrix}$$

$$\alpha_1 = (b_2 c_3 - b_3 c_2) / \text{Det}$$

$$\alpha_2 = (a_3 c_2 - a_2 c_3) / \text{Det}$$

$$\alpha_3 = (a_2 b_3 - a_3 b_2) / \text{Det}$$

$$\beta_1 = (b_3 c_1 - b_1 c_3) / \text{Det}$$

$$\beta_2 = (a_1 c_3 - a_3 c_1) / \text{Det}$$

$$\beta_3 = (a_3 b_1 - a_1 b_3) / \text{Det}$$

$$\gamma_1 = (b_1 c_2 - b_2 c_1) / \text{Det}$$

$$\gamma_2 = (a_2 c_1 - a_1 c_2) / \text{Det}$$

$$\gamma_3 = (a_1 b_2 - a_2 b_1) / \text{Det}$$

Multiplikation

$$\begin{aligned} A \cdot D &= \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} a_1 d_1 + b_1 d_2 + c_1 d_3 \\ a_2 d_1 + b_2 d_2 + c_2 d_3 \\ a_3 d_1 + b_3 d_2 + c_3 d_3 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Anmerkungen:

Während der Matrix-Inversion wird A durch A^{-1} überschrieben. Falls Sie die Matrix A für weitere Rechnungen benötigen, sollten Sie die Daten vor Ausführung der Inversion auf einer Magnetkarte speichern. Das Programm kann auch für Operationen mit 2×2 -Matrizen verwendet werden (siehe Beispiel 2). Dabei ist die 2×2 -Matrix wie folgt einzugeben:

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & 0 \\ a_2 & b_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{entsprechende Spaltenmatrix} = D = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Wenn die Determinante einer Matrix Null ist, kann die Inverse nicht berechnet werden.

Die Register RS0 – RS9 werden vom Programm nicht belegt.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	3×3-Matrix – Elemente eingeben:			
	1. Spalte	a ₁	↑	a ₁
		a ₂	↑	a ₂
		a ₃	A	a ₃
	2. Spalte	b ₁	↑	b ₁
		b ₂	↑	b ₂
		b ₃	B	b ₃
	3. Spalte	c ₁	↑	c ₁
		c ₂	↑	c ₂
		c ₃	C	c ₃
3	Zur Lösung eines Gleichungssystems oder zur Multiplikation mit einer Spaltenmatrix, geben Sie die Spaltenmatrix ein.			
		d ₁	↑	d ₁
		d ₂	↑	d ₂
		d ₃	D	d ₃
4	Gehen Sie zur Berechnung der Determinante nach Schritt 5, für die Lösung eines Gleichungssystems oder die Berechnung der Inversen nach Schritt 8 oder für die Matrizenmultiplikation nach Schritt 10.			
5	Berechnen Sie die Determinante.	f	a	A
6	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2 und ändern Sie eine oder alle Spalten in Zeile 3 ab.			
7	Wenn Sie die Daten der 3×3-Matrix erhalten wollen, speichern Sie sie auf einer Magnetkarte.			
8	Berechnen Sie die Inverse.	f	b	0.00
9	Gehen Sie zur Berechnung eines Gleichungs- systems nach Zeile 10. Eine neue Rechnung ist mit Schritt 2 zu beginnen. Die Matrix A ist im Speicher von A ⁻¹ überschrieben worden.			

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
10	Führen Sie die Multiplikation mit der Spaltenmatrix aus. (Die dabei berechnete Spaltenmatrix wird in der Reihenfolge x, y, z ausgedruckt.)			
			f c	x, y, z
11	Für die Multiplikation mit einer anderen Spaltenmatrix, führen Sie Schritt 3 aus und drücken Sie dann f c Für eine neue Rechnung gehen Sie nach Schritt 2.			

Anmerkung:

Sie können die Matrizen jederzeit durch Drücken der Taste **E** ausdrucken. Das Auflisten der Matrixelemente geschieht in folgender Reihenfolge: $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, d_1, d_2, d_3$.

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Determinante und Inverse der folgenden 3×3 -Matrix und multiplizieren Sie sie anschließend mit der Spaltenmatrix.

$$\begin{bmatrix} 23 & 15 & 17 \\ 8 & 11 & -6 \\ 4 & 15 & 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Drücken Sie

23 ↑ 8 ↑ 4 A →

Anzeige/Ausdruck

4.00

15 ↑ 11 ↑ 15 B →

15.00

17 ↑ 6 CHS ↑ 12 C →

12.00

1 ↑ 1 ↑ 1 D →

1.00

f a → 4598.00 (Determinante)

f b → 0.00 (Inverse wurde berechnet)

E → 0.05 *** (α_1)-0.03 *** (α_2)0.02 *** (α_3)0.02 *** (β_1)0.05 *** (β_2)-0.06 *** (β_3)-0.06 *** (γ_1)0.06 *** (γ_2)0.03 *** (γ_3)1.00 *** (d_1)1.00 *** (d_2)1.00 *** (d_3)

f c → 4.349717270 -03 *** (Ergebnisse)

0.08 *** der Multi-

-0.02 *** plikation)

Beispiel 2:

Berechnen Sie die Determinante und Inverse der nachstehenden 2×2 -Matrix; multiplizieren Sie anschließend mit der Spaltenmatrix

$$\begin{bmatrix} 14 & -8 \\ -8 & 12 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 20 \\ 5 \end{bmatrix}$$

Zuerst werden die Matrizen in dreidimensionaler Form angeordnet (siehe Anmerkung).

$$\begin{bmatrix} 14 & -8 & 0 \\ -8 & 12 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 20 \\ 5 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Drücken Sie

14 ↑ 8 CHS ↑ 0 A → 0.00

8 CHS ↑ 12 ↑ 0 B → 0.00

0 ↑ 0 ↑ 1 C → 1.00

20 ↑ 5 ↑ 0 D → 0.00

f [a] → 104.00 (Determinante)

f [b] → 0.00 (Inverse wurde berechnet)

E → 0.12 *** (α_1)0.08 *** (α_2)0.00 *** (α_3)0.08 *** (β_1)0.13 *** (β_2)0.00 *** (β_3)0.00 *** (γ_1)0.00 *** (γ_2)1.00 *** (γ_3)20.00 *** (d_1)5.00 *** (d_2)0.00 *** (d_3)

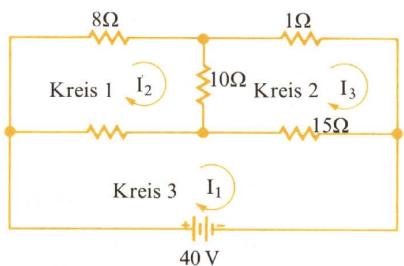
f [c] → 2.69 *** (Ergebnisse der

2.21 *** Multiplikation)

0.00 ***

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

$$\text{Kreis 1: } 4 I_1 - 4 I_2 + 15 I_3 - 15 I_3 = 0$$

$$\text{Kreis 2: } 4 I_2 - 4 I_1 + 8 I_2 + 10 I_2 - 10 I_3 = 0$$

$$\text{Kreis 3: } 10 I_3 - 10 I_2 + 1 I_3 + 15 I_3 - 15 I_1 = 0$$

oder zusammengefaßt:

$$19 I_1 - 4 I_2 - 15 I_3 = 40$$

$$-4 I_1 + 22 I_2 - 10 I_3 = 0$$

$$-15 I_1 - 10 I_2 + 26 I_3 = 0$$

Das Gleichungssystem läßt sich wie folgt in Matrixform schreiben:

$$\begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

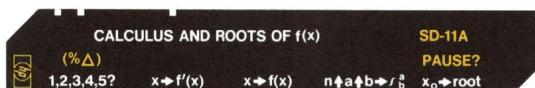
und

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

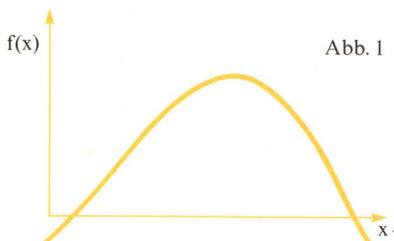
Drücken Sie

	Anzeige/Ausdruck
19 ↑ 4 CHS ↑ 15 CHS A →	-15.00
4 CHS ↑ 22 ↑ 10 CHS B →	-10.00
15 CHS ↑ 10 CHS ↑ 26 C →	26.00
40 ↑ 0 ↑ 0 D →	0.00
f [b] →	0.00 (Inverse wurde berechnet)
f [c] →	7.86 *** (I ₁) 4.23 *** (I ₂) 6.16 *** (I ₃)

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für f(x)



Dieses Programm umfaßt vier Routinen zur numerischen Analyse von Funktionen, die vom Benutzer eingegeben werden. Abbildung 1 zeigt den Graph einer bekannten Funktion von x , d.h. einer Funktion mit der Gleichung $y = f(x)$.



Wenn sich die Gleichung für $f(x)$ mit weniger als 112 Programmschritten (einschließlich LBL und RTN) in den Programmspeicher eingegeben läßt, kann dieses Programm anschließend $f(x)$ für beliebige Werte von x berechnen, den Wert der Ableitung $f'(x)$ in einem beliebigen Kurvenpunkt ermitteln, die Funktion innerhalb gegebener Intervallgrenzen integrieren sowie die reellen Nullstellen berechnen. Sie können bis zu fünf verschiedene Funktionen $f(x)$ gleichzeitig im Programmspeicher stehen haben, die dann mit den entsprechenden Marken LBL 1 bis LBL 5 zu kennzeichnen sind. Die zu berechnende Funktion wird durch Eingabe einer der Zahlen 1 bis 5 und anschließendes Drücken der Taste **A** ausgewählt.

Für das eigentliche Programm braucht nur die 1. Seite der Magnetkarte eingelesen zu werden. Auf der 2. Seite der Programmkkarte sind drei Funktionen aufgezeichnet, die in den folgenden Beispielen dazu verwendet werden, die verschiedenen Möglichkeiten des Programms aufzuzeigen. Häufig benutzte Funktionen können Sie auf leeren Magnetkarten speichern. Diese aufgezeichneten Funktionen können Sie wie folgt mit dem Programm **Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für f(x)** zusammenfügen:

1. Lesen Sie die Seite 1 der Programmkkarte ein.
2. Drücken Sie **GTO** **1 1 2**.
3. Drücken Sie **MERGE**.
4. Lesen Sie die Magnetkarte mit den gespeicherten Funktionen ein.

Sobald eine Funktion eingegeben und zur Berechnung ausgewählt ist, wird nach Eingabe eines Wertes für x und Drücken der Taste **C** der Wert für $f(x)$ berechnet (siehe Abbildung 2).

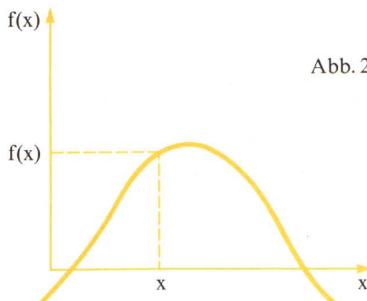


Abb. 2

In gleicher Weise kann auch die Steigung von $f(x)$ in einem beliebigen Kurvenpunkt x durch Eintasten von x und Drücken der Taste **B** berechnet werden (siehe Abbildung 3). Die Ableitung $f'(x)$ wird über die folgende Näherungslösung für den Differentialquotienten berechnet:

$$f'(x) = \frac{f(x + \Delta x/2) - f(x - \Delta x/2)}{\Delta x}$$

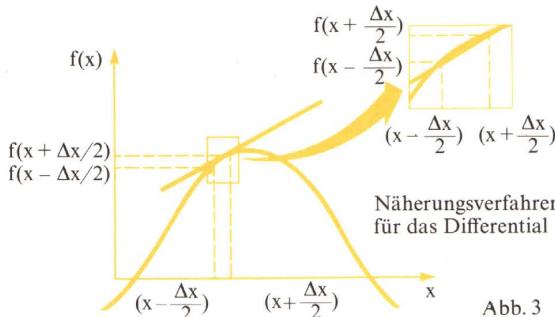


Abb. 3

Der Wert Δx für den Differenzenquotient wird vom Programm mit 0,01% von x ($10^{-4} x$) angenommen, wenn er nicht vom Benutzer vorgegeben wird. Es gilt dabei

$$\Delta x = \frac{\% \Delta}{100} \cdot x$$

Für den speziellen Fall $x=0$ wird Δx mit $\% \Delta$ gleichgesetzt. Der angenommene Wert von 0,01% dürfte in der Regel ausreichende Genauigkeit mit sich bringen. Die Rechengenauigkeit kann bei Bedarf durch die Vorgabe eines kleineren Wertes für $\% \Delta$ erhöht werden. Dabei müssen Sie aber darauf achten, daß der Rechner noch zwischen den beiden Ausdrücken $f(x - \frac{\Delta x}{2})$ und $f(x + \frac{\Delta x}{2})$ unterscheiden können muß.

Die Programmtaste **D** wird zur Berechnung des Integrals der ausgewählten Funktion innerhalb gegebener Intervallgrenzen verwendet. Das Ergebnis ist gleich der Fläche, die die Funktion innerhalb der Grenzen mit der x-Achse einschließt.

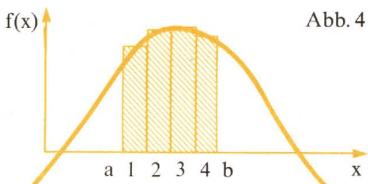


Abb. 4

Sie müssen die beiden Intervallgrenzen a und b sowie die Anzahl der Rechtecke angeben, in die das Programm die Fläche unter der Funktion zerlegt (siehe Abbildung 4). Das Programm berechnet die einzelnen Rechteckflächen und addiert sie. Je feiner Sie die Unterteilung wählen, d.h., je mehr Rechtecke addiert werden, desto genauer wird die Summe dieser Flächen dem tatsächlichen Wert für das bestimmte Integral entsprechen. Die Zerlegung in mehr Rechtecke führt natürlich auch zu längeren Rechenzeiten. Wenn Sie erst einmal mit einigen Funktionen Erfahrungen gesammelt haben, wird es Ihnen nicht schwerfallen, einen vernünftigen Kompromiß zwischen Genauigkeitsforderung und Rechenzeit zu treffen.

Häufig stellt sich einem die Aufgabe, eine Gleichung zu lösen, die sich in expliziter Form nicht darstellen lässt. Eine solche Funktion ist beispielsweise

$$f(x) = 1nx + 3x - 10,8074 = 0,$$

die im Beispiel 4 gelöst wird.

Das Programm verwendet zur Nullstellenbestimmung ein Näherungsverfahren nach der «regula falsi». Der Benutzer hat einen Schätzwert für die Nullstelle als Ausgangspunkt für die Iteration vorzugeben. Das iterative Lösungsverfahren bestimmt dann laufend genauere Näherungsergebnisse nach folgender Rekursionsformel:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{(x_i - x_{i-1})}{f(x_i) - f(x_{i-1})}$$

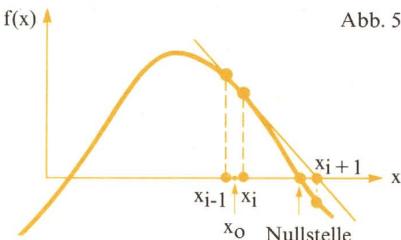


Abb. 5

Die Anzeige wird während der Nullstellenberechnung automatisch vom Programm auf Festkommaformat geschaltet. Das iterative Lösungsverfahren bricht dann ab, wenn die zuletzt berechnete Näherung auf so viele Stellen hinter dem Dezimalpunkt genau ist, wie es dem gewählten Anzeigeformat entspricht.

Da das Iterationsverfahren mit dem Schätzwert für x_0 beginnt, sollte dieser Wert mit Vorsicht gewählt werden. Ein ungünstiger Schätzwert kann lange Rechenzeiten oder den Abbruch des Programms mit einer Fehleranzeige (Speicherregister-Überlauf, Division durch Null) bewirken. Wenn dieser Fall eintritt, müssen Sie die Rechnung mit einem neuen Schätzwert für x_0 wiederholen. Mit etwas Erfahrung werden Sie derartige Fehler aber fast immer vermeiden können; es ist allerdings grundsätzlich von Vorteil, wenn Sie eine Vorstellung vom prinzipiellen Verlauf des Graphen der Funktion haben.

Eine Besonderheit der Iterationsroutine dieses Programms ist der PAUSE-Befehl; das Programm hält nach jedem Schleifendurchlauf kurzzeitig an und lässt Sie am angezeigten Näherungswert für die Nullstelle erkennen, ob das Verfahren konvergiert. Sie können diesen «PAUSE-Modus» mit der Tastenfolge **f** **e** abwechselnd ein- und ausschalten.

Anmerkungen:

Der x -Wert wird vom Programm in Register R_0 gespeichert. Beim Starten des Unterprogramms für die Berechnung von $f(x)$ steht dieser Wert auch im X-Register.

Die Register $R_1 - R_8$ und $R_{S0} - R_{S9}$ werden vom Programm selbst nicht belegt und können daher z.B. für die Programmierung von $f(x)$ verwendet werden.

Für die vom Benutzer eingetasteten Funktionen ist eine Unterprogrammebene zulässig.

Die Näherungsmethode nach der «regula falsi» bietet keine Gewähr dafür, daß die Iteration gegen eine Nullstelle konvergiert.

