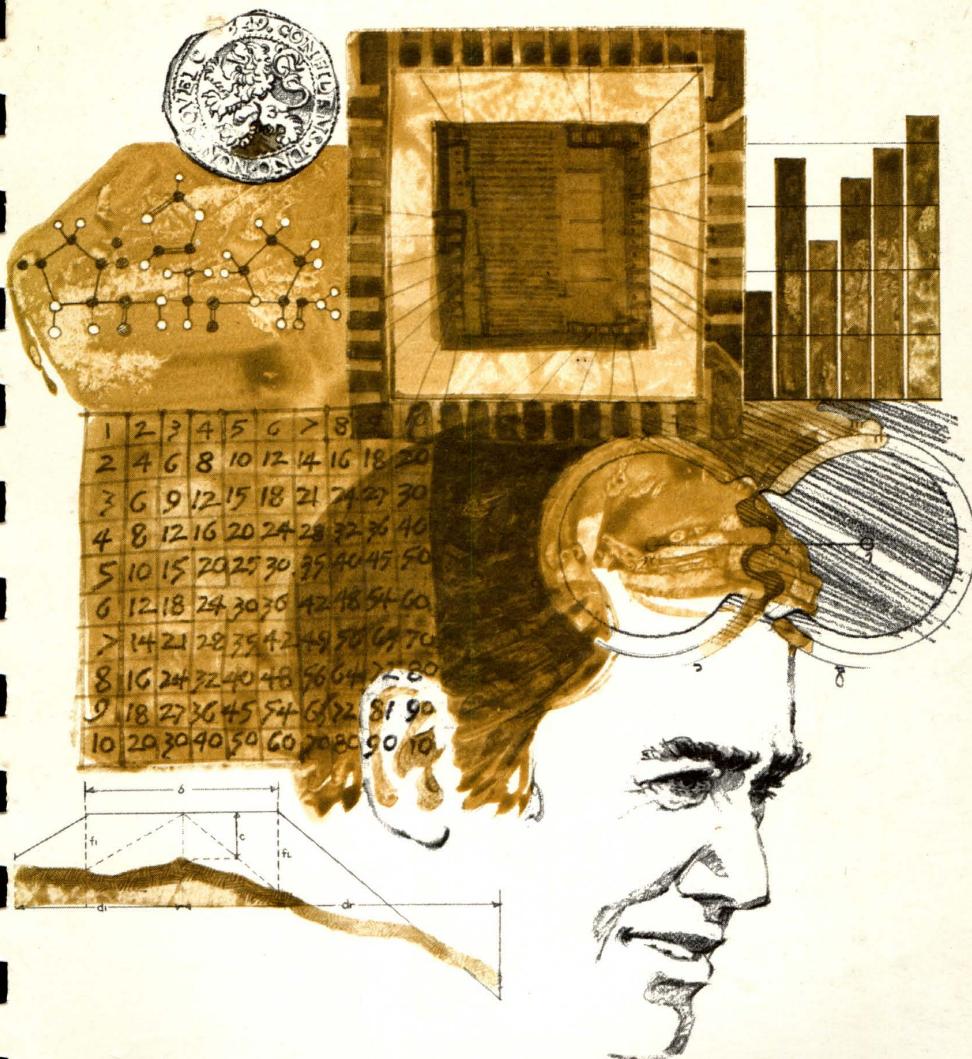


HEWLETT-PACKARD

HP-67

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-67 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-67 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-67 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. Programm speicherlisten 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-67 Standard-Paket weicht insofern von den übrigen Anwendungs-Paketen ab, als es umfangreiche Erklärungen zu wichtigen Programmiertechniken beinhaltet. Sie finden diese äußerst nützlichen Erläuterungen auf den Seiten 100 bis 156.

Wir hoffen, daß Ihnen das HP-67 Standard-Paket bei Ihren täglichen Berechnungen eine wertvolle Hilfe sein wird.

Notizen

Inhaltsverzeichnis

1. Gleitender Durchschnitt	
Trendberechnungen, statistische Anwendungen	14
2. Tabulator	
Gleichzeitige Addition von Zeilen und Spalten bei tabellarisch angeordneten Daten	18
3. Kurvenanpassung	
Ermöglicht die Anpassung verschiedener Kurventypen (Gerade, Exponentialfunktion, logarithmische sowie Potenzfunktion) an vorgegebene Daten	22
4. Kalenderrechnungen	
Berechnung der Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten sowie Bestimmung des Wochentages zu gegebenem Datum ...	30
5. Renten- und Zinseszinsrechnung	
Verschiedene Anwendungen der Zinseszinsformeln, Darlehen-tilgung, Sparprogramme usw.	34
6. Folg Mir	
Ein «programmierbares» Programm	44
7. Dreiecksberechnungen	
Berechnung der unbekannten Größen in beliebigen ebenen Dreiecken	50
8. Vektor-Operationen	
Addition, Kreuzprodukt, Skalarprodukt, Koordinatentransformation zwei- oder dreidimensionaler Vektoren	56
9. Polynom-Berechnungen	
Berechnung von Polynomen bis dritten Grades	62
10. Matrizenrechnung (3×3-Matrix)	
Berechnung der Determinante und der Inversen sowie Multiplikation mit einer Spaltenmatrix	66
11. Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$	
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	
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 Kartentasche die Magnetkarte für das Programm **Kurvenanpassung** (STD-03A).

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

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 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 gegenüberliegenden Seite 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 Programmcarte auf der linken Seite des Rechners und schieben sie dann in den dafür vorgesehenen Fensterausschnitt oberhalb der Tasten **A** bis **E** (siehe Abb. 3).

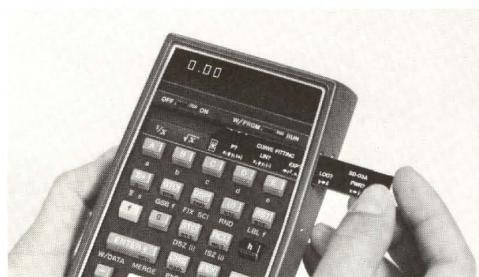


Abb. 3

Das Programm steht jetzt im Programmspeicher des HP-67 zur Verfügung. Es verbleibt dort solange, bis Sie den Rechner ausschalten oder den Inhalt des Programmspeichers mit anderen Informationen überschreiben.

Beschriftung der Programmcarten

Betrachten Sie einmal die Beschriftung der Magnetkarte, die Sie soeben in den Fensterausschnitt oberhalb des Tastenfeldes eingeschoben haben. Die einzelnen Zeichen und Symbole sollen als Gedächtnisstütze bei der Ausführung des Programms dienen. Wie Sie schnell erkennen, sind die aufgedruckten Angaben den Programmtasten **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 Programmcarten 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 e	Für goldfarbene Zeichen gilt das gleiche, was bereits für weiße Zeichen gesagt wurde, nur daß jetzt die entsprechende Programmtaste im Anschluß an die Präfixtaste f zu drücken ist. Das Beispiel gibt an, daß der Wert für y durch Drücken von f e eingegeben wird.
x f y A	Das Zeichen f 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
→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 angezeigt.
→ 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.
↔ 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/Anzeige-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 (delete – entfernen) 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-67-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: Pause-Modus einschalten.		f a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart:			
	für lineare Regression		f b	1.00
	oder Exponentielle 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 Anzeige des			
	Bestimmtheitsmaßes r^2 und der			
	Regressionskoeffizienten a und b		C	r^2, a, b
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		R↓ B	
	werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten			
	werden gelöscht, indem das Wertepaar		B	
	eingetastet und anschließend B gedrückt			
	wird.			

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. Diese Anweisung bezieht sich im wesentlichen auf die Steuerung des Druckers beim HP-97 (programmierbarer technisch-wissenschaftlicher Rechner im Attachée-Format mit eingebautem Thermodrucker). Solche Druckbefehle werden von Ihrem HP-67 als **PAUSE**-Anweisungen interpretiert – der Rechner unterbricht die Programmausführung für etwa fünf Sekunden und zeigt während dieser «Pause» den Inhalt des X-Registers an.

In diesem speziellen Anwendungsfall hat der Druck/Anzeige-Modus beim HP-97 die Aufgabe, alle Eingabedaten auszudrucken, um so einen bleibenden Beleg zu den verwendeten Daten zu erstellen. Ihr HP-67 unterbricht statt dessen kurzfristig die Ausführung des Programms und zeigt die Werte während dieser Pause an.