Die Routine zur Nullstellenbestimmung liefert zu einem vorgegebenen Schätzwert für x_0 im Falle der Konvergenz eine Nullstelle. Falls weitere reelle Nullstellen existieren, können Sie durch Ändern des Schätzwertes für x_0 unter Umständen erreichen, daß das Verfahren jetzt gegen eine andere Nullstelle konvergiert.

Wenn $f(x)$ berechnet werden soll, muß die Funktion $f(x)$ auf dem

Intervall $(x + \frac{\Delta x}{2}, x - \frac{\Delta x}{2})$ stetig sein.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 der Programmkkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Unterprogramm speichern (entweder eintasten oder von Programmspeicherzeile 112 an von einer anderen Karte übernehmen und «anhängen»).		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Gewünschte Funktionsmarke eingeben. (aus Schritt 2) speichern.	i(1-5)	A <input type="text"/>	i
4	Eventuelle Konstanten für die Routinen Gehen Sie für die Differentiation nach Schritt 6, für die Berechnung des Funktionswertes nach Schritt 9, für die Integration nach Schritt 11 oder zur Berech- nung der Nullstelle nach Schritt 15.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Auf Wunsch: Geben Sie die geänderte Genauigkeitsschranke ein.	%Δ	f <input type="text"/> a	%Δ
7	Tasten Sie x ein und berechnen Sie $f'(x)$.	x	B <input type="text"/>	$f'_i(x)$
8	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach Schritt 8. Für eine neue Rechnung, gehen Sie nach Schritt 2, 3, 4, 5 oder 6.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Tasten Sie x ein und berechnen Sie den Funktionswert.	x	C <input type="text"/>	$f_i(x)$
10	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach Schritt 9. Für eine neue Rechnung, gehen Sie nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Geben Sie die Zahl der Teilintervalle ein.	n	↑ <input type="text"/>	n
12	Geben Sie die untere Integrationsgrenze ein.	a^*	↑ <input type="text"/>	a
13	Geben Sie die obere Integrationsgrenze ein und berechnen Sie das bestimmte Integral.	b	D <input type="text"/>	$\int_b^a f_i(x) dx$
14	Gehen Sie zur Änderung der Werte a, b oder n nach Schritt 11. Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
15	Auf Wunsch: Geben Sie %Δ ein.	%Δ	f <input type="text"/> a	%Δ
16	Auf Wunsch: Wählen Sie den PAUSE- Modus.		f <input type="text"/> e	1.00/0.00

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
17	Geben Sie einen Schätzwert ein und berechnen Sie die Nullstelle.	Schätzwert	E	x
18	Gehen Sie für einen geänderten Schätzwert nach Schritt 17. Für eine neue Rechnung, gehen Sie nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.			

Beispiel 1:

Die numerische Integration bildet die einzige Lösungsmöglichkeit für das vollständige elliptische Integral erster Ordnung:

$$u = \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2 \theta}}$$

Berechnen Sie u innerhalb der Integrationsgrenzen 0,0 und $\pi/2$. Verwenden Sie für K den Wert 0,5; dieser Wert ist in R₁ zu speichern, von wo ihn das Programm bei Bedarf abruft. Zerlegen Sie das Intervall zuerst in 3 und dann in 10 Teilintervalle. Die Programmschrittfolge für u ist auf der zweiten Seite der Magnetkarte unter Marke 3 abgespeichert. Wenn Sie zuvor das Beispiel 2 oder 3 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkkarte ein.

GTO **112** **f** **MERGE**

Lesen Sie jetzt Seite 2 ein.

Marke 3 aufrufen:

3 **A** → 3.00
0.50 **STO** 1 → 0.50

Integration über drei Teilintervalle:

DSP **9** **3** **↑** **0** **↑** **f** **T** **2** **÷** **D** → 1.685750251

Integration über zehn Teilintervalle:

10 **↑** **0** **↑** **f** **T** **2** **÷** **D** → 1.685750355

Beispiel 2:

Im Zusammenhang mit Zahnradberechnungen wird häufig der Wert x zu einem bekannten Wert der Evolute benötigt:

$$\text{INV}(x) = \tan x - x$$

oder umgestellt

$$f(x) = \tan x - x - \text{INV}(x) = 0$$

Wie groß ist x, wenn gilt $\text{INV}(x) = 0,0049819$?

Diese Gleichung läßt sich nicht in expliziter Form als Funktion von x darstellen. Zur Berechnung muß daher ein iteratives Lösungsverfahren

verwendet werden. Geben Sie als Anfangs-Schätzwert 0.21 rad ein. Die Funktion $f(x)$ finden Sie auf der zweiten Seite der Programmcarte unter Marke 2. Schalten Sie den PAUSE-Modus ein und beobachten Sie, wie die Routine gegen die Lösung konvergiert. Wenn Sie zuvor bereits das Beispiel 1 oder 3 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen. Speichern Sie den Wert der Evolute (0.0049819) in R_2 , von wo ihn das Programm bei Bedarf abruft.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmcarte ein.

GTO **112** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 2 aufrufen:

2 A → 2.00

PAUSE-Modus wählen:

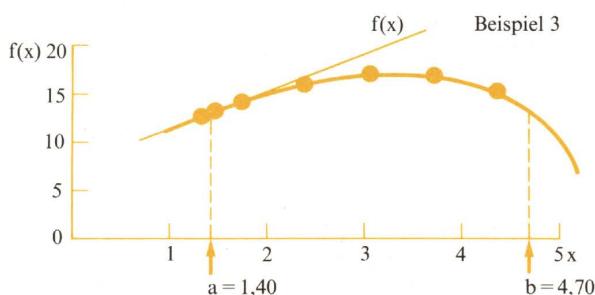
DSP **2 f e** → 1.00

.0049819 STO 2 .21 E → «0.25»
«0.24»
«0.24»
0.24 (rad)

Beispiel 3:

Häufig müssen Funktionen graphisch dargestellt werden. Dieses Programm kann für die Integration und – in manchen Fällen – auch für die Differentiation solcher Graphen verwendet werden. Für diesen Zweck ist die Marke 1 auf Seite 2 der Programmcarte bestimmt. Diese Routine zeigt x -Werte an, zu denen Sie den entsprechenden $f(x)$ -Wert, der aus dem Graphen zu entnehmen ist, eintasten und anschließend **R/S** drücken müssen.

Berechnen Sie das bestimmte Integral der nachfolgend dargestellten Funktion innerhalb der Grenzen a und b ; verwenden Sie dabei 5 Teilintervalle. Ermitteln Sie dann die erste Ableitung im Punkt a , wobei für $\% \Delta$ der Wert 10% einzugeben ist. Nach Berechnung dieses Problems stellen Sie $\% \Delta$ dann wieder auf 0,01% um.



Wenn Sie gerade erst Beispiel 1 oder 2 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmcarte ein.

GTO 112 **f** [MERGE]

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 1 aufrufen:

1 **A** → 1.00

Geben Sie die Integrationsgrenzen ein und rufen Sie den ersten x-Wert ab:

5 **↑** 1.40 **↑** 4.70 **D** → 1.73 (x)

Entnehmen Sie dem Graphen den Funktionswert für $x = 1.73$, tasten Sie diesen Wert ein (14.2) und drücken Sie anschließend **R/S**. Dann zeigt das Programm den nächsten x-Wert an.

14.2 **R/S** → 2.39

$f(2.39) = 16$

16 **R/S** → 3.05

$f(3.05) = 17$

17 **R/S** → 3.71

$f(3.71) = 16.9$

16.9 **R/S** → 4.37

$f(4.37) = 15.3$

15.3 **R/S** → 52.40 (Ergebnis)

Ableitung im Punkt $x = a$:

10 1.40 **B** → $1.33 \quad (x - \frac{\Delta x}{2})$

$f(1.33) = 12.7$

12.7 **R/S** → $1.47 \quad (x + \frac{\Delta x}{2})$

$f(1.47) = 13.3$

13.3 **R/S** → 4.29 (Steigung)

% Δ wieder auf 0.01% einstellen.

.01 **f** **a** → 0.01

Beispiel 4:

Lösen Sie die Gleichung $\ln x + 3x - 10.8074 = 0$ und bestimmen Sie die Steigung an der Nullstelle.

Da diese Funktion nicht auf Seite 2 der Programmcarte aufgezeichnet ist, müssen Sie sie, mit Schritt 112 beginnend, in den Programmspeicher des Rechners eintasten. Speichern Sie den Koeffizient 3 in R₁ und 10.8074 in R₂.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM → 112 24

LBL 1 → 113 21 01

LN x → 114 32 (lnx)

RCL 1	→	115 36 01
RCL 0	→	116 36 00
x	→	117 -35
+	→	118 -55 (lnx + 3x)
RCL 2	→	119 36 02
-	→	120 -45 (lnx + 3x - 10.8074)
RTN	→	121 16 23

Schalter in Stellung RUN.

Marke 1 aufrufen

1 A	→	1.00
3 STO 1	→	3.00
10.8074 STO 2	→	10.81

5.0 als Näherung eingeben:

5 **E** → 3.21 (Nullstelle)

Ableitung:

B → 3.31 f'(3.21)

Notizen

Umwandlungen zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten



Mit diesem Programm können Sie Umwandlungen zwischen den gebräuchlichsten angelsächsischen und SI-Einheiten (metrisch) durchführen. Auf der ersten Seite der Programmkkarte sind die Umrechnungsroutinen für folgende physikalischen Größen gespeichert: Länge, Volumen, Kraft und Masse. Die zweite Seite dient der Umwandlung von Temperatur, Energie, Druck, Dichte und Leistung. Beachten Sie, daß immer nur eine Seite der Programmkkarte in den Rechner eingelesen und dort gespeichert werden kann.

Umrechnungsfaktoren:

Seite 1 der Programmkkarte:

1 Zoll (inch, in) = 25,4* Millimeter (mm)

1 Fuß (foot, ft) = 0,3048* Meter (m)

1 U.S.Gallone (gal) = 3,785411784* Liter (l)

1 pound force (lbf) = 4,448221615* Newton (N)

1 pound mass (lbfm) = 0,45359237* Kilogramm (kg)

Seite 2:

Zwischen Grad Fahrenheit ($^{\circ}$ F) und Grad Celsius ($^{\circ}$ C)

besteht folgender Zusammenhang: $^{\circ}$ C = ($^{\circ}$ F - 32)/1,8

1 B.T.U. (British thermal unit, Btu) = 1055,04 Joule (J)

1 pound/Quadratzoll (lbf/in², psi) = 6894,7572 Newton/Quadratmeter (N/m²)

1 pound/Kubikfuß (lbf/ft³) = 16,018463 Kilogramm/Kubikmeter (kg/m³)

1 horsepower (550 ft-lbf/sec) = 745,69987 Watt (W)

Anmerkungen:

Es darf immer nur eine Seite der Programmkkarte eingelesen werden. Sämtliche Daten-Speichergeräte (R₀ - I) stehen dem Benutzer zur Verfügung. Während der Umrechnungen geht der Inhalt des T-Registers verloren. Mit Ausnahme der Temperaturumrechnung können alle Eingabewerte im Anschluß an die Umwandlung aus LAST X zurückgerufen werden.

* international festgelegter Umrechnungsfaktor.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Für Umrechnungen der Einheiten für Länge, Volumen, Kraft oder Masse ist Seite 1 der Programmkarre einzulesen.			
	Für Umrechnungen der Einheiten für Temperatur, Energie, Druck, Dichte und Leistung ist mit Schritt 4 fortzufahren.			
2	Umwandlung: Zoll in Millimeter	IN	A	mm
	oder Millimeter in Zoll	mm	f a	IN
	oder Fuß in Meter	ft	B	m
	oder Meter in Fuß	m	f b	ft
	oder Gallonen in Liter	gal	C	l
	oder Liter in Gallonen	l	f c	gal
	oder Pound in Newton	lbf	D	N
	oder Newton in Pound	N	f d	lbf
	oder Pound (Masse) in Kilogramm	lbm	E	kg
	oder Kilogramm in Pound (Masse)	kg	f e	lbm
3	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2.			
4	Lesen Sie Seite 2 der Karte ein.			
5	Umwandlung: ° Fahrenheit in ° Celsius	° F	A	° C
	oder ° Celsius in ° Fahrenheit	° C	f a	° F
	oder Btu in Joule	Btu	B	J
	oder Joule in Btu	J	f b	Btu
	oder psi in N/m²	psi	C	N/m²
	oder N/m² in psi	N/m²	f c	psi
	oder lb/ft³ in kg/m³	lb/ft³	D	kg/m³
	oder kg/m³ in lb/ft³	kg/m³	f d	lb/ft³
	oder horsepower in Watt	hp	E	W
	oder Watt in horsepower	W	f e	hp
6	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 5.			

Beispiel 1:

Rechnen Sie 3/8 Zoll in Millimeter um und runden Sie das Resultat auf einen ganzzahligen Wert.

Drücken Sie

Seite 1 der Programmkkarte einlesen.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
3 A 8 A	9.53 (mm)
DSP 0 f RND	10. (mm)
DSP 2	10.00 (mm)

Beispiel 2:Rechnen Sie 212°F in $^{\circ}\text{C}$ um und 0°C in $^{\circ}\text{F}$.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
Lesen Sie Seite 2 ein.	

212 A	100.00
0 f a	32.00

Beispiel 3:Wandeln Sie 75 Btu/hr-ft² in Joule/Std.-m² um.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
Lesen Sie Seite 1 ein.	
75 f b f b	807.29 (Btu/hr-m ²)
(Seite 2)	
B	851726.70 (J/hr-m ²)

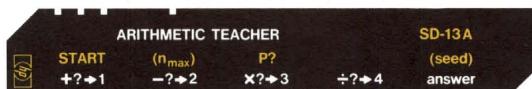
Beispiel 4:

Wandeln Sie 6 Pounds/gal in Kilogramm/Liter (kg/l) um.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
Lesen Sie Seite 1 ein.	
6 E f c	0.72 (kg/l)

Notizen

Arithmetik-Lernprogramm



Mit diesem Programm können Sie Ihren Kindern im Vorschul- oder Grundschulalter einen Anreiz zum Üben der vier Grundrechnungsarten bieten, oder aber selbst Ihre Fähigkeiten im Kopfrechnen trainieren. Das Programm erzeugt einfache Aufgaben und zeigt sie in folgender Form an: x.y.

Die Variablen x und y stehen für die beiden Zahlen, die durch eine der Grundrechnungsarten miteinander verknüpft werden. Der Schüler rechnet das Ergebnis (je nach Lektion $x+y$, $x-y$, $x \times y$ oder $x \div y$) im Kopf aus, tastet die Lösung ein und drückt dann die Taste **E**. Wenn das Ergebnis richtig war, stellt der Rechner eine neue Aufgabe. War die eingetastete Lösung dagegen falsch, stellt der Rechner noch einmal die gleiche Aufgabe, so lange, bis das eingegebene Ergebnis korrekt ist. Eine Lektion setzt sich aus 20 Aufgaben zusammen. Im Anschluß daran gibt der Rechner folgende Daten aus, durch die der Schüler seine Leistungen beurteilen kann: Anzahl der richtigen Antworten, Anzahl der insgesamt gestellten Aufgaben und Prozentsatz der richtigen Lösungen.

Das Programm gestattet in der Weise die Wahl des Schwierigkeitsgrades, daß die größte in den Aufgaben vorkommende Zahl n_{\max} vorgegeben werden kann. Wenn Sie beispielsweise 3 eingeben (mit **f** **D**), werden die Operanden für Addition und Multiplikation maximal 3, für Subtraktion 3+3 und für Division 3² sein. Wenn kein Wert vom Benutzer vorgegeben wird, setzt das Programm automatisch $n_{\max} = 9$.

Anmerkungen:

Die gewünschte Rechenart (+, -, ×, ÷) kann auch innerhalb einer Lektion jederzeit geändert werden. Dabei erscheinen folgende Codezahlen auf dem Ausdruck: 1 für Addition, 2 für Subtraktion, 3 für Multiplikation und 4 für Division.

Wenn eine maximale Zahlengröße vorgegeben wird, so wird auch dieser Wert als Beleg für den Schwierigkeitsgrad der Lektion ausgedruckt. Wenn der Schüler ein falsches Ergebnis eintastet und dies erkennt, bevor **E** gedrückt wurde, kann er den Fehler durch Drücken von **R↓** beheben; die Aufgabe erscheint dann wieder in der Anzeige.

Wenn versucht wird, den Rechner selbst zur Lösung der gestellten Aufgabe zu verwenden, reagiert der HP-97 darauf mit einer Fehlermeldung, die den Neustart des Programms erforderlich macht.

Wenn Sie eine umfassende Aufzeichnung der Lektion wünschen, können Sie mit **f** **C** den Drucker einschalten. Für jede falsche Antwort wird auf dem Ausdruck eine Leerzeile eingefügt.

Da das Programm für die Folge der nacheinander gestellten Aufgaben einen Pseudo-Zufallszahlengenerator verwendet, tritt immer die gleiche Zahlenfolge auf, solange Sie nicht n_{\max} ändern oder einen individuellen Startwert für den Zufallsgenerator vorgeben. Dieser Startwert kann eine beliebige Zahl zwischen 0 und 1 sein; er wird mit der Tastenfolge **f** **0** eingegeben.