Wenn Sie diesen automatischen Druck/Anzeige-Modus wählen wollen, sind – wie in der Spalte **Tasten** angegeben – die Tasten **f a** zu drücken; die Eingabedaten werden dann angezeigt. 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. Damit gibt der Rechner an, ob der Druck/Anzeige-Modus eingeschaltet (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist. Probieren Sie es ruhig aus! Bevor Sie fortfahren, kontrollieren Sie bitte, daß der Druck/Anzeige-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 \blacktriangleleft 2.7 **A** 3 \blacktriangleright 20 **A** 7 \blacktriangleleft 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 \blacktriangleleft 20 **B** 4 \blacktriangleright 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.

Im Anschluß daran erscheinen drei Zahlenwerte in der Anzeige. Als erstes wird der errechnete Wert für das Bestimmtheitsmaß (r^2) angezeigt. Im Beispiel erhalten Sie für r^2 die Anzeige 1.00. Anschließend werden die beiden Regressionskoeffizienten a (1.02) und b (1.00) angezeigt. Versuchen Sie es jetzt einmal und drücken Sie **C**. Wenn der Rechner anhält (nachdem alle drei Werte nacheinander angezeigt wurden), können Sie die Daten durch nochmaliges Drücken von **C** erneut zur Anzeige bringen.

Wenn Sie die Werte über eine längere Zeit als die Dauer einer Pause (ca. 1 Sekunde) anzeigen wollen, können Sie **während** der Pausenzeit **R/S** drücken. Das Programm hält dann endgültig an, wobei der betreffende Wert in der Anzeige verbleibt. Durch erneutes Drücken von **R/S** können Sie das Programm zu jedem beliebigen Zeitpunkt wieder starten. Versuchen Sie es einmal. Drücken Sie **C** und halten Sie dann den Rechner während der ersten Pause mit **R/S** an. Drücken Sie anschließend noch einmal **R/S**, damit das Programm weiterläuft. Halten Sie dann den Rechner während der zweiten Pause erneut an; jetzt wird 1.02 angezeigt. Drücken Sie **R/S** und beenden Sie die Rechnung.

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** **W** 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.

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 aufblitzen. 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 Programmcarte 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: PAUSE-Modus «einschalten»; der Rechner zeigt autom. nacheinander k , x_k und den berechneten Mittelwert an.		f b	1.00/0.00
5	Geben Sie einen weiteren Wert ein und berechnen Sie den gleitenden Durchschnitt (AVG)*	x_k	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: Anzeigen der Werte für die augenblickliche Mittelwertbildung in der Reihenfolge «letzte Eingabe... älteste Eingabe».		C	Anzeige
9	Auf Wunsch: Anzeige des Mittelwertes zu beliebigem Zeitpunkt. 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 darauf folgenden Eingabeschritte zu wiederholen.		D	AVG

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**

- 6 **f 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-67 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 anzeigen.

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

Drücken Sie**Anzeige**

- 225 **A** → «7.00», 212.50 Die bei der Mittelwertbildung verwendeten Daten, mit dem zuletzt eingegebenen Wert beginnend.
C → 225.00
 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.

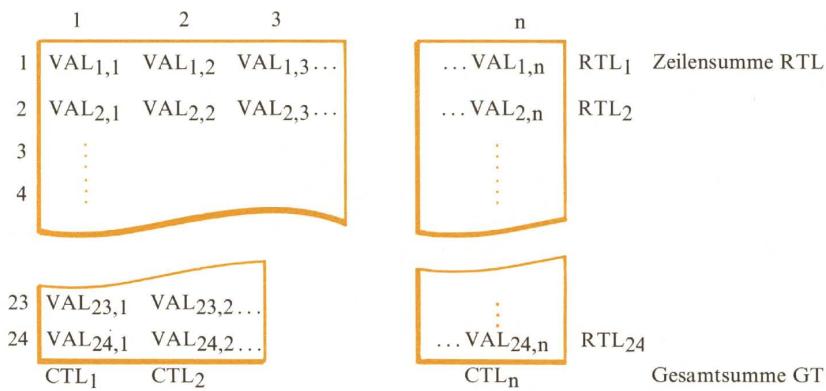


Abb. 1

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

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme an der Gesamtsumme

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

Anmerkungen:

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.

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*.	Zeilen	f a	
3	Auf Wunsch: Schalten Sie den Pause-Modus			
	ein (eingegebene Werte werden kurzfristig			
	angezeigt).		f b	1.00/0.00
4	Nächsten Wert eintasten.	VAL	A	VAL
5	Führen Sie diesen Schritt aus, wenn der			
	zuletzt eingegebene Wert falsch war.		B	
6	Fahren Sie mit Schritt 4 fort, bis alle Werte			
	eingeben sind.			
7	Wahlweise: Anzeigen der Zeilensummen und			
	der Gesamtsumme		C	Zeilen
	oder			
	Anzeigen des prozentualen Anteils der			
	Zeilensummen an der Gesamtsumme.		D	Zeilen %
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
12 f 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

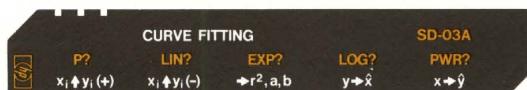
Drücken Sie

			Anzeige
4	■	■	0.00
273	■	1093	1907.00 Umsatz Januar
284	■	847	2040.00 Umsatz Februar
303	■	1222	2661.00 Umsatz März
244	■	1027	2566.00 Umsatz April
252	■	978	Umsatz Mai
423	■	570	Zeilensummen
118	■	805	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%

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.

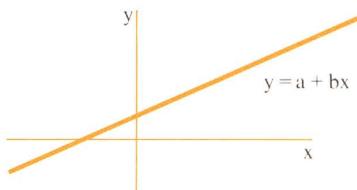
Zur Eingabe der Wertepaare (x_i, y_i) ist jeweils zuerst x_i einzutasten, **ENTER↓** zu drücken, y_i einzutasten und dann die Taste **A** zu drücken. Die Anzahl der Datenpaare, die Sie eingeben können, ist nicht beschränkt. Wenn Sie nach Drücken von **A** feststellen, daß Sie einen falschen Wert eingegeben 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** **↑** **y** **B** können Sie auch solche Wertepaare löschen, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt eingegeben wurden.

Wenn Sie alle Datenpaare eingegeben haben, drücken Sie **C**. Damit starten Sie die Berechnung und anschließende Anzeige 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

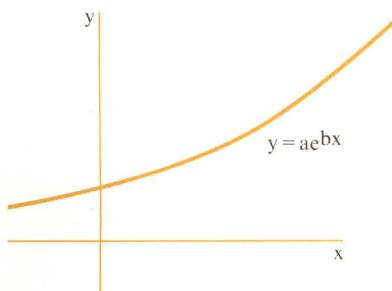


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i}{n} \sum y_i}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

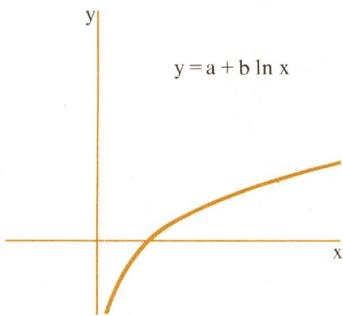


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

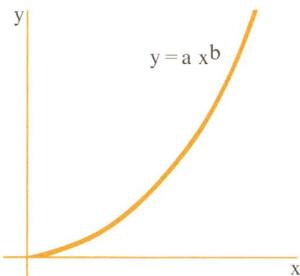


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

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 R_0 bis R_9 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).

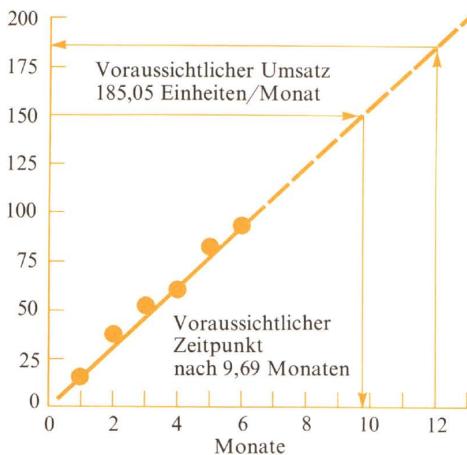
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Auf Wunsch: Pause-Modus einschalten.		f a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart:			
	für lineare Regression		f b	1.00
	oder Exponentielle Kurvenanpassung		f c	1.00
	oder logarithmische Kurvenanpassung		f d	1.00
	oder Anpassung einer Potenzfunktion		f e	1.00
4	x-Wert eingeben*	x_i	\uparrow	x_i
5	y-Wert eingeben	y_i	A	$i+1$
6	Schritte 4 und 5 für alle Datenpaare			
	wiederholen.**			
7	Berechnung und Anzeige des			
	Bestimmtheitsmaßes r^2 und der			
	Regressionskoeffizienten a und b.		C	r^2, a, b
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 ange-			
	zeigten Zähler ($i+1$) entspricht.			
	** Das zuletzt eingegebene Wertepaar kann			
	durch die Tastenfolge R↓ B gelöscht		R↓ B	
	werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten			
	werden gelöscht, indem das Wertepaar		B	
	eingetastet und anschließend B gedrückt			
	wird.			