Die Register $R_0 - R_6$ und $R_{\$0} - R_{\$9}$ werden vom Programm nicht belegt.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Programm starten.		f a	0.00
3	Auf Wunsch: Geben Sie einen «Startwert» für die Zahlenfolge ein (Zahl zwischen 0 und 1).	SEED	f e	0.00
4	Auf Wunsch: Wählen Sie die maximale Zahlengröße ($n_{max}=9$, falls nicht anders angegeben).	n_{max}	f b	0.00
5	Auf Wunsch: Schalten Sie den Drucker ein.		f c	1.00/0.00
6	Wählen Sie die Rechenart: Addition		A	Aufgabe
	Subtraktion		B	Aufgabe
	Multiplikation		C	Aufgabe
	Division		D	Aufgabe
7	Ergebnis eintasten.	Antwort	E	Aufgabe
8	Wiederholen Sie Schritt 7 20mal. Nach 20. Aufgabe druckt der Rechner: Zahl der richtigen Antworten, Anzahl der gestellten Aufgaben und Prozentsatz der richtigen Lösungen.			
9	Gehen Sie für eine neue Lektion nach Zeile 7. Sie können auch die Rechenart ändern (Schritt 6), den Drucker einschalten (Schritt 5) oder n_{max} angeben bzw. ändern (Schritt 4).			
	* Nach Wahl der Rechenart wird folgende Code-Zahl ausgedruckt: 1 für Addition, 2 für Subtraktion, 3 für Multiplikation und 4 für Division.			

Beispiel 1:

Ein Kind soll die Multiplikation mit den Zahlen 1 bis 8 üben. Schalten Sie den Druck-Modus ein, damit Sie einen Beleg der Lektion erhalten.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
8 f a	0.00
Größte Zahl soll 8 sein.	
8 f b	8.0 ***
Drucker einschalten.	
8 f c	1.0
Grundrechenart wählen.	
8 c	6.8 ***
48 E	1.4 ***
4 E	7.3 ***
21 E	8.8 ***
64 E	7.7 ***
49 E	7.4 ***
28 E	7.6 ***
40 E	}
45 E	Fehler
42 E	4.2 ***
8 E	8.6 ***
48 E	8.8 ***
64 E	8.7 ***
56 E	8.6 ***
48 E	5.8 ***
40 E	6.7 ***
40 E	Fehler
42 E	5.8 ***
40 E	8.4 ***
32 E	4.6 ***
24 E	7.4 ***
28 E	4.4 ***
16 E	4.7 ***
28 E	18.0 *** (richtig) 20.0 (insgesamt) 90.0 *** (% richtig)

Der Rechner zeigt bereits die erste Aufgabe der nächsten Lektion an.

Beispiel 2:

Jetzt soll die Division mit den Zahlen 1 bis 10 geübt werden.
(Lassen Sie den Druck-Modus eingeschaltet.)

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
10 f b	10.0 ***
D	4.0 ***
	30.06 ***
5 E	70.07 ***
10 E	30.06 ***

5 E	→	28.04	***
7 E	→	32.08	***
4 E	→	6.06	***
1 E	→	80.10	***
8 E	→	40.04	***
10 E	→	16.04	***
4 E	→	80.08	***
10 E	→	70.10	***
7 E	→	80.08	***
10 E	→	42.07	***
6 E	→	81.09	***
9 E	→	7.07	***
1 E	→	10.05	***
2 E	→	60.06	***
6 E		Fehler	
10 E	→	56.08	***
7 E	→	56.07	***
8 E	→	70.10	***
7 E	→	19.00	*** (richtig)
		20.00	(insgesamt)
		95.00	*** (% richtig)

Notizen

Mondlandung



Versetzen Sie sich einmal für einen Augenblick in die schwierige Lage eines Astronauten, der sein Raumfahrzeug durch geschickten Einsatz der Bremstriebwerke und bei äußerst knapp bemessinem Treibstoffvorrat weich auf der Mondoberfläche landen soll. Sie stürzen mit einer ständig größer werdenden Fallgeschwindigkeit auf den felsigen Untergrund zu. Um den Abstieg verlangsamen zu können, haben Sie Ihr Fahrzeug gewendet, so daß der Raketenantrieb jetzt dem Mond zugewandt ist. Durch Angabe der Menge des zu verbrennenden Treibstoffs können Sie verschieden starke Bremsschub-Stöße auslösen, die die Bewegungsenergie Schritt für Schritt abbauen. Die so erreichte und immer kleiner werdende Annäherungsgeschwindigkeit muß aber in einem bestimmten Verhältnis zu der Höhe über der Mondoberfläche stehen – wenn Sie nämlich zu früh zu stark abbremsen, geht Ihnen unter Umständen vor dem Aufsetzen der Treibstoff aus und Sie erleben noch einige «letzte Sekunden» im freien Fall. Sie müssen folglich versuchen, den Bremsschub so zu verteilen, daß die Sinkgeschwindigkeit gerade bei Erreichen der Mondoberfläche völlig abgebaut ist.

Zu Beginn dieses Spiels durchfallen Sie gerade 500 Fuß Höhe mit 50 Fuß/sec Fallgeschwindigkeit. Die Werte für Geschwindigkeit und Höhe werden zu der Anzeige -50.500 kombiniert. Rechts vom Dezimalpunkt wird die Höhe angezeigt und links davon die Geschwindigkeit. Das negative Vorzeichen zeigt an, daß die Geschwindigkeit *auf den Mond zu* gerichtet ist. In der Anzeige erscheint dann die noch verfügbare Treibstoffmenge für den weiteren Abstieg. Jetzt beginnt ein Count-Down für die nächste Bremsschub-Zündung. Es werden nacheinander die Zahlen «3», «2», «1», «0» angezeigt. Genau bei Null können Sie jetzt eine Treibstoffmenge eintasten. Konzentrieren Sie sich, denn Sie haben nur diese eine Sekunde Zeit dafür! Wenn Sie, was durchaus sinnvoll sein kann, die Treibstoffmenge Null wählen (bzw. gar keine Zahl eintasten), werden die Raketen in dieser Phase des Abstiegs nicht gezündet. Falls Sie dagegen das «Zünd-Fenster» verfehlten und dann außerhalb dieser Zeitspanne einen Bremsschub-Stoß einzutasten versuchen, schaltet das Triebwerk völlig ab und Sie müssen durch Drücken der Taste **B** einen neuen Count-Down einleiten. Dieses Wiederanlassen der Raketenmotoren kostet Sie 5 Treibstoffeinheiten ohne jegliche Schubentwicklung.

Die Vorgabe des Brennstoffverbrauchs wiederholt sich so lange, bis Sie entweder...

- 1) ... weich auf der Mondoberfläche aufgesetzt haben (Blinkende Nullen in der Anzeige)

oder

- 2) ... auf der Mondoberfläche aufschlagen (pardon!). Der Rechner läßt dann die Aufprallgeschwindigkeit in der Anzeige aufblinken.

Für die gesamten Bremsstöße stehen Ihnen anfänglich 60 Treibstoffeinheiten zur Verfügung.

Achten Sie darauf, nicht mehr als Treibstoffmenge einzutasten, als Ihnen zum Schluß noch verbleibt – andernfalls zündet das Triebwerk überhaupt nicht; die zuletzt angezeigte Geschwindigkeit ist dann die Aufschlaggeschwindigkeit, die in der Regel unangenehm hoch liegt.

Verwendete Formeln:

Wir wollen hier nicht zu wissenschaftlich werden und Ihnen womöglich den Spaß am Spiel verderben. Seien Sie aber sicher, daß das Spiel auf soliden Grundlagen der Newton'schen Mechanik aufbaut:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad v = v_0 + a t \quad v^2 = v_0^2 + 2 a x$$

wobei x, v, a und t die Abkürzungen für Wegstrecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit sind.

Anmerkungen:

Für die einzelnen Bremsschub-Stöße dürfen nur ganzzahlige Brennstoffmengen verwendet werden.

Mit **R/S** können Sie das Spiel zu jedem Zeitpunkt abbrechen.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmcarte einlesen.			
2	Übernehmen Sie die Kontrolle für die Landung.			A «V. Höhe»
				«Treibstoffm.»
				«3»
				«2»
				«1»
3	Wählen Sie eine Treibstoffmenge*	BURN		«V. Höhe»
				«Treibstoffm.»
				«3»
				«2»
				«1»
4	Gehen Sie nach Schritt 3 bis Sie entweder weich landen (blinkende Nullen in der Anzeige) oder aufschlagen (Aufschlaggeschwindigkeit blinkt in der Anzeige).			
5	Wenn Sie die letzte Landung überlebt haben, können Sie das Abstiegsmanöver noch einmal wiederholen. Gehen Sie dazu nach Zeile 2.			
	* Wenn Sie den Count-down verpassen und das Triebwerk abschaltet, können Sie mit B einen neuen Count-down einleiten.			

Notizen

Diagnostik-Programm



Dieses Prüfsprogramm wird dazu verwendet, die ordnungsgemäße Arbeitsweise zahlreicher Rechner-Operationen zu testen und gegebenenfalls auftretende Fehler einzukreisen. Sie brauchen lediglich die Magnetkarte durch den Kartenleser laufen zu lassen und anschließend die Taste **A** zu drücken. Der Rechner sollte kurz darauf die Ausführung des Programms vorübergehend unterbrechen und die folgende Zahl anzeigen:

-7.77777770-77

Wenn der Rechner nicht anhält oder eine andere als die angegebene Zahl anzeigt, kann das auf einen Fehler in einem der folgenden Bereiche hinweisen:

Kartenleser, Programmspeicher, Programmsteuerung, Zahleneingabe, Stackregister, **X_y**-Operation, **R_d**-Operation, Pause-Befehl oder Anzeige.

Nach etwa einer Sekunde Pause sollte der Rechner mit der Ausführung des Diagnostik-Programms fortfahren und dann erst nach etwa 50 Sekunden wieder anhalten und die folgenden drei Zeilen ausdrucken:

1. 07
10.000 06
1.0000 07

Dieser Ausdruck bestätigt, daß der Drucker samt Ansteuerung sowie die Routinen für die Anzeigeformatierung ordnungsgemäß funktionieren. Wenn der Rechner anhält, bevor diese Werte ausgedruckt werden, erscheint in der Anzeige eine Code-Zahl, zu der die nachstehende Tabelle einen oder mehrere mögliche Fehler angibt. Hält der Rechner z.B. mit der Anzeige 27 an, wurde der Fehler offensichtlich von der Tangens- oder Arkustangensfunktion verursacht.

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

Fehlerverursachende Funktionen, Befehle oder Register	Code
STO (0), RCL (0), R ₀ , GTO 0, LBL 0, X=Y? , X≠Y?	0
ISZ I, R ₁	1
R ₂	2
R ₃	3
R ₄	4
R ₅	5

Fehlerverursachende Funktion, Befehle oder Register	Code
R6	6
R7	7
R8	8
R9	9
RS0	10
RS1	11
RS2	12
RS3	13
RS4	14
RS5	15
RS6	16
RS7	17
RS8	18
RS9	19
RA	20
RB	21
RC	22
RD	23
RE	24
RCL , I , RND , SIN , SIN⁻¹	25
COS , COS⁻¹	26
TAN , TAN⁻¹	27
→P , →R	28
↔H.MS , H.MS↔	29
LOG , 10^x	30
LN , e^x	31
x² , √x	32
ENTER↑ , y^x , 1/x	33
+ , -	34
× , ÷	35
INT , FRAC	36
D→R , R→D	37
%	38
X≤y?	39
X>y?	40
X=0?	41
X≠0?	42
X<0?	43
X>0?	44
Flag 0, gelöscht	45
Flag 1, gelöscht	46
Flag 2, gelöscht	47
Flag 3, gelöscht	48

Fehlerverursachende Funktion, Befehle oder Register	Code
Flag 0, gesetzt	49
Flag 1, gesetzt	50
Flag 2, gesetzt	51
Flag 3, gesetzt	52

Anmerkung:

Wenn das Programm ordnungsgemäß abläuft, kann mit großer Sicherheit angenommen werden, daß alle Bereiche des Rechners einwandfrei funktionieren. Das Diagnostik-Programm ist allerdings nicht so umfassend, daß jeder denkbare Fehler entdeckt werden kann.

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Programm einlesen.			
2	Diagnose starten.		A	-7.77777770 -77
3	Ergebnisse mit Code-Tabelle vergleichen.			

Notizen

Programm-Liste

1.	Vergleichsfunktionen	102
	Gleitender Durchschnitt	104
2.	DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradresierung	106
	Tabulator	108
3.	Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister	110
	Kurvenanpassung	112
4.	Mehrfaches Belegen von Speicherregistern	114
	Kalenderrechnungen	116
5.	Berechnungen verschiedener Variablen	118
	Renten- und Zinseszinsrechnungen	120
6.	Indirekte Programmverzweigung	122
	Folg mir	124
7.	Variable Eingabe	126
	Dreiecksberechnungen	128
8.	Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl	130
	Vektor-Operationen	132
9.	Flag setzen, löschen und abfragen – Flags, die durch Abfrage gelöscht werden	134
	Polynom-Berechnungen	136
10.	Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf	138
	Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)	140
11.	Iterationsschleifen	142
	Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$	144
12.	Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten	146
13.	Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen	149
	Arithmetik-Lernprogramm	150
14.	«Mondlandung»	152
15.	Diagnostik-Programm	154

Notizen

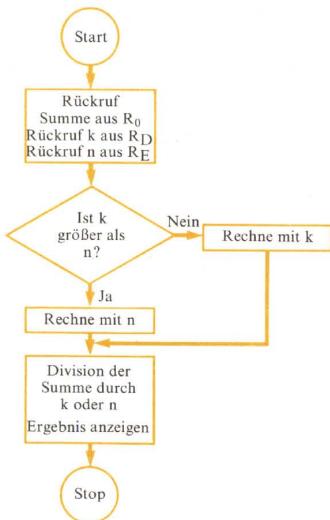
Vergleichsfunktionen

Das Unterprogramm D berechnet den gleitenden Durchschnitt nach Drücken der Taste **D** auf dem Tastenfeld.

Das Unterprogramm enthält folgende Befehle: **LBL D**, **RCL 0**, **RCL E**, **RCL D**, **X_Y**, **R+**, **÷**, **RTN**.

In der Regel wird der Durchschnittswert aus der Summe der Eingabewerte (gespeichert in R_0) und der vorgegebenen Anzahl (n) der zu wertenden Eingaben (gespeichert in R_D) berechnet. Sind jedoch weniger als n Werte eingegeben, so muß der Durchschnitt aus der Anzahl der tatsächlich eingegebenen Werte (k) berechnet werden. Der Wert von k wurde in R_E gespeichert.

Das Flußdiagramm für das Unterprogramm D sieht folgendermaßen aus:



Zu Beginn des Unterprogramms werden die Summe der Eingabewerte aus R_0 , k aus R_D und n aus R_E in die Stack-Register zurückgerufen:

t: unbekannter Wert

z: Summe

y: k

x: n

Der Vergleichsbefehl ***x≤y?*** (ist x kleiner oder gleich y?) bewirkt, daß der nachfolgende Programmschritt nicht ausgeführt wird, wenn die Bedingung *nicht* erfüllt ist. Ist die Vergleichsbedingung jedoch richtig, fährt das Programm mit dem nächsten Schritt fort. Ist z.B. $k = y = 15$ und $n = x = 6$, so ist die Bedingung erfüllt und der nächste Schritt, ***x,y***, wird ausgeführt. Wäre k kleiner als 6, beispielsweise 4, dann würde der Befehl ***x,y*** übersprungen. Der Inhalt der Stack-Register sieht dann folgendermaßen aus:

Vor dem Vergleich:

t: unbekannter Wert	t: unbekannter Wert
z: Summe	z: Summe
y: 15	y: 4
x: 6	x: 6

Nach dem Vergleich und dem nächsten Schritt

t: unbekannter Wert	t: unbekannter Wert
z: Summe	z: Summe
y: 6 } vertauscht	y: 4 } nicht vertauscht
x: 15 }	x: 6 }

Im nächsten Schritt wird der Stack nach unten verschoben und der nicht gewünschte Wert aus dem X-Register entfernt:

t: 15 (unerwünschter Wert)	t: (unerwünschter Wert)
z: unbekannter Wert	z: unbekannter Wert
y: Summe	y: Summe
x: 6	x: 4

Im letzten Schritt wird die Summe durch den Wert des X-Registers dividiert und damit die Rechnung abgeschlossen.