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**

		Anzeige
<input type="checkbox"/> b	—	→ 1.00
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 $t=0$)

a = 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 a und für x die Zeit t .

Drücken Sie	Anzeige
f [b] →	1.00
5 ↑ 140 [A] 6 ↑ 149 [A] 7 ↑ 159 [A] →	4.00
9 ↑ 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

 1.00
10  210  30  40  50  12  4.00
70  9  90  6.8   0.99 (r²)
8599.81 (a)
-1.62 (-b)
15  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 06.03.1975 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.

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

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

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

Berechnung des Wochentages:

Wochentag (0 bis 6) = 7 × FRAC [(Tageszahl - 1720982)/7].

Die Operatoren INT und FRAC entsprechen den Funktionen **INT** und **FRAC** auf dem Tastenfeld Ihres HP-67.

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-67 gedrückt wird. Dann wird die Zahl im angezeigten X-Register beim Drücken der entsprechenden Programmaste als Eingabewert «erkannt» und gespeichert. Wenn dagegen keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt wurde, interpretiert der Rechner das Drücken einer der Programmaste 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 R₀ – R₂, 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)	DT ₁	A	Tag #1
	Zweites Datum (mm.ddyyyy)	DT ₂	B	Tag #2
	Zahl der Tage zwischen zwei Daten	Tage	C	Tage
	oder Wochen zwischen zwei Daten*	WKS.DYS	D	Tage
4	Berechnen Sie einen der folgenden Werte			
	Erstes Datum		A	Datum ₁
	Zweites Datum		B	Datum ₂
	Zahl der Tage		C	Tage
	Zahl der Wochen		D	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

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**

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 Programmcarte einlesen oder das Programm mit **STO 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 berechnen 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 «Endlos-schleife».

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.

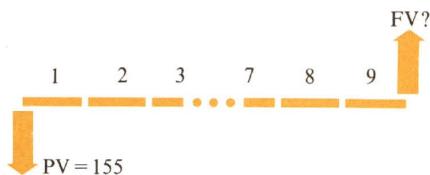
Mit **RCL A**, **RCL B**, **RCL C**, **RCL D** und **RCL E** können Sie die in den entsprechenden Registern gespeicherten Werte für die verschiedenen Variablen in die Anzeige rufen.

Die Register $R_0 - R_2$ 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 Programmkarre 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	Anzeigen der Daten in der Reihenfolge			
	n, i, PMT, PV, FV – BAL		C	Werte
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 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**

Drücken Sie	Anzeige
f a 155 STO D	155.00
5.75 ↑ 12 ÷ STO B	0.48
9 ↑ 12 × STO A	108.00
E	259.74

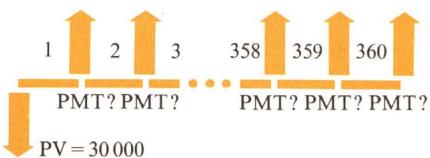
Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige
6 ↑ 12 ÷ STO B	0.50
E	265.62

Beispiel 2:

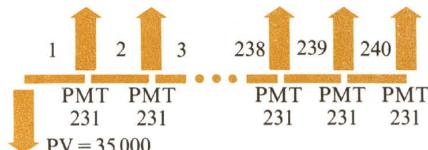
Ein Darlehen in Höhe von 30 000 DM mit einer Laufzeit von 30 Jahren soll bei einem Zinssatz von 9% p.a. durch monatliche Ratenzahlungen vollständig zurückgezahlt werden. Wie hoch sind diese monatlichen Rückzahlungsraten?

**Drücken Sie**

Drücken Sie	Anzeige
f a 30 ↑ 12 × STO A	360.00
30000 STO D	30000.00
9 ↑ 12 ÷ STO B	0.75
C	241.39
f c	360.00 (n) 0.75 (i) 241.39 (PMT) 30000.00 (PV) 0.00 (FV)

Beispiel 3:

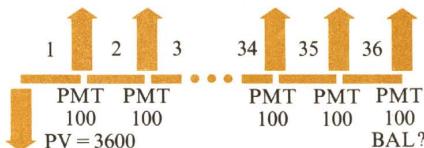
Ein Sparprogramm bietet als Gegenleistung für eine einmalige Einlage von 35 000 DM die Zahlung monatlicher Rentenbeträge in Höhe von 231 DM für eine Dauer von 20 Jahren an. Welchem Jahreszinssatz entspricht das?

**Drücken Sie**

Drücken Sie	Anzeige
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?

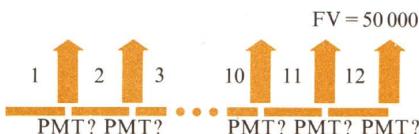
**Drücken Sie**

Drücken Sie	Anzeige
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** → 3780.69

Anzeige

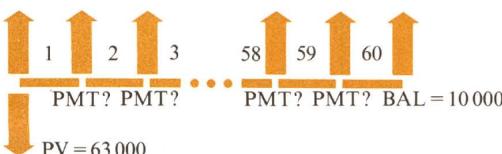
Welcher statt der Ratenzahlungen sofort angelegte Betrag würde den gleichen Effekt bringen?

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** → 1300.16

Anzeige

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

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 **×** → 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 **×** → 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 Der 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 Programmkkarte 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 G für			
	Addition, F G für Subtraktion, F H für			
	jede Multiplikation und F I für jede			
	Division und F J 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
(Start)	
A	0.00
(I/0)(I/0) (+) (x)	
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
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
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

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 9 ex 2.8 E → 7.40

4.5 E 9 ex 3.7 E → 47.26

6.0 E 9 ex 6.4 E → 210.32

Anzeige

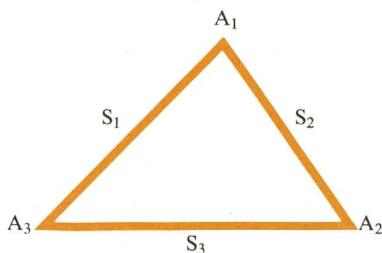
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

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 zeigt der Rechner nacheinander die Länge der Seiten, die Winkel und die Dreiecksfläche an, 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 R_9 , A_1 in R_A , S_2 in R_B , A_2 in R_C , S_3 in R_D und A_3 in Register R_E .

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.)

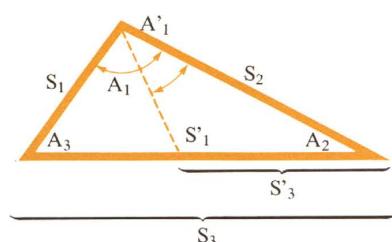
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

(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 $R_0 - R_6$, $R_{S0} - R_{S9}$ 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.

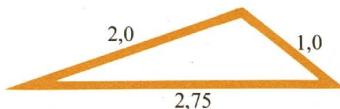
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

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

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.

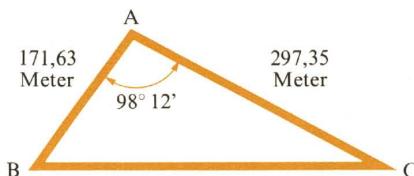
**Drücken Sie**2 **▲** 1 **▲** 2.75 **A** →**Anzeige**

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

RCL 9	→ 2.00
RCL A	→ 129.84
RCL B	→ 1.00
RCL C	→ 33.95
RCL D	→ 2.75
RCL E	→ 16.21

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.



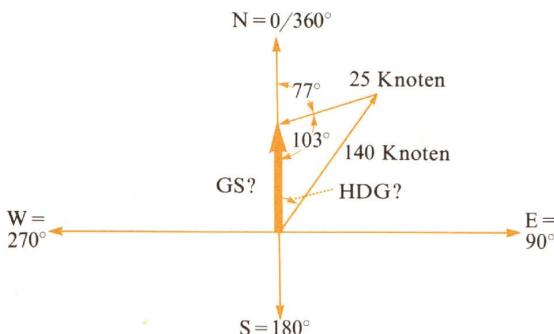
Es sind also zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben:
 $S_1 = 171.63$, $A_1 = 98^\circ 12'$ und $S_2 = 297.35$.