Gleitender Durchschnitt

001 *LBL0	Löschen der Speicherregister	057 F.	Falls Drucker ausgeschaltet, Pause zur Anzeige von n
002 CLR6		058 FTN	
003 PZS		059 *LBL6	
004 CLR6		060 X2	
005 1	Sprung nach A, falls n < 1 oder n > 22	061 FB	
006 X2Y		062 GT0A	
007 STO1		063 FSE	
008 CLX		064 *LBL6	
009 - 2		065 RCL0	
010 2		066 PCLD	
011 X2Y		067 =	Berechnung des Durchschnitts
012 X2Y		068 ENT	
013 GT01		069 FB	
014 ST00		070 PRTX	
015 1	Speichere n in RD und (n + n/100) in RI	071 RTN	Druck und Einstellen der Anzeige
016 :		072 *LBL6	Abspeichern der Daten
017 +		073 WDTA	
018 STO1		074 RTN	
019 INT		075 *LBL6	Einschalten des Druckers
020 RTN		076 FB	
021 *LBL1		077 GT00	
022 R↓	Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe	078 1	
023 *LBL4		079 SF0	
024 PSE		080 RTN	
025 GT04		081 *LBL6	
026 *LBLA	k um 1 erhöht	082 0	
027 FB	Ausdruck: Leerzeile, k und Eingabewert,	083 CF0	
028 SPC	k und Eingabewert, falls Flag 0 gesetzt	084 RTN	
029 RCL0		085 *LBL0	
030 1		086 SPC	Ausdrucken der Werte in zeitlicher Reihenfolge
031 +		087 0	
032 FB		088 *LBL3	
033 PRTX		089 RCL0	
034 X2Y		090 X2Y	
035 FB		091 RTN	
036 PRTX	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere	092 1	
037 RCL1		093 %	
038 ST-0		094 +	
039 X2Y		095 RCLI	
040 STO1	Eingabewert	096 X2Y	
041 ST-0		097 FRC	
042 R↓	Speichere k	098 STO1	
043 X2Y		099 ISZ1	
044 STOE		100 RCL1	
045 RCL0	Falls n ≤ k: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	101 PRTX	
046 X2Y		102 R↑	
047 GSBE		103 1	
048 DSZ1	Falls 1 ≠ 0: Sprung nach 5 zur Anzeige	104 +	
049 GT05		105 GT03	
050 RCL1		106 *LBLD	Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms
051 1	Rücksetzen des Index für neue Schleife	107 RCL0	
052 0		108 RCL0	
053 1		109 RCL0	
054 X	Anzeige des Durchschnitts oder n	110 X2Y	
055 STO1		111 X2Y	
056 *LBL5		112 R↓	

REGISTER

0	1 belegt	2 belegt	3 belegt	4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt	8 belegt	9 belegt
50	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt	S5 belegt	S6 belegt	S7 belegt	S8 belegt	S9 belegt
A	B belegt	C belegt	D n	E k	F	G	H	I Kontrolle	J

113	$\frac{1}{2}$	-24				
114	RTN	24				
115	R/S	51				
<hr/>						
<hr/>						
LABELS					FLAGS	SET STATUS
^a x→"k,"Avg	^b W DATA	^c →VAL	^d →AVG	^e	^f Druck	^g FLAGS ^h TRIG ⁱ DISP
^a n	^b P?	^c	^d	^e	^f 1	^g ON OFF ^h DEG <input checked="" type="checkbox"/> ⁱ FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^j belegt	^k Fehler	^l	^m Druck	ⁿ Fehler	^o 2	^g 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ^h GRAD <input type="checkbox"/> ⁱ SCI <input type="checkbox"/>
⁵ Anzeige	⁶	⁷	⁸	⁹	⁰ 3	^g 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ^h RAD <input type="checkbox"/> ⁱ ENG <input type="checkbox"/> ^g 3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ^h n <u>2</u> ⁱ

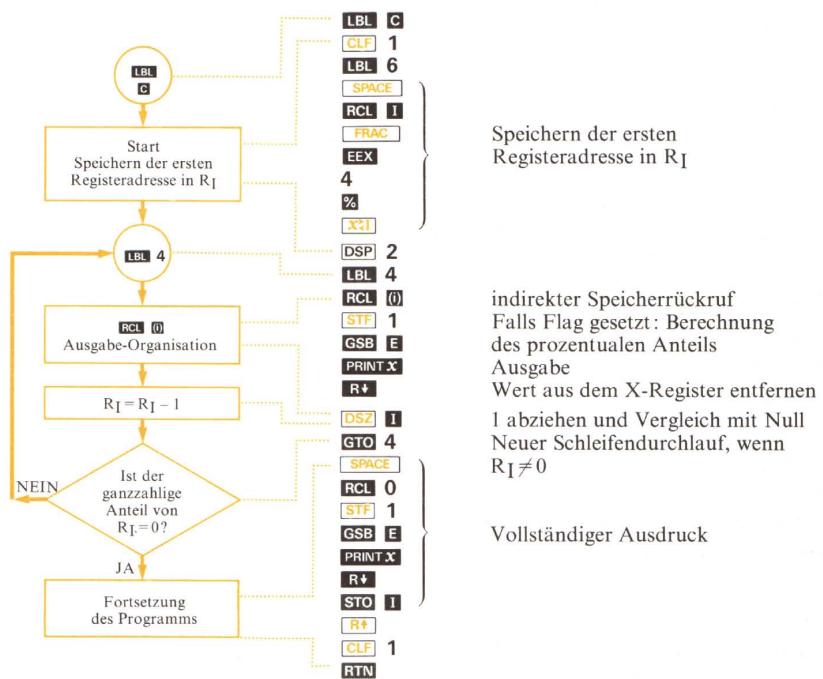
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

Eine der herausragenden Fähigkeiten Ihres Rechners ist die Möglichkeit des indirekten Speicheraufrufs. Sie können dadurch den Inhalt eines Speicherregisters zurückrufen, das durch die Zahl im I-Register bezeichnet ist. Angenommen, der Inhalt des I-Registers sei 3,0; bei der Ausführung des Befehls **RCL 0** wird nun der Inhalt des Speichers R₃ in das X-Register zurückgerufen. Wird der Inhalt von I verändert, so ändert sich damit auch die Wirkung des Befehls **RCL 0**. Dieser Zusammenhang macht es möglich, mit einem einzigen **RCL 0**-Befehl alle 16 Speicherregister zurückzurufen.

Der **DSZ 1**-Befehl dient dazu, den Vorteil des **RCL 0**-Befehls und weiterer indirekter Adressierungsbefehle voll auszuschöpfen. Mit einem **DSZ 1**-Befehl wird der Inhalt des I-Registers um 1,00 verringert. Anschließend wird der Inhalt von I mit Null verglichen. Ist der ganzzahlige Anteil von i gleich Null, so wird der nächste Programmschritt übersprungen; andernfalls wird er ausgeführt. Durch diesen automatischen Vergleich eignet sich der **DSZ 1**-Befehl hervorragend zur Programmierung von Schleifen.

Die Programmschritte 102 bis 130 des Tabulator-Programms zeigen die typische Verwendung der Befehle **DSZ 1** und **RCL 0**. Hier sollen die Werte der Zeilensummen nacheinander aus den Speichern zurückgerufen und ausgegeben werden.

Nachstehend finden Sie das Flußdiagramm und die Programmliste mit entsprechenden Anmerkungen.



Tabulator

001 *LBL _a	Flag 2 und Speicher löschen	057 *LBL1	Stackregister löschen
002 CF ₂		058 0	
003 C R ₆		059 ENT _†	
004 F ₁₅		060 ENT ₁	
005 CLR _G		061 R _†	
006 INT		062 RTN	
007 1	Liegt der eingegebene Wert für die Anzahl der Zeilen nicht zwischen 1 und 24, wird er zurückgewiesen	063 *LBLB	GTO 1, falls sich die Spalte geändert hat
008 X ₁₅ Y ₂		064 F ₂ ?	
009 GT02		065 GT01	
010 CLX		066 ISZI	
011 2		067 -	
012 4		068 LSTX	
013 X ₂ Y		069 ST-0	
014 X ₂ Y?		070 ST-i	
015 GT08		071 F0?	
016 GT07		072 SPC	
017 *LBL0	Abspeichern der Registeranzahl + Registeranzahl/100 in RI	073 RTN	Leerzeile drucken, um Lösung anzugeben
018 1		074 *LBL1	Index auf vorherigen Wert der letzten Spalte zurücksetzen
019 %		075 R _†	
020 +		076 RCLI	
021 STOI	Löschen der Stackregister	077 FRC	Anzeige von den Summen abziehen
022 0		078 1	
023 ENT _†		079 +	
024 ENT _†		080 STOI	
025 ENT _†		081 R _†	
026 RTN		082 -	
027 *LBLA	Ist Flag 2 gesetzt, Löschen der Stackregister	083 LSTX	
028 F2?		084 ST-0	
029 GSB1		085 ST-i	
030 ST+i	Eingabewert zu GT und Zeile addieren	086 F0?	
031 ST+0		087 SPC	
032 X ₂ Y		088 RTN	
033 R _†	Eingabewert zur Spaltensumme addieren	089 *LBLb	Leerzeile drucken, um Lösung anzugeben
034 +		090 F0?	Drucker umschalten
035 LSTX	Eingabe ausdrucken?	091 GT00	
036 F0?		092 SF0	
037 PRTX		093 CLX	
038 DSZI	Stop, falls RI ≠ 0	094 SPC	
039 RTN		095 1	
040 F0?		096 RTN	
041 SPC	Für neue Summe setze Flag 2	097 *LBL0	
042 SF2		098 CF0	
043 RCLI	Index löschen für nächste Schleife	099 CLX	
044 EEX		100 0	
045 4		101 RTN	
046 %		102 *LBLC	
047 +		103 CF1	
048 STOI		104 *LBL6	%-Flag löschen
049 CLX	Ausdruck oder Anzeige der Spaltensumme und Stop	105 SPC	Index auf erste Zeile setzen
050 ENT _†		106 RCLI	
051 R _†		107 FRC	
052 F0?		108 EEX	
053 PRTX		109 4	
054 F0?		110 %	
055 SPC		111 X ₂ I	
056 RTN		112 DSP2	
REGISTER			
0 GT	¹ belegt	² belegt	³ belegt
50 belegt	⁵¹ belegt	⁵² belegt	⁵³ belegt
⁵⁴ belegt	⁵⁵ belegt	⁵⁶ belegt	⁵⁷ belegt
⁵⁸ belegt	⁵⁹ belegt		
^A belegt	^B belegt	^C belegt	^D belegt
			^E belegt
			^F Index

Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

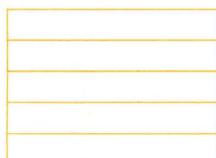
Der Datenspeicher Ihres Rechners besteht aus 26 Speicherregistern. Zu 16 dieser Register haben Sie jederzeit direkten Zugriff über die Speicher- und Rückrufbefehle. Die übrigen 10 Sekundärspeicherregister können nicht direkt adressiert werden. Der Speicherinhalt dieser Sekundärregister kann jedoch jederzeit mit dem Inhalt der Primärspeicherregister R₀ bis R₉ vertauscht werden. Hierfür wird die Taste **P+S** benutzt. Nach der Ausführung des Befehls **P+S** steht der Inhalt des Registers R_{S0} in Register R₀, während der Registerinhalt von R₀ nun in R_{S0} steht; Die Speicherinhalte von R_{S1} – R_{S9} vertauschen in gleicher Weise ihre Plätze mit den Speicherinhalten von R₁ – R₉. Die nachstehende Skizze soll den Vorgang bei der Ausführung des Befehls **P+S** noch einmal verdeutlichen.

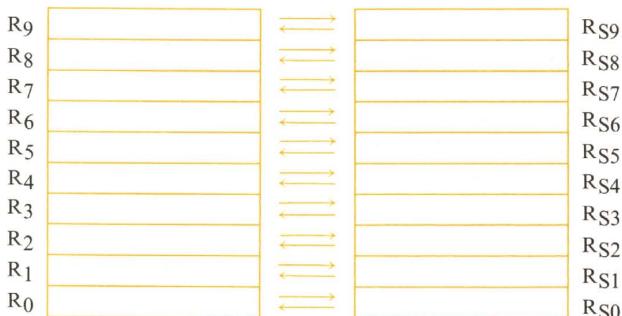
P+S

Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister

I 

R_E 
 R_D
 R_C
 R_B
 R_A



Das Programm zur *Kurvenanpassung* verwendet die Taste **Σ+** zur Berechnung der notwendigen Summen in den Registern R_{S4} bis R_{S9}:

Σx	→	R _{S4}
Σx^2	→	R _{S5}
Σy	→	R _{S6}
Σy^2	→	R _{S7}
Σxy	→	R _{S8}
Σn	→	R _{S9}

Vor Beginn der Summation müssen die Register R_{S4} bis R_{S9} gelöscht werden. Die Anweisung zum Löschen der Register bewirkt aber nur das Löschen der Primärspeicherregister, so daß die Primär- und Sekundärspeicherregister zunächst vertauscht werden müssen; dies geschieht mit dem Befehl **P_SS**. Die entsprechenden Programmschritte im Programm «Kurvenanpassung» sind:

P_SS Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

CL REG Löschen der Primärspeicherregister

P_SS Jetzt sind die Sekundärspeicherregister gelöscht und können für die Addition der Summen verwendet werden.

Beachten Sie, daß diese Tastenfolge die Inhalte der Register R₀ bis R₉ unverändert läßt, sie stehen also für weitere Rechnungen noch zur Verfügung. Damit können während der Benutzung des Programms «Kurvenanpassung» in diesen Registern für den Benutzer wichtige Werte abgespeichert werden.

Nachdem die Summen berechnet sind, müssen sie nun für die Berechnungen der Regressionskoeffizienten a, b und r² zur Verfügung stehen. Da die Summen jedoch in den Sekundärspeicherregistern stehen, können sie nicht unmittelbar durch die Speicher- und Rückrufbefehle erreicht werden. Wiederum ist die Tastenfunktion **P_SS** notwendig. Die Programmschritte 69 bis 113 (LBL C) führen die Berechnungen der Koeffizienten durch. Zu Beginn und am Schluß finden Sie den Befehl **P_SS**. Zunächst erlaubt er den direkten Zugriff zu den gespeicherten Summen und zum Schluß bringt **P_SS** die Daten wieder in die alte Anordnung zurück.

LBL C Vertauscht die Primär- und die Sekundärregister für den direkten Zugriff durch **STO** und **RCL**

P_SS Vertauscht die Primär- und Sekundärregister; die Daten stehen wieder in der alten Anordnung.

Kurvenanpassung

001 *LBLa		Flag für Druckermodus umschalten	057 X ² Y	Löschen des Drucker-Flags
002 6			058 PRTX	
003 F2^			059 X ²	
004 RTN			060 PRTX	
005 :			061 SF2	
006 SF2			062 RTN	
007 RTN			063 *LBLB	
008 *LBLB		Löschen der Register und Flags für lineare Regression	064 SF3	Setzen des Flags für Σ
009 CF0			065 F2^	ggf. Löschanzeige drücken
010 CF1			066 GSB3	Eingaben löschen
011 P _S S			067 GT08	Austausch Primär- und Sekundärregister
012 CLR6			068 *LBLC	
013 P _S S			069 P _S S	Berechnung von b
014 1			070 SPC	
015 RTN			071 RCL8	
016 *LBLC		LBL b aufrufen, Flag setzen für Exponentenfunktion	072 RCL4	
017 GSB4			073 RCL6	
018 SF1			074 ×	
019 RTN			075 ÷ RCL9	
020 *LBLd		LBL d aufrufen, Flag setzen für Logarithmusfunktion	076 ÷	
021 GSBd			077 -	
022 SF0			078 ENT†	
023 RTN			079 ENT†	
024 *LBLd		LBL d aufrufen, Flag setzen für Potenzfunktion	080 RCL4	
025 GSBd			081 X ²	
026 SF1			082 RCL9	
027 RTN			083 ÷	
028 *LBLH		Flag für Σ - löschen	084 RCL5	
029 CF3			085 X ² Y	
030 *LBL8			086 -	
031 F2^		Falls Flag 2, Drucken	087 ÷	
032 GSB9			088 ST0E	
033 ST0D			089 x	
034 F1?		Falls Flag 1, ln y	090 RCL6	Berechnung von r^2
035 LN			091 X ²	
036 X ² Y			092 RCL9	
037 ST0C		Falls Flag 0, ln x	093 ÷	
038 F0^			094 CHS	
039 LN			095 RCL7	
040 F3?		Falls Flag 3, Σ -	096 +	
041 GT08			097 ÷	
042 Σ+		Berechnung der Summen	098 PRTX	
043 *LBL7		Berechnung von i + 1	099 RCL6	
044 ENT†			100 RCL4	
045 1			101 RCLB	
046 +			102 ×	
047 RCLC		Eingaben im Stackregister umordnen für evtl. Löschen	103 -	
048 X ² Y			104 RCL9	
049 RCLD			105 ÷	
050 X ² Y			106 F1?	
051 RTN			107 e ^x	
052 *LBL8		Subtraktion von den Summen	108 ST0A	
053 Σ-			109 PRTX	
054 GT07			110 RCLB	
055 *LBL9		Ausdruck der Eingaben	111 PRTX	
056 SPC			112 P _S S	
REGISTER				
0	1	2	3	4
S0 0	S1 0	S2 0	S3 0	S4 Σx
A a	B b	C x _i	D y _i	E x, y
				0
S5 Σx^2	S6 Σy	S7 Σy^2	S8 Σxy	S9 n

113	RTN		169	\hat{x}		Exponenten berechnen-
114	*LBL1	Umordnen der Koeffizienten in den Stackregistern zur Berechnung von Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	170	F0?		Zur Potenz gehe nach 1
115	STOE	Falls Flag 1, Berechnung mit der Potenz oder Exponentialfunktion	171	GTO1		Berechnung mit der Exponentialfunktion
116	RCLA	Logarithmus?	172	LN		Ausdrucken?
117	RCLB	Berechnung mit linearer od. Logarithmusfunktion	173	:		Stop
118	RCLE	Ausdrucken?	174	F2^n		Berechnung mit der Potenzfunktion
119	F1?	Stop	175	GTO9		Ausdrucken?
120	GTO1	Falls Flag 0, Kurvenanpassung f. Potenzfunktion	176	RTN		Stop
121	F0?	Berechnung mit Exponentialfunktion	177	*LBL1		
122	LN	Ausdrucken?	178	X ^Y		
123	x	Stop	179	Y ^X		
124	+	Falls Flag 0, Kurvenanpassung f. Potenzfunktion	180	F2^n		
125	F2^n	Berechnung mit Exponentialfunktion	181	GTO9		
126	GTO9	Ausdrucken?	182	RTN		
127	RTN	Stop	183	R/S		
128	*LBL1	Hinweis «-l» Drucken				
129	F0?					
130	GTO2					
131	x					
132	e^x					
133	x					
134	F2^n					
135	GTO9					
136	RTN					
137	*LBL2					
138	X ^Y					
139	Y ^X					
140	x					
141	F2^n					
142	GTO9					
143	RTN					
144	*LBL3					
145	SPC					
146	1					
147	CHS					
148	PRTX					
149	SF2					
150	R ⁴					
151	RTN					
152	*LBLD	Umordnen der Koeffizienten in den Stackregistern zur Berechnung von Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	160	GTO1		
153	STOE	Potenz- oder Exponentialfunktion?	161	-		
154	RCLB	Berechnung mit linearer od. Logarithmusfunktion	162	x		
155	1/x	Logarithmisch	163	F0?		
156	RCLA	Ausdrucken?	164	e^x		
157	RCLE	Stop	165	F2^n		
158	X ^Y		166	GTO9		
159	F1?		167	RTN		
160	GTO1		168	*LBL1		
161	-					
162	x					
163	F0?					
164	e^x					
165	F2^n					
166	GTO9					
167	RTN					
168	*LBL1					
LABELS						SET STATUS
^a x _i ↑ y _i (+)	^b x _i ↑ y _i (-)	^c →r ² , a, b	^d y → x	^e x → y	^f Log	FLAGS
^a P?	^b LIN?	^c EXP?	^d LOG?	^e Potenz?	^f Exp	FLAGS
^a Σ-	^b belegt	^c Potenz	^d drucken	^e drucken	^f drucken	TRIG
^a b	^b Anzeige	^c Σ-	^d drucken	^e Σ-	^f Σ-	DISP

Mehrfaches Belegen von Speicherregistern

In dem Programm «*Kalenderberechnungen*» wird das Datum im Format mm.ddyyyy eingegeben. Auf diese Weise werden drei verschiedene Informationen (Tag, Monat und Jahr) in nur ein Register geschrieben. Damit können die Daten auch gleichzeitig auf einfache Weise angezeigt werden. In anderen Programmen können solche Methoden benutzt werden, um mehr als 26 Werte in den 26 Datenspeicherregistern zu speichern.

Bei solchen Mehrfachbelegungen von Speichern werden zwei verschiedene Umwandlungen benötigt. Die erste, um die Datenkombination in die einzelnen Bestandteile zu zerlegen, und die zweite, um die Einzeldaten zu einer Gesamtgröße zusammenzufügen.

In dem Programm «*Kalenderberechnungen*» werden in den Zeilen 83 bis 97 die Daten in die Einzelwerte zerlegt:

Programmschritte	Inhalt des X-Registers
ENTER↑	mm.ddyyyy zusammengesetzte Form
INT	mm.000000
STO 7	mm.000000 (Monate)
-	.ddyyyy
EEX	
2	100.000000
x	dd.yyyy00
ENTER↑	dd.yyyy00
INT	dd.000000
STO 8	dd.000000 (Tage)
-	.yyyy00
EEX	
4	10000.000000
x	yyyy.000000
STO 9	yyyy.000000 (Jahre)

In den Zeilen 54 bis 78 des Programms werden die drei Daten wieder zu einer Zahl zusammengesetzt, um angezeigt werden zu können; es werden jedoch noch andere Funktionen ausgeführt, so daß das angewandte Verfahren nicht sofort zu erkennen ist. Deshalb ist nachfolgend ein Programmbeispiel aufgeführt, das benutzt werden kann, um ein Datum in der Form mm.ddyyyy anzuzeigen: Die Monate sind im Register R7, die Tage in R8 und das Jahr in R9 gespeichert.

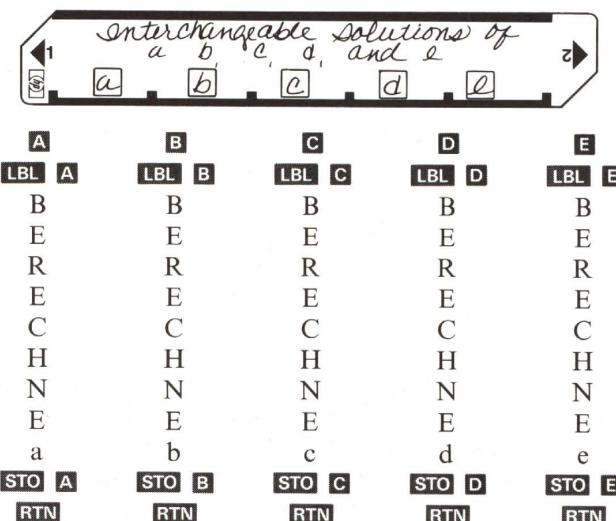
Programmschritte	Inhalt des X-Registers
RCL 7	mm.00000
RCL 8	dd.00000
EEX	
2	100.00000
÷	0.dd000
+	mm.dd000
RCL 9	yyyy.00000
EEX	
6	1000000.00000
÷	0.00yyyy
+	mm.ddyyyy

Kalenderrechnungen

Berechnungen verschiedener Variablen

In Programmen wie «*Renten- und Zinseszinsrechnungen*» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders geeignet. Im Programm «*Renten und Zinseszinsrechnungen*» wird von den Anweisungen **STO A** bis **STO E** Gebrauch gemacht. Die andere Methode, die in dem Programm «*Kalenderrechnungen*» benutzt wird, bedient sich der Vorteile der Tastenfeld-Abfrage mit Flag 3.

Berechnungen mit verschiedenen Variablen erfordern eine besondere Speicher- und Rechenmethode. Es ist außerdem wünschenswert, die Ein- und Ausgabe mit den Angaben auf der Magnetkarte sinnvoll zu verbinden. Durch die Befehle **STO A** bis **STO E** werden fünf Werte in den Registern **A** bis **E** gespeichert, in die auch die berechneten Werte aus den Programmen die mit **A** bis **E** aufgerufen werden können, eingespeichert werden. Das folgende Diagramm zeigt diese Beziehung:



Zum Abspeichern von **a** müssen die Tasten **STO A** gedrückt werden; um dagegen **a** zu berechnen, wird lediglich die Taste **A** gedrückt. Jeder berechnete Wert wird automatisch in das entsprechende Register

abgespeichert und das Programm hält an. Dadurch ist es nicht notwendig, den Wert für eine nachfolgende Rechnung erneut einzugeben. Mit Hilfe des Tastenfeld-Abfrage-Flags können auf ähnliche Weise bis zu 9 von 10 Variablen eingegeben werden, um die verbleibende aus den Werten für die anderen zu berechnen. Es erlaubt außerdem eine großzügigere Auswahl der zu belegenden Speicherregister und die Umrechnung der Eingabedaten vor dem Abspeichern. Das Verfahren ist jedoch etwas komplizierter, benötigt mehr Programmschritte und mag dem weniger erfahrenen Benutzer etwas rätselhaft erscheinen. Das nachstehende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der Magnetkarte und der Tastenfeldabfrage.

Interchangeable Solutions of					
	A	B	C	D	E
LBL f [a]	LBL A STO 0	LBL B STO 1	LBL C STO 2	LBL D STO 3	LBL E STO 4
F 3?	F 3?	F 3?	F 3?	F 3?	F 3?
RTN	RTN	RTN	RTN	RTN	RTN
B	B	B	B	B	B
E	E	E	E	E	E
R	R	R	R	R	R
E	E	E	E	E	E
C	C	C	C	C	C
H	H	H	H	H	H
N	N	N	N	N	N
E	E	E	E	E	E
f	a	b	c	d	e
STO 0	STO 1	STO 2	STO 3	STO 4	STO 5
RTN	RTN	RTN	RTN	RTN	RTN

Um den Wert a einzugeben, wird er eingetastet und dann **A** gedrückt. Um a zu berechnen, wird nur **A** gedrückt. Daß jedesmal die Taste **A** gedrückt werden kann, liegt daran, daß Flag 3 gesetzt wird, wenn die Tasten zur Zahleneingabe gedrückt werden. Ist Flag 3 gesetzt, wird der Eingabewert abgespeichert und das Programm endet mit dem ersten **RTN**. Wenn Flag 3 nicht gesetzt ist (d.h. keine Zahleneingabe), überspringt der Rechner das erste **RTN** und fährt mit dem Teil des Programms fort, in dem die Variable berechnet wird.

Renten- und Zinseszinsrechnung

001	*LBLA								
002	0	Speichern einer Null für n		057	ST05	absp. von i + 1 in R5			
003	STOA	Unterprogrammberechnung		058	ST07	i + 1 in R7 abspeichern			
004	GSB0			059	RCLA	(i + 1) ⁿ berechnen			
005	RCLC			060	CHS	und in R8 abspeichern			
006	LSTX			061	Y*				
007	-	n berechnen und in R _A abspeichern		062	ST08				
008	RCLD			063	RCLE	FV(i + 1) ⁿ			
009	LSTX			064	x	[1 - (i + 1) ⁻ⁿ]			
010	-			065	1	berechnen und in R4 abspeichern			
011	÷			066	RCL8				
012	LN			067	-	Berechnung von ±(PMT/i)			
013	RCL7			068	ST04	(- gilt, falls Modus vorschüssige Annuitäten)			
014	LN			069	RCLC	abspeichern in R5			
015	÷			070	RCL9				
016	STOA			071	÷	Berechnung von +PMT			
017	RTN			072	F1?	[1 - (1 + i) ⁻ⁿ]			
018	*LBLC	I für PMT abspeichern		073	CHS				
019	1			074	ST03				
020	STOC			075	RCL5				
021	GSB0	Unterprogrammberechnung		076	x				
022	1/X			077	x				
023	RCLD	PMT berechnen und in R _C abspeichern		078	RTN				
024	R↑			079	*LBLA	Beginn mit Löschen der Register für PMT, PV, FV (BAL) und des Flags für vorschüssige Annuitäten			
025	-			080	CLX				
026	x			081	STOC				
027	STOC			082	STOD				
028	RTN			083	STOE				
029	*LBLD	I für PV abspeichern		084	CF0				
030	1			085	RTN				
031	STOD			086	*LBLB	Flag für vorschüssige Annuitäten umschalten			
032	GSB0	Unterprogrammberechnung		087	F0?				
033	+	PV berechnen und in RD abspeichern		088	GT01				
034	STOD			089	1				
035	RTN			090	SFB				
036	*LBLE	Unterprogrammberechnung		091	RTN				
037	GSB0			092	*LBLJ				
038	RCLD			093	0				
039	X?Y	FV oder BAL berechnen und in R _E abspeichern		094	CF0				
040	-			095	RTN				
041	RCL8			096	*LBLB				
042	÷			097	0	R _B für Summe der Zinsperioden löschen			
043	STOE			098	STOB				
044	RTN			099	2	Adresse von R _B in 1 abspeichern für indirekte Adressierung			
045	*LBL0	FV-Flag löschen		100	1				
046	CF1			101	STO1	FV, n und PMT in Stack zurückrufen			
047	RCLD	Falls PV = 0, Setzen des FV-Flags		102	RCLE	Ist PMT = 0, Sprung zur Berechn. von n, i, PV, FV			
048	x=0?			103	RCLA	Schätzwert von nPMT + BAL			
049	SF1			104	RCLC	Ist PV = 0, Sprung zum Schätzwert für FV			
050	1	Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten		105	X=0?	Schätzwert von PV für i			
051	ST05			106	GT08				
052	RCLB	(r5 = 1)		107	x				
053	%	i als Dezimalzahl in R ₉ abspeichern		108	+				
054	ST09			109	RCLD				
055	+	i + 1 berechnen		110	X=0?				
056	F0?	Falls AD-Flag gesetzt,		111	GT03				
				112	-				
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	± PMT/i	[1 - (1 + i) ⁻ⁿ]	1 or 1 + i	n(1 + i) ⁻ⁿ⁻¹	(1 + i)	(1 + i) ⁻ⁿ	i/100		
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A n	B i	C PMT	D PV	E FV (BAL)				21	

		LABELS		FLAGS	SET STATUS			
^a n	^b i	PMT	PV	FV(BAL)	AD	FLAGS	TRIG	DISP
^a Start	^b AD	Druck	^d 0	^e 0	^f PV = 0	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^a berechnen	^b AD	^c ?	FV Schätzv	Schätzwert	^f 2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> OFF	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^a i→%	^b Schleife	^c ?	FV, PV-i	^e 0	^f 3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> OFF	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> OFF	-	n ^g 2

Indirekte Programmverzweigung

Die Anweisung **GTO** wird benutzt, um während des Programmablaufs von einer Stelle im Programm zu einer beliebigen anderen zu springen, die mit einer Marke gekennzeichnet ist. Die Sprungadresse kann auf zweierlei Weise angegeben werden:

1. Als direkte Verzweigung, z.B. **GTO 1**, **GTO A**, **GTO f** **c** usw.
2. Als indirekte Verzweigung **GTO ()**; hier wird die Marke durch den Inhalt des I-Registers bestimmt.

Im Programm «*Folg mir*» wird der Inhalt des I-Registers dazu benutzt, die auszuführende Rechenoperation zu bestimmen. Die Codes für die einzelnen Operationen sind:

Code	Operation
1	+
2	-
3	×
4	÷
5	%
6	Halt für Ein-/Ausgabe
7	Konstante

Diese Codes werden in den Registern R_D bis R_1 abgespeichert, wenn mit dem Programm zum ersten Mal eine Aufgabe gerechnet wird. (In der Folge ruft der Rechner die Code-Zahlen von dort ab und führt den zugehörigen Rechenschritt aus.)

Die Anweisung **GTO ()** in Zeile 83 bestimmt die als nächstes auszuführende Operation. Die Befehle **RCL ()** und **X₁** vor **GTO ()** speichern den Code für die Operation im I-Register. Die Programmausführung geht entsprechend dem Inhalt des I-Registers mit **GTO ()** an eine der sieben Marken über. Ist beispielsweise eine 3 in I gespeichert, wird die Programmkontrolle an die Marke 3 abgegeben und die Multiplikation in Zeile 108 ausgeführt.

Notizen

Folg mir

<pre> 113 RCLE 114 ÷ 115 GTDE 116 #LBL5 117 X²I 118 CLX 119 RCLE 120 % 121 GTDE 122 #LBL6 123 X²I 124 CLX 125 RCLE 126 RTN 127 #LBL7 128 X²I 129 CLX 130 RCLE 131 DSZI 16 132 RCLi 133 GTDE 134 R/S </pre>					Prozentrechnung ausführen			
					Für Ein-/Ausgabe anhalten			
					Konstante zurückrufen			

LABELS					FLAGS		SET STATUS	
^A Start	^B Var	^C Const	^D End	^E Follow	^F	FLAGS	TRIG	DISP
^G +	^H -	^I x	^J ÷	^K %	^L 1	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^M belegt	^N +	^O -	^P x	^Q ÷	^R 2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^S %	^T var	^U const	^V	^W Fehler	^X 3	1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n ₂

Variable Eingabe

In vielen Fällen ist es zweckmäßig, einer Programmtaste mehr als eine Eingabe-Variable zuzuordnen. Im Programm *Dreiecksberechnungen* werden die Längen aller drei Seiten mit einem einzigen Druck auf die Taste **A** eingegeben. Vor dem Drücken dieser Programmtaste sind die Daten (S_1 , S_2 und S_3) in den Arbeitsregister-Stapel einzutasten. Dies geschieht mit der Tastenfolge:

$S_1 \blacktriangle S_2 \blacktriangle S_3$

Die Daten stehen jetzt wie folgt im Stack:

T: unbekannter Wert

Z: S_1

Y: S_2

X: S_3

Im angezeigten X-Register steht der Wert S_3 .

Für den korrekten Programmablauf muß jetzt S_1 nach R₉, S_2 nach R_B und S_3 nach R_D gespeichert werden. Da S_3 im X-Register steht, kann es mittels **STO D** auf einfache Weise nach R_D gespeichert werden. Jetzt muß der Wert S_2 in das X-Register verschoben werden, damit auch er über den entsprechenden **STO**-Befehl in das gewünschte Register kopiert werden kann. Dazu wird der **R✓ STO**-Befehl in Speicherzeile 003 verwendet. Dabei wird der Inhalt von Y nach X, der von Z nach Y und der Inhalt von T nach Z geschoben. Der Inhalt von X wird dafür in das T-Register umgespeichert. Nach Ausführung der Tastenfolge **R✓ STO B**, die den Wert S_2 nach R_B speichert, stehen die Daten wie folgt im Stack:

T: S_2

Z: unbekannter Wert

Y: S_1

X: S_2

S_3 und S_2 sind jetzt in den dafür vorgesehenen Registern abgespeichert. Mit der Tastenfolge **R✓ STO 9** wird jetzt S_1 zunächst nach X und dann nach R₉ gebracht. Damit ergibt sich die folgende Stackregisterbelegung:

T: S_2

Z: S_3

Y: unbekannter Wert

X: S_1

Die vollständige Tastenfolge zum Abspeichern der Daten lautet demnach:

LBL A

STO D (S₃ speichern)

R↓

STO B (S₂ speichern)

R↓

STO 9 (S₁ speichern)

Mit diesem Verfahren können Sie bis zu vier verschiedene Eingabewerte mit einem einzigen Tastendruck auf eine der Programmtasten speichern.