Drücken Sie171.63 **▲** 98.12 **f** **H** **297.35 D** →**Anzeige**

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

140.00 (TAS)

66.98

25.00 (Windgeschwindigkeit)
103.00

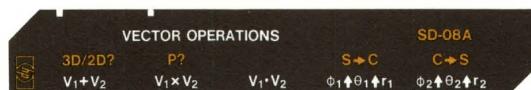
132.24 (GS)

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 vom Programm selbstständig angezeigt werden sollen. Bei wiederholtem Drücken von **f b** wird der Pause-Modus abwechselnd ein- (Anzeige 1.00) und ausgeschaltet (Anzeige 0.00). Die Anzeige der Eingabedaten geschieht programmintern über einen **g STK**-Befehl, so daß die Werte in folgender Reihenfolge angezeigt werden:

Nr. des Vektors (1.00 oder 2.00)

Φ (oder $\pi/2$ für 2D-Vektoren)

θ

r

Die Vektoren werden in folgenden Formaten angezeigt:

Polarkoordinaten

0.00

Φ

θ

r

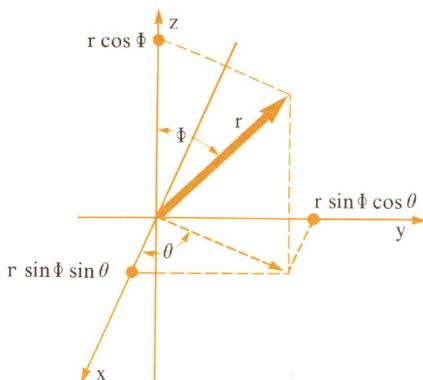
Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)

0.00

z

y

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.		<input type="button" value=" "/> <input type="button" value=" "/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale		<input type="button" value=" "/> <input type="button" value=" "/>	
	Vektorrechnung		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie den Pause-Modus		<input type="button" value=" "/> <input type="button" value=" "/>	
	ein (autom. Anzeige der Eingabedaten).		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="b"/>	1.00/0.00
4	Wenn Sie Koordinaten umwandeln wollen:		<input type="button" value=" "/> <input type="button" value=" "/>	

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in rechtwinklige K. nach Zeile 8		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Gehen Sie für die Umwandlung in Polarkoordinaten nach Zeile 10		<input type="button"/> <input type="button"/>	
5	Geben Sie die Vektoren 1 und 2 ein:		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Winkel ϕ_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(ϕ_1)	<input type="button"/> <input type="button"/>	ϕ_1
	Winkel θ_1	θ_1	<input type="button"/> <input type="button"/>	θ_1
	Betrag r	r ₁	<input type="button"/> D	1.00
	Winkel ϕ_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(ϕ_2)	<input type="button"/> <input type="button"/>	ϕ_2
	Winkel θ_1	θ_2	<input type="button"/> <input type="button"/>	θ_2
	Betrag r	r ₂	<input type="button"/> E	2.00
6	Führen Sie eine der Vektoroperationen aus:		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Addition		<input type="button"/> A	0, ϕ , θ , r
	Kreuzprodukt		<input type="button"/> B	0, ϕ , θ , r
	Skalarprodukt		<input type="button"/> C	$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2$, $\not\propto$
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="button"/> <input type="button"/>	
8	Geben Sie die Polarkoordinaten ein:		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	Winkel ϕ (entfällt bei 2D-Vektoren)	(ϕ)	<input type="button"/> <input type="button"/>	(ϕ)
	Winkel θ	θ	<input type="button"/> <input type="button"/>	θ
	Betrag r	r	<input type="button"/> f <input type="button"/> d	0, z, y, x
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="button"/> <input type="button"/>	
10	Geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten ein:		<input type="button"/> <input type="button"/>	
	z-Koordinate (entfällt bei 2D-Vektoren)	(z)	<input type="button"/> <input type="button"/>	(z)
	y-Koordinate	y	<input type="button"/> <input type="button"/>	y
	x-Koordinate	x	<input type="button"/> f <input type="button"/> e	0, ϕ , θ , r
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="button"/> <input type="button"/>	

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**

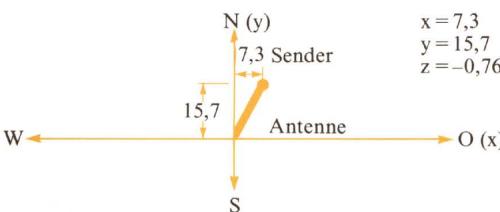
f a f a
 212 225 D
 320 20 E
 A

Anzeige

2.00
 1.00
 2.00
 0.00
 90.00
 216.97 (Grad)
 219.64 (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

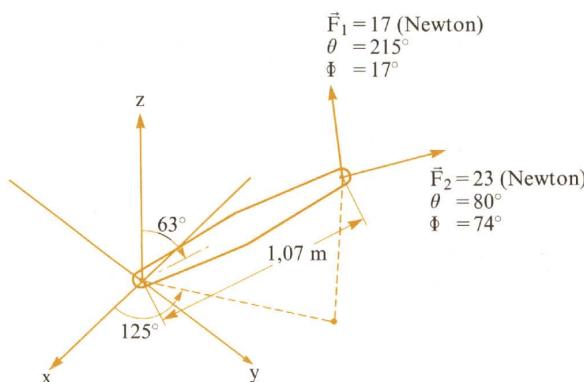
[f] [a] →
 [f] [b] →
 .76 CHS ↑ 15.7 ↑ 7.3 [f] [e] →

Anzeige

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

3.00
 1.00
 2.00
 0.00
 39.34
 90.70
 29.47 (Newton)

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

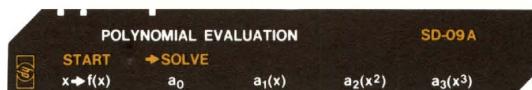
E	→	2.00
63	↑ 125	↑ 1.07
D	→	1.00
B	→	0.00
		124.34
		55.37
		18.02

... 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 bei der Ausgabe durch eine zuvor angezeigte -1.00 gekennzeichnet werden; anschließend folgen zuerst der Imaginär- und dann der Realteil. Reelle Lösungen werden ohne die vorangestellte -1.00 angezeigt. (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:

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

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

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

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

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: $a_2^2 = 1.00$

$$a_1^2/a_2^2 = x_3 + a_2/a_3$$

$$a_0^2/a_2^2 = x_3 (x_3 + a_2/a_3) + a_1/a_3$$

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

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

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 Programmcarte 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 angezeigt.)			Lösung
6	Gehen Sie nach Zeile 8.			
7	Geben Sie x ein und berechnen Sie f(x).	x	A	f(x)
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

Drücken Sie	Anzeige
[f] [a] →	0.00
2 [B] 20 [C] 9.81 [↑] 2 [÷] [CHS] [D] [f] [b] →	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 (NH₃) ist in Abhängigkeit von der in Kelvin gemessenen Temperatur durch die folgende Gleichung gegeben:

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

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

Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige
[f] [a] →	0.00
9140 [CHS] [B] 7.596 [CHS] [C] →	2.00
4.243 [EEX] [CHS] 3 [D] .742 [CHS] [EEX] [CHS] 6 [E] →	4.00
400 [A] →	-11547.01 (kal)
600 [A] →	-12330.39 (kal)
800 [A] →	-12881.18 (kal)

Beispiel 3:

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

Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige
[f] [a] 8 [CHS] [B] 8 [C] 4 [CHS] [D] 1 [E] [f] [b] →	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 wird als Hinweis dafür angezeigt, 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

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

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 $R_{S0} - R_{S9}$ werden vom Programm nicht belegt.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	3x3-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 3x3-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 angezeigt.)			
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-Daten jederzeit durch einmaliges Drücken der Taste **E** anzeigen. Die Ausgabe 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

Drücken Sie	Anzeige
23 ↑ 8 ↑ 4 A	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 (a_1) -0.03 (a_2) 0.02 (a_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 $(\text{Ergebnisse der Multiplikation})$ 0.08 -0.02