Dreiecksberechnungen

113	RCLB					169	2		
114	x					170	\pm		
115	RCL9					171	PRTX		
116	\div					172	RTN		
117	SIN ⁻¹					173	R/S		
118	STOE								
119	RCLC								
120	GSB8								
121	STOA								
122	RCLE								
123	RCL9								
124	RCLA								
125	GSBB								
126	RCL9								
127	RCLB								
128	X \neq ?								
129	RTN								
130	RCLE								
131	COS								
132	CHS								
133	COS ⁻¹								
134	STOE								
135	RCLC								
136	GSB8								
137	STOA								
138	RCLE								
139	RCL9								
140	RCLA								
141	GT08								
142	#LBL0								
143	+								
144	COS								
145	CHS								
146	COS ⁻¹								
147	RTN								
148	#LBL1								
149	SPC								
150	SPC								
151	RCL9								
152	PRTX								
153	RCLA								
154	PRTX								
155	SPC								
156	RCLB								
157	PRTX								
158	RCLC								
159	PRTX								
160	SPC								
161	RCLD								
162	PRTX								
163	RCLE								
164	PRTX								
165	SPC								
166	RCLS								
167	RCLD								
168	x								
LABELS					FLAGS	SET STATUS			
^A S ₁ , S ₂ , S ₃	^B A ₃ , S ₁ , A ₁	^C S ₁ , A ₁ , A ₂	^D S ₁ , A ₁ , S ₂	^E S ₁ , S ₂ , A ₂	⁰	FLAGS	TRIG	DISP	
^A	^B 0	^C	^D	^E	⁰	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
^B 3. Winkel	^C Druck	^D 2	^E 3	⁰ 4	¹ 5	OFF	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
^B	^C 6	^D 7	^E 8	⁰ 9	¹ 3	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	n <u>2</u>	

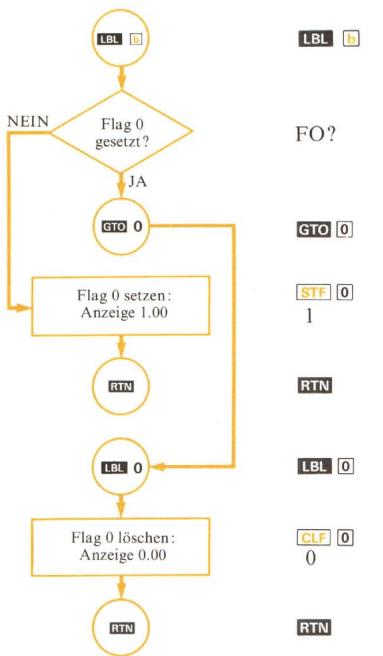
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

Im Programm *Vektor-Operationen* können die Eingabewerte auf Wunsch ausgedruckt werden. Dieser Druck-Modus wird beim Einlesen des Programms automatisch abgeschaltet. Der Benutzer kann nun durch wiederholtes Drücken von **f** **b** den Druck-Modus beliebig ein- oder ausschalten. Der Modus ändert sich mit jedem Drücken der Tasten **f** **b**; entsprechend wird entweder 1.00 oder 0.00 angezeigt. Dabei bedeutet die Anzeige 1.00, daß der Drucker eingeschaltet ist und 0.00, daß die Eingabedaten nicht gedruckt werden.

Flag 0 und Flag 1 sind sogenannte Flags mit gesondertem Löschbefehl. Diese Flags werden, wenn sie vom Tastenfeld oder Programm gesetzt wurden, erst dann wieder gelöscht, wenn ein entsprechender Löschbefehl im Programm erscheint oder über die Tastatur eingegeben wird. Die Flag-Abfrage hat auf den Status (Flag gesetzt oder nicht bzw. EIN oder AUS) keinen Einfluß.

Das Ausdrucken der Eingabewerte im Programm *Vektor-Operationen* wird durch das Flag 0 gesteuert. Die Zeilen 064, 090 und 112 enthalten einen PRST-(Print Stack)-Befehl. Jedem dieser Schritte geht die entsprechende Abfrage des Flag 0 mit F0? voraus. Wenn F0 gesetzt ist, wird der Druckbefehl ausgeführt; andernfalls wird dieser Schritt übersprungen.

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020



Diese Befehlsfolge bewirkt, daß ein gelösches Flag 0 «gesetzt» und ein gesetztes Flag 0 «gelöscht» wird. Für gelöschtes Flag erscheint die Anzeige 0.00 und für gesetztes Flag die Anzeige 1.00.

Vektor-Operationen

001 *LBL0		057 SIN-	überspringen
002 F1?		058 #LBL0	Vektorcode nach T
003 GT00	2- oder 3dimensionale Vektorrechnung auswählen	059 R+	
004 SF1		060 CLX	
005 3		061 RCL1	
006 RTN		062 R+	
007 *LBL0		063 F0?	Eingabewert drucken?
008 2		064 PRST	Umwandlung S-C
009 CF1		065 X#Y	
010 RTN		066 1	
011 *LBLb	Druck-Modus wählen	067 +R	
012 F0?		068 R†	
013 GT00		069 R†	
014 SF0		070 +R	
015 1		071 X#Y	
016 RTN		072 R*	
017 *LBL0		073 X#Y	
018 CF0		074 X	
019 0		075 LSTX	
020 RTN		076 R†	
021 *LBLD	Betrag speichern und Code 1 eingeben	077 X	C→S beginnen
022 ST07		078 GT02	Falls 2D-Modus, dann 0 nach Z
023 1		079 #LBLd	
024 GT00	Betrag speichern und Code 2 eingeben	080 R‡	
025 *LBLE		081 R‡	
026 ST08		082 F1?	
027 2		083 GT00	
028 *LBL0		084 CLX	
029 SF2	GSB S→C Routine	085 #LBL0	0 nach T
030 GSB5		086 R‡	
031 GT01	GTO Speicherroutine	087 CLX	
032 *LBL1		088 R‡	
033 ST09	I. Vektor speichern	089 F0?	Eingabewert drucken?
034 R‡		090 PRST	Umwandlung C→S
035 ST0A		091 #LBL6	
036 R‡		092 +P	
037 ST0B		093 X#Y	
038 1		094 X#0?	
039 RTN		095 GSB3	
040 *LBL2	2. Vektor speichern	096 R‡	
041 ST0C		097 X#Y	
042 R‡		098 F1?	
043 ST0D		099 GT00	
044 R‡		100 CLX	
045 ST0E		101 #LBL0	0 nach T
046 2		102 +P	Rücksprung
047 RTN		103 R†	
048 *LBLd	Tastenfeld S→C beginnt	104 X#Y	Ergebnis ausdrucken?
049 0		105 #LBL2	
050 *LBL5	Code speichern	106 R†	
051 ST01		107 CLX	
052 R†		108 R‡	
053 F1?	Falls 3D-Modus, «π/2 nach Z-Register»	109 F2?	
054 GT00		110 RTN	
055 CLX		111 F0?	
056 1		112 PRST	
REGISTER			
0	1	2	3
S0	S1	S2	S3
A y1	B z1	C x2	D y2
			E z2
			code

113 RTN		169 XZY	
114 #LBL3		170 R1	
115 1		171 CLX	
116 CHS		172 R4	
117 COS ⁻¹		173 PRST	
118 +		174 RTN	
119 LSTX		175 #LBLC	
120 +		176 SPC	
121 RTN		177 RCL7	
122 #LBLA	V ₁ und V ₂ addieren	178 RCL8	
123 RCLB	und in Polar-	179 *	
124 RCLE	koordinaten	180 1/X	
125 +	zurückverwandeln	181 RCL9	
126 RCLD		182 RCLC	
127 RCLA		183 *	
128 +		184 RCLA	
129 RCLC		185 RCLD	
130 RCL9		186 *	
131 +		187 +	
132 SF2		188 RCLB	
133 GSB6		189 RCLE	
134 PRST		190 *	
135 RTN		191 +	
136 #LBLB	Kreuzprodukt	192 PRTX	
137 RCL9	berechnen	193 *	
138 RCLD		194 LSTX	
139 *		195 XZY	
140 RCLA		196 COS ⁻¹	
141 RCLC		197 PRTX	
142 *		198 RTN	
143 -		199 R/S	
144 RCLB		200 R/S	
145 RCLC			
146 *			
147 RCL9			
148 RCLE			
149 *			
150 -			
151 RCLB	In Polarkoordinaten		
152 RCLD			
153 *			
154 STOI			
155 CLX			
156 RCLA			
157 RCLE			
158 *			
159 RCLI			
160 -			
161 #P			
162 XZY			
163 X#Y			
164 GSB3			
165 R4			
166 XZY			
167 +P			
168 RT			
LABELS			
^A $\vec{V}_1 + \vec{V}_2$	^B $\vec{V}_1 X \vec{V}_2$	^C $\vec{V}_1 \cdot \vec{V}_2$	^D $\vec{t}_1 \uparrow \theta_2 \uparrow \vec{r}_1$
^E $\vec{t}_2 \uparrow \theta \uparrow \vec{r}_1$	^F Ausdruck?		
^G 3D/2D?	^H P?	^I S→C	^J C→S
^K belegt	^L \vec{V}_1	^M \vec{V}_2 , Druck	^N 0° – 360°
^O S→C	^P C→S	^Q 0	^R 3
FLAGS			
^A 0	^B 1	^C 2	^D 3
^E ON	^F OFF	^G DEG	^H FIX
^I GRAD	^J SCI	^K RAD	^L ENG
^M RAD	^N ENG	^O FIX	^P SCI
^Q DEG	^R RAD	^S SCI	^T ENG
^U FIX	^V ENG	^W SCI	^X DEG
^Y SCI	^Z ENG	^A RAD	^B FIX
^C ENG	^D DEG	^E FIX	^F SCI
^G DEG	^H FIX	^I SCI	^J ENG
^K FIX	^L SCI	^M ENG	^N DEG
^O SCI	^P ENG	^Q DEG	^R FIX
^S ENG	^T DEG	^U FIX	^V SCI
^W DEG	^X FIX	^Y SCI	^Z ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI	^{HH} ENG
^{II} FIX	^{JJ} SCI	^{KK} ENG	^{LL} DEG
^{MM} SCI	^{NN} ENG	^{OO} DEG	^{PP} FIX
^{RR} ENG	^{SS} DEG	^{TT} FIX	^{UU} SCI
^{WW} DEG	^{XX} FIX	^{YY} SCI	^{ZZ} ENG
^{AA} FIX	^{BB} SCI	^{CC} ENG	^{DD} DEG
^{EE} SCI	^{FF} ENG	^{GG} DEG	^{HH} FIX
^{II} ENG	^{JJ} DEG	^{KK} FIX	^{LL} SCI
^{MM} DEG	^{NN} FIX	^{OO} SCI	^{PP} ENG
^{RR} FIX	^{SS} SCI	^{TT} ENG	^{UU} DEG
^{WW} SCI	^{XX} ENG	^{YY} DEG	^{ZZ} FIX
^{AA} ENG	^{BB} DEG	^{CC} FIX	^{DD} SCI
^{EE} DEG	^{FF} FIX	^{GG} SCI</	

Flag setzen, löschen und abfragen – Flags, die durch Abfrage gelöscht werden

Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

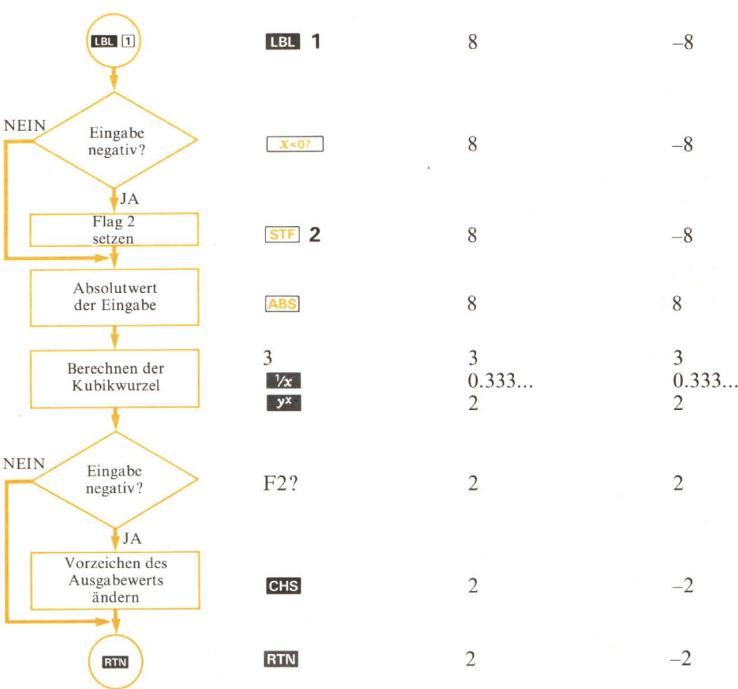
Im Programm *Polynom-Berechnungen* wird zweimal das Flag 2 verwendet. In Programmschritt 62 dient es zur Unterscheidung zwischen Addition und Subtraktion und in Schritt 145 zur Bestimmung des Vorzeichens eines Rechenergebnisses. Der zuletzt genannte Fall soll hier näher erläutert werden.

Mit Marke 1 ist die Routine zur Berechnung der Kubikwurzel einer Zahl bezeichnet. Dieser Rechenschritt würde keine Probleme aufwerfen, wenn die Funktion y^x auch für negative y und nicht ganzzahlige Exponenten x definiert wäre. Das ist aber leider nicht der Fall; der Versuch, die Kubikwurzel aus (-8) mit Hilfe der Tastenfunktion **yx** direkt zu berechnen, führt zu einer Fehlermeldung. Um solche Ausgangswerte dennoch verarbeiten zu können, muß das Programm eine Fallunterscheidung vornehmen. Das Problem wird wie folgt gelöst:

* Bei Verwendung von Flag 3 achten Sie bitte darauf, daß dieses Flag gesetzt wird, sobald eine Zifferntaste gedrückt wird.

Ablaufdiagramm

Befehle

X-Register
(positiver Wert)X-Register
(negativer Wert)

Polynom-Berechnungen

001	*LBL0		Start: für Grad des Polynoms 0 speichern	057	RCLB			Komplexe Lösung
002	0			058	-			x ₁ berechnen
003	STO		a ₀ speichern und Grad-Index (= Grad + 1)	059	X<0?			x ₂ berechnen
004	RTN		auf 1 setzen	060	GT06			
005	*LBLB			061	JX			
006	STO1			062	F20			
007	1			063	CHS			
008	RTN			064	+			
009	*LBLC			065	÷			
010	STO2		a ₁ speichern und Index auf 2	066	LSTN			
011	2			067	GT06			
012	GT06			068	*LBL0			
013	*LBLD			069	ABS			
014	STO3		a ₂ speichern und Index auf 3	070	JX			
015	3			071	1			
016	GT06			072	CHS			
017	*LBLE			073	PRTX			
018	STO4		a ₃ speichern und Index auf 4	074	RJ			
019	4			075	*LBL6			
020	*LBL0			076	PRTX			
021	X>Y		Größten Index auffinden	077	*LBL2			
022	X=0?			078	X>Y			
023	RTN			079	PRTX			
024	X>Y			080	RCLA			
025	RCL4			081	*LBL5			
026	X>Y			082	STX4			
027	X>Y			083	STX3			
028	STOE			084	STX2			
029	X>Y			085	STX1			
030	RJ			086	RJ			
031	RTN			087	CF2			
032	*LBL6		Beginn der Berechnung des Polynoms	088	RTN			
033	SPC			089	*LBL4			
034	RCL4			090	3			
035	STO1		Gradindex nach RI	091	÷			
036	÷			092	RCL3			
037	RCL1			093	X ²			
038	STO4		Division aller Koeff. durch den Koeff. des größten Index	094	9			
039	1/X			095	÷			
040	GSB5			096	-			
041	RCL1		Richtigen Polynomgrad auswählen	097	STO0			
042	CHS			098	3			
043	RCL2			099	Y*			
044	GT01			100	ST0C			
045	*LBL3		Beginn der quadratischen Gleichung	101	RCL3			
046	RCL1			102	RCL2			
047	*LBL9			103	X			
048	STO8		Berechnung:	104	RCL1			
049	X>Y			105	3			
050	CHS		a ₁ - 2a ₂	106	X			
051	2			107	-			
052	÷			108	6			
053	X<0?		Flag für richtige Reihenfolge setzen	109	÷			
054	SF2			110	RCL3			
055	ENT1		(a ₁ /2a ₂) ² - (a ₀ /a ₂)	111	3			
056	X ²			112	Y*			
REGISTER								
0	1 a ₀	2 a ₁	3 a ₂	4 a ₃	5	6	7	8
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
A belegt	B R, X, a ₀ /a ₂	C Q ³	D Q	E Grad				I Kontrolle

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

Das Unterprogramm a (Zeile 21 bis 48) des Programms «Matrizenrechnung» berechnet die Determinante der 3×3 -Matrix, deren Werte in den Registern R₁ bis R₉ gespeichert sind.

$$\begin{vmatrix} R_1 & R_2 & R_3 \\ R_4 & R_5 & R_6 \\ R_7 & R_8 & R_9 \end{vmatrix} = (R_5R_9 - R_6R_8)R_1 - (R_4R_9 - R_6R_7)R_2 + (R_4R_8 - R_4R_8 - R_5R_7)R_3 \\ = -(R_6R_8R_1 + R_4R_9R_2 + R_5R_7R_3) + R_3R_8R_4 + R_1R_9R_5 + R_2R_7R_6$$

Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

**RCL 6 RCL 8 RCL 1 $\times \times$ RCL 4 RCL 9 RCL 2 $\times \times +$ RCL 5
 RCL 7 RCL 3 $\times \times +$ CHS RCL 3 RCL 8 RCL 4 $\times \times +$ RCL 1
 RCL 9 RCL 5 $\times \times +$ RCL 2 RCL 7 RCL 6 $\times \times +$**

Es können zwei Besonderheiten der Tastenfolge dazu genutzt werden, die Anzahl der notwendigen Schritte zu verringern:

1. Die Schrittfolge $\times \times +$ taucht wiederholt auf.
2. Die Werte, die unmittelbar vor $\times \times +$ zurückgerufen werden, stehen in aufeinanderfolgenden Registern (unterstrichene Tastenschritte).