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 Sie14 **A** 8 **CHS** **A** **0** **A** \longrightarrow 8 **CHS** **A** 12 **A** **0** **B** \longrightarrow 0 **A** **0** **A** **1** **C** \longrightarrow 20 **A** **5** **A** **0** **D** \longrightarrow **f** **a** \longrightarrow **f** **b** \longrightarrow **E** \longrightarrow **f** **c** \longrightarrow **Anzeige**

0.00

0.00

1.00

0.00

104.00 (Determinante)

0.00 (Inverse wurde berechnet)

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)

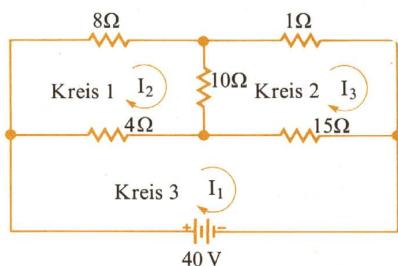
2.69 (Ergebnisse der

2.21 Multiplikation)

0.00

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

$$\text{Kreis 1: } 4 I_1 - 4 I_2 + 15 I_1 - 15 I_3 - 40 = 0$$

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

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

oder zusammengefäßt:

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

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

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

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

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

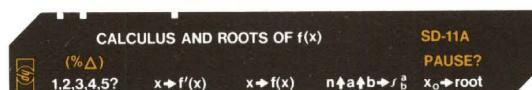
f [b] → 0.00 (Inverse wurde berechnet)

f [c] → 7.86 (I₁)

4.23 (I₂)

6.16 (I₃)

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 $y = f(x)$.

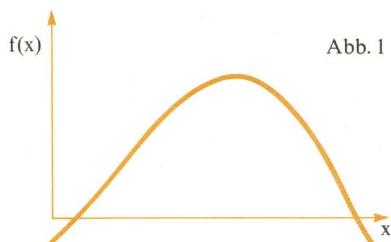


Abb. 1

Wenn sich die Gleichung für $f(x)$ mit weniger als 112 Programmschritten (einschließlich LBL und RTN) in den Programmspeicher eingeben 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 Programmcarte 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 Programmcarte ein.
2. Drücken Sie **GTO** **1 1 2**.
3. Drücken Sie **g** **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).

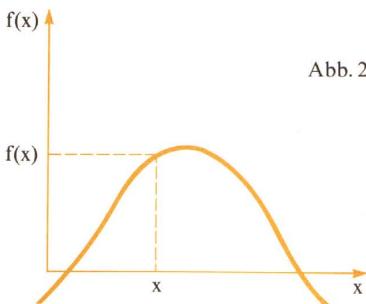


Abb. 2

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:

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

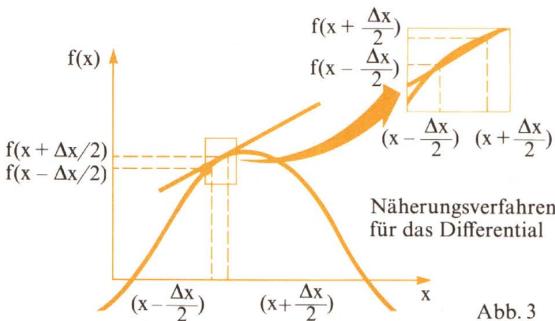


Abb. 3

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.

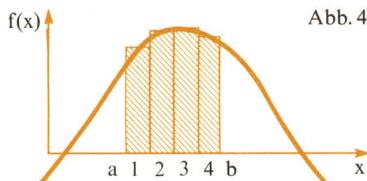


Abb. 4

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:

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

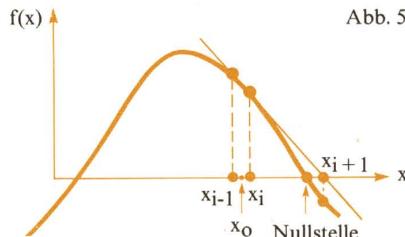


Abb. 5

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 $\text{f} \text{ } \text{b}$ 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 $R_{\$0} - R_{\$9}$ 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="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
2	Unterprogramm speichern (entweder		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	eintasten oder von Programmspeicherzeile		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	112 an von einer anderen Karte übernehmen		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	und «anhängen»).		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
3	Gewünschte Funktionsmarke eingeben.	i(1-5)	<input type="button" value="A"/> <input type="button" value=""/>	i
4	Eventuelle Konstanten für die Routinen		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	(aus Schritt 2) speichern.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
5	Gehen Sie für die Differentiation nach		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Schritt 6, für die Berechnung des		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Funktionswertes nach Schritt 9, für die		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Integration nach Schritt 11 oder zur Berech-		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	nung der Nullstelle nach Schritt 15.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
6	Auf Wunsch: Geben Sie die geänderte		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Genauigkeitsschranke ein.	%Δ	<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>	%Δ
7	Tasten Sie x ein und berechnen Sie f'(x).	x	<input type="button" value="B"/> <input type="button" value=""/>	f'(x)
8	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Schritt 8. Für eine neue Rechnung, gehen		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Sie nach Schritt 2, 3, 4, 5 oder 6.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
9	Tasten Sie x ein und berechnen Sie den		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Funktionswert.	x	<input type="button" value="C"/> <input type="button" value=""/>	f _i (x)
10	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Schritt 9. Für eine neue Rechnung, gehen		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Sie nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
11	Geben Sie die Zahl der Teilintervalle ein.	n	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value=""/>	n
12	Geben Sie die untere Integrationsgrenze ein.	a	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value=""/>	a
13	Geben Sie die obere Integrationsgrenze ein		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	und berechnen Sie das bestimmte Integral.	b	<input type="button" value="D"/> <input type="button" value=""/>	$\int_a^b f_i(x) dx$
14	Gehen Sie zur Änderung der Werte a, b oder		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	n nach Schritt 11. Gehen Sie für eine neue		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
	Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	
15	Auf Wunsch: Geben Sie %Δ ein.	%Δ	<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>	%Δ
16	Auf Wunsch: Wählen Sie den PAUSE-		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value=""/>	
	Modus.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	1.00/0.00

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
17	Geben Sie einen Schätzwert ein und berechnen Sie die Nullstelle.		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.	Schätzwert		

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

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmcarte ein.

GTO **112** **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 **↑** **h** **TI** 2 **÷** **D** → 1.685750251

Integration über zehn Teilintervalle:

10 **↑** 0 **↑** **h** **TI** 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 Programmkkarte 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

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkkarte ein.

GTO **• 112** **9** **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»

Anzeige

«0.24»

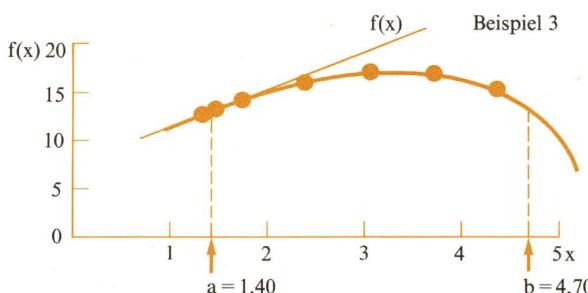
«0.24»

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 Programmkkarte 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

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkkarte ein.

GTO 112 **LBL** **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 **f** **a** 1.40 **B** → 1.33 $(x - \frac{\Delta x}{2})$

$f(1.33) = 12.7$

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

$f(1.47) = 13.3$

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 Programmkkarte 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

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM

112 35 22

f **LBL** 1 → 113 31 25 01

f **LN** **x** → 114 31 52 (1nx)

RCL 1	→ 115 34 01
RCL 0	→ 116 34 00
X	→ 117 71
+	→ 118 61 (1nx + 3x)
RCL 2	→ 119 34 02
-	→ 120 51 (1nx + 3x - 10.8074)
h RTN	→ 121 35 22

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

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.

	Anzeige
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 $^{\circ}$ C um und 0° C in $^{\circ}$ F.**Drücken Sie**

Lesen Sie Seite 2 ein.

	Anzeige
212 A	100.00
0 f a	32.00

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

Lesen Sie Seite 1 ein.

	Anzeige
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.

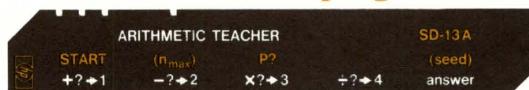
Drücken Sie

Lesen Sie Seite 1 ein.

	Anzeige
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: $x \cdot y$.

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** **B**), werden die Operanden für Addition und Multiplikation maximal 3, für Subtraktion $3+3$ und für Division 3^2 sein. Wenn kein Wert vom Benutzer vorgegeben wird, setzt das Programm automatisch $n_{\max} = 9$.