Während die wiederholte Ausführung von $\times \times +$ einem Unterprogramm überlassen wird, können durch den indirekten Speicheraufruf in Verbindung mit der **ISZ**-Anweisung Werte nacheinander aus aufeinanderfolgenden Registern abgerufen werden. Der nachstehende Programmauszug wird das deutlicher machen:

022	*LBLa			
023	0			
024	STOI			
025	RCL6			
026	RCL8			
027	GSB7			
028	RCL4			
029	RCL9			
030	GSB7			
031	RCL5			
032	RCL7			
033	GSB7			
034	CHS			
035	RCL3			
036	RCL8			
037	GSB7			
038	RCL1			
039	RCL9			
040	GSB7			
041	RCL2			
042	RCL7			
043	*LBL7	I = 1	I = 2	I = 6
044	ISZI	RCL 1	RCL 2	RCL 3
045	RCL i	$R_8 \times R_1$	$R_9 \times R_2$	$R_7 \times R_6$
046	x	$R_6 \times R_8 \times R_1$	$R_4 \times R_9 \times R_2$	$R_2 \times R_7 \times R_6$
047	x	$0 + R_6 \times R_8 \times R_1$	Untersumme	Gesamtsumme
048	+	Zurück zum	Zurück zum	Stop
049	RTN	Aufruf	Aufruf	

Jedesmal, wenn das Programm zu dem Befehl **GSB 7** kommt, geht der Rechner zur Marke 7, führt den Befehl **ISZ** aus (erhöht den Inhalt von I um 1) und ruft den Inhalt desjenigen Registers zurück, das durch die Zahl in I bezeichnet wird (R_1 bis R_6); danach werden die Schritte **x x +** ausgeführt. Anschließend wird die Programmausführung ab der Zeile fortgesetzt, die auf den **GSB 7**-Befehl folgt. Hier die Ergebnisse nach dem ersten, zweiten und sechsten Durchlauf des Unterprogramms.

Matrizenrechnungen

(3 × 3-Matrix)

801 *LBL4		0 nach x für indirekte Speicherung	857 RCL7
802 0			858 GSB3
803 GT05			859 ST0D
804 *LBL6		3 nach x für indirekte Speicherung	860 CLX
805 3			861 RCL3
806 GT05			862 RCL4
807 *LBL6		6 nach x für indirekte Speicherung	863 X
808 6			864 RCL1
809 GT05			865 RCL6
810 *LBL6		9 nach x für indirekte Speicherung	866 GSB3
811 1			867 ST0E
812 S			868 CLX
813 *LBL5		Code in R1 speichern	869 RCL2
814 ST01			870 RCL7
815 GSB6		3 Eingabewerte in die dem Code ent- sprechenden Register	871 X
816 GSB6		abspeichern	872 RCL1
817 *LBL6			873 RCL8
818 R1			874 GSB3
819 ISZ1			875 ST01
820 ST01			876 CLX
821 RTN			877 RCL1
822 *LBL6		Determinante berechnen	878 RCL5
823 0			879 X
824 ST01			880 RCL2
825 RCL6			881 RCL4
826 RCL8			882 GSB3
827 GSB7			883 ST0B
828 RCL4			884 CLX
829 RCL9			885 RCL3
830 GSB7			886 RCL6
831 RCL5			887 X
832 RCL7			888 RCL2
833 GSB7			889 RCL9
834 CHS			890 GSB3
835 RCL3			891 ST01
836 RCL8			892 CLX
837 GSB7			893 RCL2
838 RCL1			894 RCL6
839 RCL9			895 X
840 GSB7			896 RCL3
841 RCL2			897 RCL5
842 RCL7			898 GSB3
843 *LBL7			899 ST03
844 ISZ1			900 CLX
845 RCL1			101 RCL5
846 X			102 RCL9
847 X			103 X
848 +			104 RCL6
849 RTN			105 RCL8
850 *LBL6		Kehrwert der Determinante	106 GSB3
851 GSB6		berechnen	107 ST02
852 1/X			108 CLX
853 RCL1		Inverse berechnen	109 RCL6
854 RCL9			110 RCL7
855 X			111 X
856 RCL3			112 RCL4
REGISTER			
0 γ_3	1 a_1, a_1	2 a_2, a_2	3 a_3, a_3
S0	S1	S2	S3
			S4
A d1	B d2	C d3	D β_1
			E β_2
			F β_3
			G Kontrolle

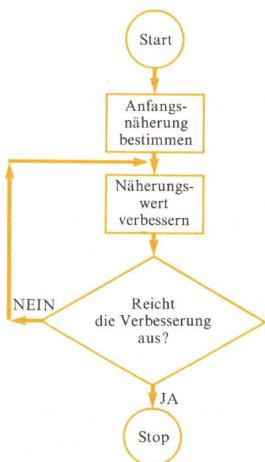
		LABELS		FLAGS		SET STATUS							
a	a ₁ , a ₂ , a ₃	b	b ₁ , b ₂ , b ₃	c	c ₁ , c ₂ , c ₃	d	d ₁ , d ₂ , d ₃	e	Druck	0	FLAGS	TRIG	DISP
^a → Det	^b → Inv	^c → Mult	^d Druck	^e inv	^f mult	^g	^h	ⁱ	^j	^k	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^b Druck	^c mult	^d Druck	^e inv	^f mult	^g	^h	ⁱ	^j	^k	^l	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^b Code	^c Eingabe	^d det	^e	^f	^g	^h	ⁱ	^j	^k	^l	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
^b	^c	^d	^e	^f	^g	^h	ⁱ	^j	^k	^l	3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	n <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	2 <input checked="" type="checkbox"/>

Iterationsschleifen

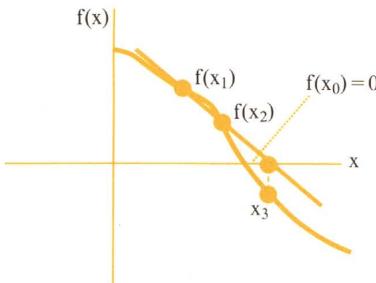
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

1. Es wird zu Beginn ein Schätzwert vorgegeben (Näherungswert).
2. Dieser Schätzwert wird verbessert.
3. Der verbesserte Schätzwert wird auf seine Genauigkeit geprüft, das Ergebnis angezeigt. Ist es nicht befriedigend, wird der Verbesserungsvorgang wiederholt.

Im Flußdiagramm sieht das folgendermaßen aus:



Im Programm «*Infinitesimalrechnung und iterative L\u00f6sungen f\u00fcr $f(x)$* » wird mit **LBL E** (Schritte 83 bis 112) ein allgemeines Iterationsverfahren f\u00fcr Funktionen durchgef\u00fchrt, die vom Benutzer vorgegeben werden. Der vom Benutzer vorgegebene Anfangswert (Sch\u00e4tzwert) wird mit Hilfe der «regula falsi» verbessert. Es wird an zwei Stellen der Funktionswert berechnet und durch die Sekante dann ein dritter, besserer Punkt, ermittelt. Das Verfahren l\u00e4sst sich zeichnerisch darstellen:



Mit Hilfe der Sekante durch x_1 und x_2 wird x_3 bestimmt; nun können x_2 und x_3 verwendet werden, um einen weiteren Punkt x_4 zu ermitteln usw.

Die Gleichung der «regula falsi» lautet:

$$x_{i+1} = x_i - f(x_i) \left(\frac{(x_i - x_{i-1})}{f(x_i) - f(x_{i-1})} \right)$$

Diese Gleichung wird wiederholt durch die Schritte 88 bis 103 gelöst. Mit jedem Durchlauf nähert sich der Wert für x_0 der tatsächlichen Lösung mehr und mehr an.

Die Programmschritte 104 und 107 bis 110 prüfen, ob der Näherungswert innerhalb der gewünschten Genauigkeit mit dem wahren Wert übereinstimmt. Ist ein weiterer Schleifendurchlauf notwendig, geht die Programmkontrolle an **LBL 6** über. Ist der angenähere Wert genau genug, hält das Programm und zeigt das Ergebnis an (Schritt 112). Der Rechner verwendet das gewählte Anzeigeformat in Verbindung mit der **RND**-Funktion zur Feststellung der erwünschten Rechengenauigkeit. Wenn der Quotient aus der Änderung von x_i und x_{i+1} gerundet Null ergibt, ist die Konvergenzbedingung erfüllt und x_{i+1} wird als Ergebnis angezeigt. Ist der gerundete Quotient nicht gleich Null, wird eine weitere Iteration ausgeführt.

Wenn x_i zum Beispiel gleich 10 ist und sich dieser Wert von der zuvor berechneten Näherungslösung um 0,1 unterscheidet, berechnet das Programm die folgende Testgröße (Anzeige auf 2 Nachkommastellen eingestellt):

$$\text{Testwert} = \text{RND}(0,1/(10-0,1)) = \text{RND}(0,01010101) = 0,01$$

Da der Wert ungleich Null ist, wird ein erneuter Schleifendurchgang erforderlich. Angenommen, in der nächsten Schleife ist die Verbesserung 0,01 und $x_i = 9,9$, dann gilt für den Testwert:

$$\text{Testwert} = \text{RND}(0,0;/9,9-0,01) = \text{RND}(0,00101112) = 0,00$$

Da der Wert gleich Null ist, wird x_{i+1} als Ergebnis angezeigt ($x_{i+1} = 9,89$). Beachten Sie bitte, daß bei Einstellung der Anzeige auf drei Nachkommastellen ein weiterer Schleifendurchlauf nötig wäre, da die **RND**-Funktion vom gewählten Anzeigeformat abhängig ist.

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für f(x)

001	#LBLA		057	STO _B	b-a/n
002	STO _I	Nummer der Funktion speichern	058	÷	b-a
003	RTN		059	STO _C	2n
004	#LBL _E	Pausenbefehl	060	Σ	Integral Null setzen
005	F0 ⁰	umschalten	061	÷	Anzahl der Intervalle nach R _I
006	GT0 _B		062	ST+0	Nummer der Funktion nach R _I und n nach R _B
007	SF0		063	0	f'(R ₀)
008	1		064	ST09	R ₀ +(b-a)/n
009	RTN		065	RCL _B	Add f(R ₀)(b-a)/n
010	#LBLB		066	X ² I	n verringern um 1
011	0		067	*LBL7	Funktionsr. in Anzeige
012	CF0		068	X ² I	Funktionsr. nach R _I
013	RTN		069	STO _B	Integrationsergebnis anzeigen
014	#LBL _C	%Δ speichern und Flag setzen	070	RCL _B	
015	SF1		071	GSB _I	
016	STO _E		072	RCLC	
017	RTN		073	ST+0	
018	#LBL _D	Fehlergrenze %Δ wählen oder 0.01% ausreichend?	074	×	
019	EEX		075	ST+9	
020	CHS		076	RCL _B	
021	2	x=0 statt % von x %Δ für Ax	077	X ² I	
022	RCL _E		078	DSZ _I	
023	F1 ⁰		079	GT07	
024	X ² Y		080	ST01	
025	R ⁴		081	RCL9	
026	%		082	RTN	
027	X=0?	x=0 statt % von x %Δ für Ax	083	*LBL _E	
028	LSTX		084	FIX	
029	STO _C		085	GSBB	
030	2	f(x - Δx/2)	086	RCLB	
031	÷		087	GT08	
032	-		088	*LBL6	Numerische Differenziation, um x _i für Anfangswert zu berechnen
033	STO _A		089	RCL _B	
034	STO _B		090	GSB _I	
035	GSB _I		091	STO _B	
036	ST00		092	*LBL _C	Berechne f(x _i)
037	RCLA		093	RCLA	
038	RCLC	f(x + Δx/2)	094	RCL _B	
039	+		095	ST04	
040	ST00		096	-	Regula Falsi:
041	GSB _I		097	RCLD	Berichtigung für x und Werte für neue Schleife
042	ST0B		098	RCLB	
043	RCLD	f(x + Δx/2) - f(x - Δx/2)	099	ST00	
044	-	Δx	100	-	
045	RCLC		101	÷	
046	÷		102	×	
047	RTN		103	ST-0	Berichtigung abziehen
048	#LBL _C	f(x)	104	RCL _B	Falls Flag gesetzt: Pause und Lösung anzeigen
049	ST00		105	F0 ⁰	
056	GSB _I		106	PSE	
051	RTN		107	÷	
052	#LBLD	a speichern	108	RND	RND (Änderung/x _i + 1)
053	X ² Y		109	X#0 ⁰	Anzeigegenauigkeit erreicht?
054	ST00		110	GT06	Falls ja, Ergebnis anzeigen
055	-	b-a	111	RCL _B	
056	X ² Y	n speichern	112	RTN	

REGISTER

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X									Integral
S0	S1	S2*	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9

A	B	C	D	E	
x _{i-1}	f(x _i)	Δx	f(x _{i-1})	%Δ	Funktion

```

001 *LBL1
002 R S
003 RTN
004 *LBL2
005 RAD
006 TAN
007 LSTX
008 -
009 RCL2
010 -
011 DEG
012 RTN
013 *LBL3
014 RAD
015 SIN
016 RCL1
017 X
018 X^2
019 1
020 X^2Y
021 -
022 JX
023 1/X
024 DEG
025 RTN

```

Unterprogramm:
graphische Lösung

$$f(x) = \tan(x) - \text{Inv}(x) - x$$

$$f(\theta) = \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}}$$

LABELS				FLAGS		SET STATUS																	
A	Function #	B	x → f(x)	C	x → f'(x)	D	n ↑ a ↑ b → f	E	x₀ → Lösung	F	Pause	G	FLAGS	H	I	J	K	L	M	N	O	TRIG	DISP
A	Function #	B	x → f(x)	C	x → f'(x)	D	n ↑ a ↑ b → f	E	x₀ → Lösung	F	Pause	G	% Δ	ON	OFF	DEG	FIX	SCI	ENG	n	2		
% Δ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pause	1	% Δ	0	□	☒	GRAD	□	SCI	□			
belegt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	Iteration	5	Iteration	0	□	☒	RAD	□	ENG	□			
											Integration	6	Integration	0	□	☒							

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

001 *LBLA 002 3 003 2 004 - 005 1 006 . 007 8 008 ÷ 009 RTN 010 *LBLc 011 1 012 . 013 8 014 x 015 3 016 2 017 + 018 RTN 019 *LBLb 020 SF2 021 *LBLB 022 1 023 0 024 5 025 5 026 . 027 0 028 4 029 F22 030 1/8 031 X#Y 032 x 033 RTN 034 *LBLc 035 SF2 036 *LBLC 037 6 038 8 039 9 040 4 041 . 042 7 043 5 044 7 045 2 046 F22 047 1/X 048 x 049 RTN 050 *LBLd 051 SF2 052 *LBLD 053 1 054 6 055 . 056 0					° C = (° F - 32) / 1.8) ° F = 1.8 ° C + 32 BTU-Joule-Umrechnung (British thermal unit) ps → N/m². Umrechnung lb/ft³ - kg/m³. Umrechnung				
					657 1 058 8 059 4 060 6 061 3 062 F22 063 1/X 064 x 065 RTN 066 *LBLc 067 SF2 068 *LBLB 069 7 070 4 071 5 072 . 073 6 074 9 075 9 076 9 077 8 078 7 079 F22 080 1/X 081 x 082 RTN 083 R/S			hp/W-Umrechnung	
LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A in-mm	B ft-m	C gal-1	D lbf-N	E lbm-kg	0	FLAGS	TRIG	DISP	
^a ° F - ^b ° C	^c Btu-J	^d psi-N/m²	^e lb/ft³ - kg/m³	^f hp-W	1	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
0	1	2	3	4	2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
5	6	7	8	9	3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>	

Notizen



Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

Das *Arithmetik-Lernprogramm* beinhaltet einen Pseudo-Zufallszahlengenerator. Es wird eine Folge von Zahlen zwischen 0 und 1 erzeugt, die in die vom Programm angezeigten Aufgaben umgerechnet werden. Der Ausdruck «Pseudo» bedeutet, daß sich die Zahlenfolge im Gegensatz zu Lottoergebnissen aus dem verwendeten Algorithmus und dem benutzten Anfangswert vorhersagen läßt. Die Generatoren für Pseudo-Zufallszahlen können aber mit Erfolg dazu benutzt werden, zufällig ablaufende Vorgänge zu simulieren. Die erzeugten Zahlen müssen jedoch gleich verteilt sein (d.h. es müssen gleich viele Werte zwischen 0 und 0,1 liegen wie zwischen 0,1 und 0,2 usw.). Außerdem dürfen sich die Zahlenfolgen nicht zu früh wiederholen.