Anmerkungen:

Die gewünschte Rechenart ($+$, $-$, \times , \div) kann auch innerhalb einer Lektion jederzeit geändert werden. Dabei erscheint eine der folgenden Codezahlen kurzfristig in der Anzeige: 1 für Addition, 2 für Subtraktion, 3 für Multiplikation und 4 für Division.

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-67 darauf mit einer Fehlermeldung, die den Neustart des Programms erforderlich macht.

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 indi-

viduellen Startwert für den Zufallsgenerator vorgeben. Dieser Startwert kann eine beliebige Zahl zwischen 0 und 1 sein; er wird mit der Tastenfolge **f** **e** eingegeben.

Die Register $R_0 - R_6$ und $RS_0 - RS_9$ 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 Pause-Modus 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 zeigt der Rechner an: 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 Pause-Modus einschalten (Schritt 5) oder n_{\max} angeben bzw. ändern (Schritt 4).			
	* Nach Wahl der Rechenart wird kurzzeitig folgende Code-Zahl angezeigt: 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.

Drücken Sie**Anzeige**f a → 0.00

Größte Zahl soll 8 sein.

8 f b → 8.00

Grundrechenart wählen.

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 → } Fehler

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.

Drücken Sie**Anzeige**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)
			(insgesamt)
			(% 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» verfehlen 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 Programmkkarte einlesen.			
2	Übernehmen Sie die Kontrolle für die			
	Landung.		A	«V. Höhe»
				«Treibstoffm.»
				«3»
				«2»
				«1»
3	Wählen Sie eine Treibstoffmenge*	Bremsschub		«V. Höhe»
				«Treibstoffm.»
				«3»
				«2»
				«1»
4	Gehen Sie nach Schritt 3 bis Sie entweder			
	weich landen (blinkende Nullen in der			
	Anzeige) oder aufschlagen (Aufschlag-			
	geschwindigkeit 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 Prüfprogramm 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_↑**-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 nacheinander die folgenden drei Werte anzeigen:

1. 07
10.000 06
1.0000 07

Dieses Ergebnis bestätigt, daß die Routinen für die Anzeigeformatierung ordnungsgemäß funktionieren. Wenn der Rechner anhält, bevor diese Werte angezeigt 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
ST I , RC I , R 0 , GTO 0 , <blbl< b=""> 0, x=y, x^y</blbl<>	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
RC , RND , SIN , SIN⁻¹	25
COS , COS⁻¹	26
TAN , TAN⁻¹	27
R[↔] , ↔P	28
H[↔] , ↔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	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.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Diagnose starten.		<input type="text"/> A <input type="text"/>	-7.77777770-77
3	Ergebnisse mit Code-Tabelle vergleichen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Notizen

Programm-Liste

Vergleichsfunktionen	102
Gleitender Durchschnitt	104
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung	106
Tabulator	108
Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister	110
Kurvenanpassung	112
Mehrfaches Belegen von Speicherregistern	114
Kalenderrechnungen	116
Berechnungen verschiedener Variablen	118
Renten- und Zinseszinsrechnungen	120
Indirekte Programmverzweigung	122
Folg mir	124
Variable Eingabe	126
Dreiecksberechnungen	128
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl	130
Vektor-Operationen	132
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags, die durch Abfrage gelöscht werden	134
Polynom-Berechnungen	136
Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf	138
Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)	140
Iterationsschleifen	142
Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$	144
Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten	146
Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen	148
Arithmetik-Lernprogramm	150
«Mondlandung»	152
Diagnostik-Programm	154

Notizen

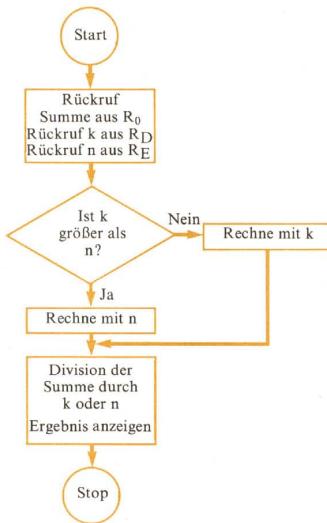
Vergleichsfunktionen

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_{ST}Y**, **X_{ST}Y**, **R_{UP}**, **÷**, **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
 z: Summe
 y: 15
 x: 6

t: unbekannter Wert
 z: Summe
 y: 4
 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+	Pause zur Anzeige von n
002	CLRG		058	F74	
003	PT5	Sprung nach A, falls n < 1 oder n > 22	059	#LBL0	Berechnung des Durchschnitts
004	CLRG		060	X2?	
005	1	Speichere n in RD und (n + n/100) in RI	061	F0?	Einstellen der Anzeige
006	X>10		062	GT00	
007	GT01	Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe	063	FSE	Abspeichern der Daten
008	CLX		064	#LBL0	
009	- 2	k um 1 erhöht	065	RCL0	Einschalten des automatischen Druck/Anzeige-Modus
010	2		066	RCLD	
011	X>Y	k und Eingabewert anzeigen, falls Flag 0 gesetzt	067	?	Anzeigen der Werte in zeitlicher Reihenfolge
012	X>Y?		068	ENT+	
013	GT01	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere Eingabewert	069	F0?	Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms
014	STOD		070	PRTX	
015	1	Falls n ≤ k: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	071	RTN	Rücksetzen des Index für neue Schleife
016	?		072	#LBL0	
017	+	Falls n ≠ 0: Sprung nach 5 zur Anzeige	073	MDTA	Anzeige des Durchschnitts oder n
018	ST01		074	RTN	
019	INT	Rücksetzen des Index für neue Schleife	075	#LBL0	Anzeige des Durchschnitts oder n
020	RTN		076	F0?	
021	#LBL1	Speichere k	077	GT00	
022	R4		078	1	
023	#LBL4	Falls n ≤ k: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	079	SF0	Anzeige des Durchschnitts oder n
024	PSE		080	RTN	
025	GT04		081	#LBL0	
026	#LBL4	Falls n ≠ 0: Sprung nach 5 zur Anzeige	082	0	Anzeige des Durchschnitts oder n
027	F0?		083	CF0	
028	SPC		084	RTN	
029	RCL0	Rücksetzen des Index für neue Schleife	085	#LBL0	Anzeige des Durchschnitts oder n
030	1		086	SPC	
031	+		087	0	
032	F0?		088	#LBL3	
033	PRTX		089	RCL0	
034	X>Y		090	X>Y?	
035	F0?		091	RTN	
036	PRTX	Anzeige des Durchschnitts oder n	092	1	Anzeige des Durchschnitts oder n
037	RCLI		093	?	
038	ST-B	Rücksetzen des Index für neue Schleife	094	+	Anzeige des Durchschnitts oder n
039	X>Y		095	RCLI	
040	ST01		096	X>Y?	
041	ST10		097	FRC	
042	R4		098	ST01	
043	X>Y		099	ISZ1	
044	ST0E		100	RCLI	
045	RCL0		101	PRTX	
046	X>Y?		102	R4	
047	GSBF		103	1	
048	DSZ1		104	+	
049	GT05		105	GT03	
050	RCLI		106	#LBL0	
051	1		107	RCL0	
052	0		108	RCL0	
053	1		109	RCL0	
054	X		110	X>Y?	
055	ST01		111	X>Y	
056	#LBL5		112	R4	

REGISTER

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Σ belegt	belegt								
S0 belegt	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt	S5 belegt	S6 belegt	S7 belegt	S8 belegt	S9 belegt
A belegt	B belegt	C belegt		D n		E k		Kontrolle	

113	÷	-24						
114	RTN	14						
115	R/S	51						

LABELS								
A	x→"k,"Avg	B	W DATA	C	→VAL	D	→AVG	E
0	n	1	P?	2	c	3	d	e
3	belegt	4	Fehler	5		6		7
6	Anzeige	7		8		9		0
FLAGS								
SET STATUS								
						FLAGS	TRIG	DISP
						0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						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>	

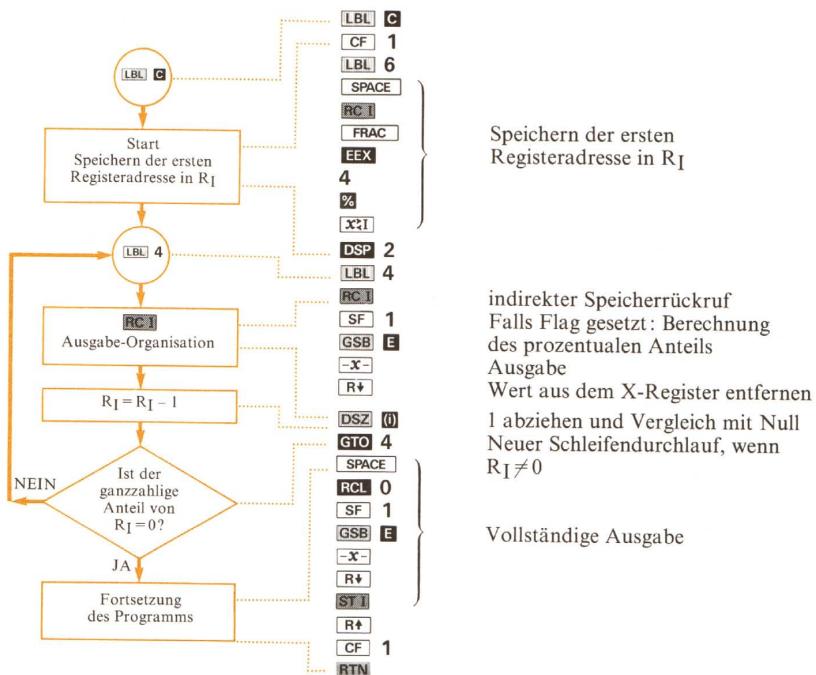
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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 **RC I** wird nun der Inhalt des Speichers R_3 in das X-Register zurückgerufen. Wird der Inhalt von I verändert, so ändert sich damit auch die Wirkung des Befehls **RC I**. Dieser Zusammenhang macht es möglich, mit einem einzigen **RC I**-Befehl alle 16 Speicherregister zurückzurufen.

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

Die Programmschritte 102 bis 130 des Tabulator-Programms zeigen die typische Verwendung der Befehle **DSZ I** und **RC I**. 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

<pre> 001 -*LBL1 002 CF2 003 C RG 004 PZS 005 CLR6 006 INT 007 1 008 X>Y? 009 ST02 010 CLX 011 2 012 4 013 X>Y 014 X>Y? 015 GT08 016 GT07 017 *LBL0 018 1 019 % 020 + 021 STOI 022 0 023 ENT† 024 ENT† 025 RTN 026 RTN 027 *LBLA 028 F2? 029 GSB1 030 ST-i 031 ST-0 032 X>Y 033 R† 034 + 035 LSTX 036 F0? 037 PRTX 038 DSZ1 039 RTN 040 F0? 041 SPC 042 SF2 043 RCLI 044 EEX 045 4 046 % 047 + 048 STOI 049 CLX 050 ENT† 051 R† 052 F0? 053 PRTX 054 F0? 055 SPC 056 RTN </pre>		<p>Flag 2 und Speicher löschen</p> <p>Liegt der eingegebene Wert für die Anzahl der Zeilen nicht zwischen 1 und 24, wird er zurückgewiesen</p> <p>Abspeichern der Registeranzahl + Registeranzahl/100 in RI</p> <p>Löschen der Stackregister</p> <p>Ist Flag 2 gesetzt, Löschen der Stackregister</p> <p>Eingabewert zu GT und Zeile addieren</p> <p>Eingabewert zur Spaltensumme addieren</p> <p>Eingabe anzeigen?</p> <p>Stop, falls RI ≠ 0</p> <p>Für neue Summe setze Flag 2</p> <p>Index löschen für nächste Schleife</p> <p>Anzeige der Spaltensumme und Stop</p>	<pre> 057 *LBL1 058 6 059 ENT† 060 ENT† 061 R† 062 RTN 063 *LBLB 064 F2? 065 GT01 066 ISZI 067 - 068 LSTX 069 ST-0 070 ST-i 071 F0? 072 SPC 073 RTN 074 *LBL1 075 R† 076 RCLI 077 FRC 078 1 079 + 080 STOI 081 R† 082 - 083 LSTX 084 ST-0 085 ST-i 086 F0? 087 SPC 088 RTN 089 *LBLb 090 F0? 091 GT08 092 SF0 093 CLX 094 SPC 095 1 096 RTN 097 *LBLB 098 CF0 099 CLX 100 0 101 RTN 102 *LBLC 103 CF1 104 *LBL6 105 SPC 106 RCLI 107 FRC 108 EEX 109 % 110 % 111 X>I 112 DSP2 </pre>	<p>Stackregister löschen</p> <p>GTO 1, falls sich die Spalte geändert hat</p> <p>Neuen Zähler speichern, Anzeige von Summe subtrahieren</p> <p>Index auf vorherigen Wert der letzten Spalte zurücksetzen</p> <p>Anzeige von den Summen abziehen</p> <p>Pause-Modus umschalten</p>			
<pre> 057 *LBL1 058 6 059 ENT† 060 ENT† 061 R† 062 RTN 063 *LBLB 064 F2? 065 GT01 066 ISZI 067 - 068 LSTX 069 ST-0 070 ST-i 071 F0? 072 SPC 073 RTN 074 *LBL1 075 R† 076 RCLI 077 FRC 078 1 079 + 080 STOI 081 R† 082 - 083 LSTX 084 ST-0 085 ST-i 086 F0? 087 SPC 088 RTN 089 *LBLb 090 F0? 091 GT08 092 SF0 093 CLX 094 SPC 095 1 096 RTN 097 *LBLB 098 CF0 099 CLX 100 0 101 RTN 102 *LBLC 103 CF1 104 *LBL6 105 SPC 106 RCLI 107 FRC 108 EEX 109 % 110 % 111 X>I 112 DSP2 </pre>		<p>Index auf erste Zeile setzen</p>					
REGISTER							
0 GT	1 belegt	2 belegt	3 belegt	4 belegt			
50 belegt	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt			
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt	E belegt			
				Index			

LABELS										FLAGS			SET STATUS		
A	Val	B	Del	C	→Tot	D	→% Tot	E	Val → % Tot	F	0	FLAGS	TRIG	DISP	
^a	#Zeilennr.	^b	P?	^c	^d	^e	^f	^g	^h	ⁱ	^j	ON OFF	DEG	FIX	
0	belegt	1	belegt	2	Fehler	3	.	4	Tot	2	belegt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5		6	% Tot	7	Fehler	8		9		3		1	<input type="checkbox"/>	SCI	
												2	<input type="checkbox"/>	ENG	
												3	<input type="checkbox"/>	n	

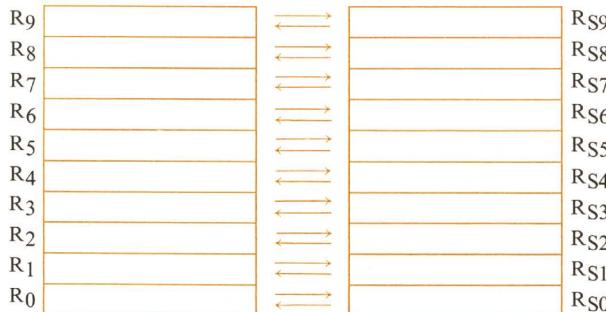
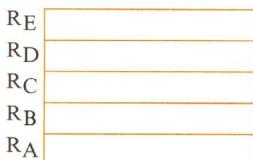
Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

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 **PS** benutzt. Nach der Ausführung des Befehls **PS** 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 **PS** noch einmal verdeutlichen.

PS

Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister



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

Σx	→	RS4
Σx^2	→	RS5
Σy	→	RS6
Σy^2	→	RS7
Σxy	→	RS8
Σn	→	RS9

Vor Beginn der Summation müssen die Register RS4 bis RS9 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 **PTS**. Die entsprechenden Programmschritte im Programm «Kurvenanpassung» sind:

PTS Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

CL REG Löschen der Primärspeicherregister

PTS 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 **PTS** notwendig. Die Programmschritte 69 bis 113 (LBL C) führen die Berechnungen der Koeffizienten durch. Zu Beginn und am Schluß finden Sie den Befehl **PTS**. Zunächst erlaubt er den direkten Zugriff zu den gespeicherten Summen und zum Schluß bringt **PTS** die Daten wieder in die alte Anordnung zurück.