Der Pseudo-Zufallszahlengenerator im Arithmetik-Lernprogramm ist recht einfach aber gut. Er benutzt die Methode der multiplikativen linearen Kongruenz:

$$u_i + 1 = \text{Nachkomma-Anteil von } (997u_i) \text{ mit } i = 1, 2, 3, \dots$$

$$u_0 = 0,5284163^* \text{ (Anfangswert)}$$

Die Periode dieses Generators hat eine Länge von 500 000 Zahlen (d.h., die Zahlenfolge wiederholt sich jeweils nach 500 000 erzeugten Werten) und genügt dem CHI-Quadrat-Test auf Gleichförmigkeit der Verteilung und anderen statistischen Prüfungen. Die höherwertigen Stellen der Zahlen sind «zufälliger» verteilt als die geringwertigen Stellen.

Im *Arithmetik-Lernprogramm* wird bei Schritt 21 der Anfangswert 0,5284163 gespeichert. LBL 5 (Zeile 83–95) erzeugt dann die Ziffern für die einzelnen Aufgaben. Die Erzeugung der Zufallszahlen belegt jedoch nur die ersten 6 Schritte. Diese Schrittfolge und die entsprechenden Inhalte des X-Registers sehen wie folgt aus:

Schritte	X-Register
LBL 5	
RCL E	Alter Eingangswert
9	
9	
7	997
×	Anfangswert × 997
FRAC	Nachkomma-Anteil von (Anfangswert × 997)
STO E	Pseudo-Zufallszahl wird als neuer Eingangswert für die nächste Schleife gespeichert.

* Es können auch andere Eingangswerte gewählt werden; der Quotient aus (Eingangswert × 107) und 2 oder 5 darf jedoch keine ganze Zahl ergeben. Es ist außerdem empfehlenswert, von anderen Eingangswerten erzeugte Reihen vor ihrer Verwendung statistisch zu untersuchen.

Arithmetik-Lernprogramm

<pre> 061 *LBLa 062 0 063 ST05 064 2 065 0 066 ST07 067 1 068 0 069 ST08 070 ST0E 071 1 072 ST04 073 . 074 5 075 2 076 8 077 4 078 1 079 6 080 3 081 *LBLb 082 ST0E 083 CLX 084 RTN 085 *LBLc 086 SF0 087 SPC 088 PRTX 089 SPC 090 ABS 091 1 092 + 093 ST0D 094 1 095 0 096 x 097 L06 098 INT 099 ST0A 010 10^ 011 ST0B 012 CLX 013 RTN 014 *LBLd 015 ST0E 016 ST0F 017 ST0G 018 ST0H 019 ST0I 020 ST0J 021 ST0K 022 ST0L 023 ST0M 024 ST0N 025 ST0O 026 ST0P 027 ST0Q 028 ST0R 029 ST0S 030 ST0T </pre>	<p>Konstanten speichern</p> <p>Vorprogrammierte oder eingegebene Ausgangszahl speichern</p> <p>Eingabe und speichern von n_{max} + 1. Flag setzen; aussondern des vorprogrammierten Wertes</p> <p>Anzeigeformat berechnen und für späteren Abruf speichern</p> <p>«Maßstab» für Aufgaben berechnen und speichern</p> <p>Addition wählen</p> <p>Subtraktion wählen</p> <p>Multiplikation wählen</p> <p>Division wählen</p> <p>Code für +, -, ×, ÷ speich.</p>	<pre> 057 SPC 058 PRTX 059 SPC 060 *LBL9 061 GSB5 062 ST0C 063 GSB5 064 RCLC 065 GSBi 066 RCLH 067 X2I 068 DSPi 069 X2J 070 RJ 071 RCLE 072 + 073 - 074 0 075 + 076 RCL9 077 X=Y? 078 GT09 079 R↓ 080 ST09 081 F1? 082 PRTX 083 RTN 084 *LBL5 085 RCLC 086 9 087 9 088 7 089 × 090 FRC 091 ST0E 092 F4 093 RCLD 094 × 095 INT 096 RTN 097 *LBL1 098 + 099 ST0C 100 LSTX 101 - 102 LSTX 103 RTN 104 *LBL2 105 ST0C 106 X2I 107 + 108 LSTX 109 RTN 110 *LBL3 111 X=0? 112 X2Y </pre>	<p>Operationscode ausdrucken</p> <p>2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen</p> <p>Aufgabe stellen</p> <p>Anzeige einstellen</p> <p>Einen Wert «skalieren»</p> <p>Werte zu der Form x,y addieren</p> <p>0 nach LST X</p> <p>Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe</p> <p>Aufgabe anzeigen</p> <p>Generieren der Pseudo-Zufallszahlen</p> <p>Zahlen verarbeiten</p> <p>Ganzzahlige Werte <n_{max} erzeugen</p> <p>Additionsaufgabe</p> <p>Subtraktionsaufgabe</p> <p>Multiplikationsaufgabe</p>	
REGISTER				
0	1	2	3	4
S0	S1	S2	S3	S4
S5	S6	S7	S8	S9
A Anzeige	B Skalierung	C Ergebnis	D n _{max} + 1	E Anfangswert
				F Kontrolle

LABELS		FLAGS		SET STATUS				
A + ?	B - ?	C × ?	D ÷ ?	E Ergebnis	F 0	FLAGS	TRIG	DISP
¹ Start	² (n _{max})	³ P?	⁴ 0	⁵ (Anfangsw.)	⁶ Druck	0 ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁰ Druck	¹ +	² -	³ ×	⁴ ÷	⁵ Fehler	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
⁷ belegt	⁸ belegt	⁹ Fehler	¹⁰ Problem			2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u> </u>

«Mondlandung»

001 *LBLA	Ausgangsbedingungen speichern	057 RCL9	Bei Landung Geschwindigkeit anzeigen
002 5		058 ST+7	
003 0		059 R4	
004 0		060 ST06	
005 ST06		061 INT	
006 5		062 X>0?	
007 0		063 GT09	
008 CHS		064 *LBL3	
009 ST07		065 DSP0	
010 6		066 RCL7	
011 0		067 *LBL4	Bei Aufprall Geschwindigkeit berechnen
P12 ST08	Höhe durch 10000 geteilt: Anzeige	068 PSE	Neue Treibstoffeingabe
P13 *LBL5	kombiniert in der Form vv.Ohhh	069 GT04	
P14 RCL6		070 *LBL2	Treibstoff verbraucht, Geschwindigkeit im freien Fall
P15 DSP4		071 RCL8	
P16 EEX		072 2	
P17 4	Anzeigeformat	073 .	
P18 +	vv.Ohhh aufbauen,	074 5	
P19 RCL7	dabei negative	075 -	
P20 CF2	Werte berücksichtigen	076 ST+6	
P21 X<0?		077 2	
P22 SF2		078 x	
P23 ABS		079 ST+7	
P24 +		080 RCL6	
P25 F2?		081 1	
P26 CHS	Anzeige von Geschwindigkeit und Höhe	082 0	
P27 PSE		083 x	
P28 PSE	Anzeige der Treibstoffreserve	084 RCL7	
P29 DSP0		085 X?	
P30 RCL8		086 +	
P31 PSE		087 JX	
P32 -3		088 CHS	
P33 PSE	Count-down für Raketenzündung	089 GT04	
P34 2		090 *LBL6	
P35 PSE		091 5	Aufprallgeschwindigkeit
P36 1		092 ST-8	
P37 PSE		093 0	Ergebnis anzeigen
P38 0	Eingabe annehmen	094 GT05	Fehlzündung
P39 PSE		095 R/S	Geschwindigkeit bei weicher Landung
P40 *LBL5	Wenn Brennstoff verbraucht, Aufprallgeschwindigk. ermitteln u. aufblitzen lassen		
P41 RCL8			
P42 XZY	Treibstoff subtrahieren		
P43 X>Y?	Geschwindigkeit und Höhe bestimmen		
P44 GT02			
P45 ST-8			
P46 2			
P47 x			
P48 5			
P49 -			
P50 ST09			
P51 2			
P52 +			
P53 RCL6			
P54 +			
P55 RCL7			
P56 +			

REGISTER

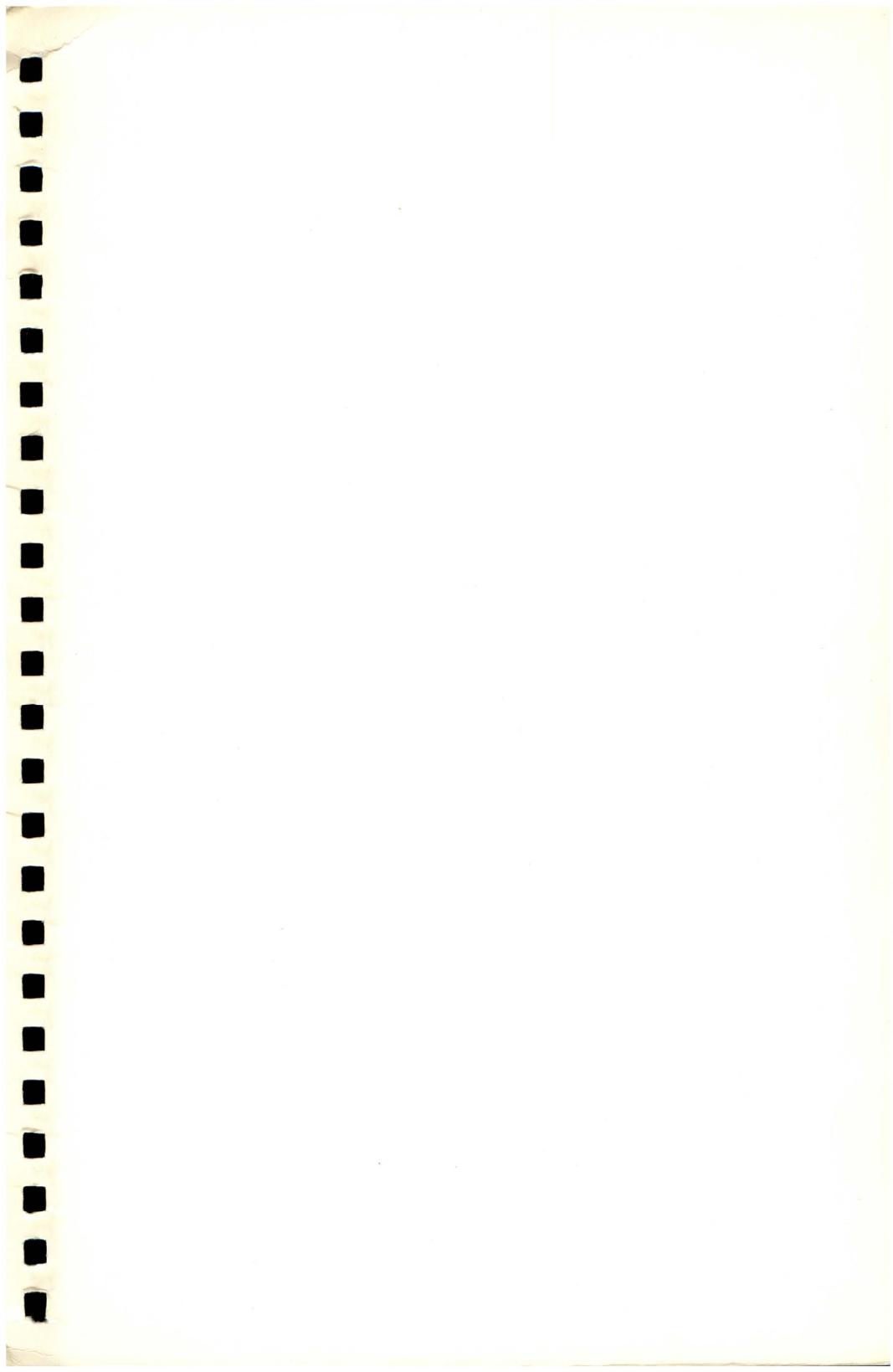
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

Diagnostik-Programm

001 *LBLA	Register löschen	057 GSB3	Umrechnung in
002 CLRG		058 SIN	Stunden/Minuten/
003 PΣS		059 +HMS	Sekunden prüfen
004 CLRG		060 HMS+	
005 CF3		061 SIN-	
006 7		062 GSB3	
007 *		063 L06	Log und 10x prüfen
008		064 10^	
009		065 GSB3	
010		066 LN	Ln und e^x prüfen
011		067 e^x	
012		068 GSB3	
013		069 X^2	x^2 und Quadratwurzel
014		070 JX	prüfen
015		071 GSB3	
016 CHS		072 ENT†	
017 EE _X		073 Y^	
018 CHS		074 LSTX	
019 7		075 1/X	
020 7		076 Y^	
021 X ₂ Y	Stackregister und	077 GSB3	
022 R1	Befehle zum	078 ENT†	+,- und LST X
023 R1	Stackumordnen prüfen	079 +	prüfen
024 R [†]		080 LSTX	
025 R [†]		081 -	
026 R4		082 GSB3	
027 PSE	Anzeige prüfen	083 ENT†	
028 #LBL0		084 X	* und ÷ prüfen
029 STO _I		085 LSTX	
030 RCL _I		086 ÷	
031 X ₂ Y ⁰		087 GSB3	
032 GT01		088 1/X	
033 ISZ1		089 1	Int und FRC prüfen
034 RCLE		090 +	
035 RCL ₀		091 FRC	
036 X=Y ⁰		092 1/X	
037 GT02		093 LSTX	
038 GT06		094 +	
039 #LBL1	Codezahl für	095 INT	
040 RCL _I	Registerspeicher- oder	096 GSB3	
041 RTN	Abbruchfehler anzeigen	097 D=R	Grad/Bogenmaß-Umwandlung prüfen
042 #LBL2		098 R=D	
043 2	Prüfen der	099 GSB3	
044 5	Startfunktion	100 EE _X	% prüfen
045 STO _I		101 2	
046 SIN		102 X ₂ Y	
047 SIN ⁻¹	sin, sin ⁻¹ prüfen	103 %	
048 GSB3		104 GSB3	
049 COS		105 GT04	Bedingter Sprungbefehl
050 COS ⁻¹	cos, cos ⁻¹ prüfen	106 #LBL3	
051 GSB3		107 RND	
052 TAN		108 RCL _I	Zähler erhöhen
053 TAN ⁻¹	tan, tan ⁻¹ prüfen	109 X ₂ Y ⁰	Funktion prüfen
054 GSB3		110 R=S	
055 +P	Koordinaten-	111 ISZ1	Stop und bei Fehler
056 +R	umwandlung prüfen	112 RCL _I	Code anzeigen
REGISTER			
0 belegt	1 belegt	2 belegt	3 belegt
S ₀ belegt	S ₁ belegt	S ₂ belegt	S ₃ belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt
S ₄ belegt	S ₅ belegt	S ₆ belegt	E belegt
S ₇ belegt	S ₈ belegt	S ₉ belegt	F belegt

112	RTN			165	*LBL6						
114	*LBL4			170	ISZI						
115	1	x-y-Vergleiche		171	RCLI						
116	-	prüfen		172	F1°						
117	RCLI			173	GT06						
118	X>Y?			174	RTN						
119	RTN			175	*LBL5						
120	ISZI			176	ISZI						
121	2			177	RCLI						
122	+			178	F2°						
123	RCLI			179	GT06						
124	X>Y?			180	RTN						
125	RTN			181	*LBL6						
126	ISZI			182	ISZI						
127	RCLI			183	RCLI						
128	X=0?			184	F3°						
129	RTN			185	GT06						
130	ISZI			186	RTN						
131	RCLI			187	*LBL6						
132	X<0?			188	EEX						
133	GT05			189	7						
134	RTN			190	PRTX						
135	*LBL5			191	ENG						
136	ISZI			192	DSP4						
137	RCLI			193	PRTX						
138	X<0?			194	SCI						
139	RTN			195	PRTX						
140	ISZI			196	CF0						
141	RCLI			197	CF1						
142	X>0?			198	FIX						
143	GT05			199	DSP2						
144	RTN			200	RTN						
145	*LBL5			201	R S						
146	ISZI										
147	RCLI										
148	F0?										
149	RTN										
150	ISZI										
151	RCLI										
152	F1°										
153	RTN										
154	ISZI										
155	F2?										
156	RTN										
157	ISZI										
158	RCLI										
159	F3°										
160	RTN										
161	ISZI										
162	SF0										
163	SF1										
164	SF2										
165	SF3										
166	F0°										
167	GT06										
168	RTN										
LABELS					FLAGS		SET STATUS				
^A Start	^B	^C	^D	^E	⁰ belegt	FLAGS		TRIG		DISP	
a	b	c	d	e	¹ belegt	ON OFF		DEG <input checked="" type="checkbox"/>		FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
^D Register	^E Register	^C Funktion	^B Funktion	^A x-y	² belegt	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		GRAD <input type="checkbox"/>		SCI <input type="checkbox"/>	
^E x-0	^B Flag	^D	^C	^A	³ belegt	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		RAD <input type="checkbox"/>		ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n—2			

Notizen





Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86
7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 130, Telefon (07031) 667-1
4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. 1, Seestern, Tel. (0211) 5 9711
6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1
2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93
3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46
8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85
8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,
Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz:

Hewlett-Packard (Schweiz) AG, Zürcherstraße 20, Postfach 307,
8952 Schlieren-Zürich, Telefon (01) 730 52 40

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien,
Österreich, Telefon (0222) 3516 21 bis 32

Für die UdSSR:

Hewlett-Packard Representative Office USSR,
Pokrovsky Boulevard 4/17, suite 12, Moscow 101000, USSR, Tel. 294-2024

Europa-Zentrale:

Hewlett-Packard S.A., 7, rue du Bois-du-Lan, Postfach,
CH-1217 Meyrin 2-Genf, Schweiz, Telefon (022) 41 54 00,
ab März 1977: Telefon (022) 82 70 00

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please do not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.