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

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

Kurvenanpassung

001 *LBLa	Flag für Pause-Modus umschalten.	057 X ² Y	Löschen des Pause-Flags
002 6		058 PRTX	
003 F20		059 X ² Y	
004 RTN		060 PRTX	
005 1		061 SF2	
006 SF2		062 RTN	
007 RTN		063 *LBLB	
008 *LBLk	Löschen der Register und Flags für lineare Regression	064 SF3	Setzen des Flags für Σ -
009 CF0		065 F20	ggf. Löschanzeige drücken
010 CF1		066 GSB3	Eingaben löschen
011 P ₂ S		067 GT08	Austausch Primär- und Sekundärregister
012 CLR6		068 *LBLC	
013 P ₂ S		069 P ₂ S	
014 1		070 SPC	Berechnung von b
015 RTN		071 RCL8	
016 *LBLc	LBL b aufrufen, Flag setzen für Exponentialfunktion	072 RCL4	
017 GSB6		073 RCL6	
018 SF1		074 X	
019 RTN		075 RCL9	
020 *LBLd	LBL b aufrufen, Flag setzen für Logarithmusfunktion	076 \div	
021 GSB6		077 -	
022 SF0		078 ENT [†]	
023 RTN		079 ENT [†]	
024 *LBLe	LBL d aufrufen, Flag setzen für Potenzfunktion	080 RCL4	
025 GSBd		081 X ²	
026 SF1		082 RCL9	
027 RTN		083 \div	
028 *LBLA	Flag für Σ - löschen	084 RCL5	
029 CF3		085 X ² Y	
030 *LBL8		086 -	
031 F20		087 \div	
032 GSB9	Falls Flag 2, Anzeige	088 ST08	Berechnung von r^2
033 ST00		089 X	
034 F1?	Falls Flag 1, ln y	090 RCL6	
035 LN		091 X ²	
036 X ² Y		092 RCL9	
037 ST0C	Falls Flag 0, ln x	093 \div	
038 F0?		094 CHS	
039 LN		095 RCL7	
040 F3?	Falls Flag 3, Σ -	096 +	
041 GT08		097 \div	
042 Z ⁺	Berechnung der Summen	098 PRTX	Berechnung von a
043 *LBL7	Berechnung von i + 1	099 RCL6	
044 ENT [†]		100 RCL4	
045 1		101 RCLB	
046 +		102 X	
047 RCLC	Eingaben im Stackregister umordnen für evtl. Löschen	103 -	
048 X ² Y		104 RCL9	
049 RCLD		105 \div	
050 X ² Y		106 F1?	
051 RTN		107 e ^x	
052 *LBL0	Subtraktion von den Summen	108 ST0A	Ausgabe von a und b
053 Z-		109 PRTX	Austausch der Primär- und Sekundärregister
054 GT07		110 RCLB	
055 *LBL9	Anzeige der Eingaben	111 PRTX	
056 SPC		112 P ₂ S	
REGISTER			
0	1	2	3
S0 0	S1 0	S2 0	S3 0
A a	B b	C x _i	D y _i
			E x, y
			F 0
			G
			H
			I
			J
			K
			L
			M
			N
			O
			P
			Q
			R
			S
			T
			U
			V
			W
			X
			Y
			Z

113	RTN	Umordnen der Koeffizienten in den Stackregistern zur Berechnung von Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	169	\div	Exponenten berechnen- Zur Potenz gehe nach 1
114	*LBL1	Falls Flag 1, Berechnung mit der Potenz- oder Exponentialfunktion	170	F0?	Berechnung mit der Exponentialfunktion
115	STOE	Logarithmus?	171	GT01	Pause für Anzeige?
116	RCLA	Berechnung mit linearer od. Logarithmusfunktion	172	LN	Stop
117	RCLB	Pause für Anzeige?	173	\gt	Berechnung mit der Potenzfunktion
118	RCLE	Stop	174	F2?	Pause für Anzeige?
119	F1?	Falls Flag 0, Kurvenanpassung f. Potenzfunktion	175	GT09	Stop
120	GT01	Berechnung mit Exponentialfunktion	176	RTN	
121	F0?	Pause für Anzeige?	177	*LBL1	
122	LN	Stop	178	X \gt Y	
123	X	Falls Flag 0, Kurvenanpassung f. Potenzfunktion	179	\gt X	
124	+	Berechnung mit Exponentialfunktion	180	F2?	
125	F2?	Pause für Anzeige?	181	GT09	
126	GT09	Stop	182	RTN	
127	RTN		183	R/S	
128	*LBL1		184		
129	F0?		185		
130	GT02		186		
131	X		187		
132	e \gt				
133	X				
134	F2?				
135	GT09				
136	RTN				
137	*LBL2				
138	X \gt Y				
139	\gt X				
140	X				
141	F2?				
142	GT09				
143	RTN				
144	*LBL3				
145	SPC				
146	1				
147	CHS				
148	PRTX				
149	SF2				
150	RJ				
151	RTN				
152	*LBLD				
153	STOE	Umordnen der Koeffizienten in den Stackregistern zur Berechnung von Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	153		
154	RCLB	Potenz- oder Exponentialfunktion?	154		
155	1/X	Berechnung mit linearer od. Logarithmusfunktion	155		
156	RCLA	Logarithmisch	156		
157	RCLE	Pause für Anzeige?	157		
158	X \gt Y	Stop	158		
159	F1?		159		
160	GT01		160		
161	-		161		
162	X		162		
163	F0?		163		
164	e \gt		164		
165	F2?		165		
166	GT09		166		
167	RTN		167		
168	*LBL1		168		
LABELS					
^A x _i \uparrow y _i (+)	^B x _i \uparrow y _i (-)	^C \rightarrow r ² , a, b	^D y \rightarrow \hat{x}	^E x \rightarrow \hat{y}	^F Log
^A P?	^B LIN?	^C EXP?	^D LOG?	^E Potenz?	^F Exp
^A Σ -	^B belegt	^C Potenz	^D 3	^E 4	^F 1
^B	^C	^D	^E	^F	^G
^B	^C	^D	^E	^F	^G
FLAGS					
0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ON OFF
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>
SET STATUS					
FLAGS			TRIG		DISP
0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	n ₂

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
×	dd.yyyy00
ENTER↑	dd.yyyy00
[INT]	dd.000000
STO 8	dd.000000 (Tage)
-	.yyyy00
EEX	
4	10000.000000
×	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

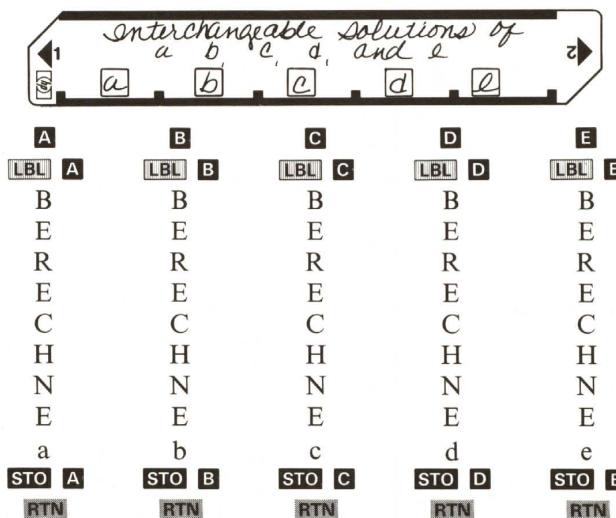
001	*LBLA	Δ Tage berechnen und 3 als Steuercode anzeigen	057	X ² Y	Anzeige zusammensetzen
002	RCL4		058	RCL6	
003	RCLC		059	X	
004	-		060	INT	
005	3		061	-	
006	GT08		062	ST08	
007	*LBLB		063	RCL7	
008	RCL3		064	1	
009	RCLC		065	RCL8	
010	+		066	2	
011	4	Steuercode speichern	067	-	m' - 1 und y' in m und y ändern
012	*LBLB		068	RCL7	
013	ST01		069	1	
014	R4		070	4	
015	3		071	4	
016	6		072	÷	
017	5		073	GSB2	
018	.		074	RCL9	
019	2		075	EEX	
020	5		076	6	
021	ST05	Konstanten speichern	077	÷	Endergebnis als mm.ddyyyy anzeigen
022	3		078	+	
023	6		079	DSP6	
024	.		080	RTN	
025	6		081	*LBL1	
026	8		082	R4	
027	0		083	ENT↑	
028	1		084	INT	
029	ST05		085	ST07	
030	R4		086	-	
031	R4	Fall-Dateneingabe, GTO 1	087	EEX	Eingabedatum in seine Bestandteile mm, dd, yyyy zerlegen
032	F3?		088	2	
033	GT01		089	X	
034	ST01		090	ENT↑	
035	1		091	INT	
036	2		092	ST08	
037	2		093	-	
038	.		094	EEX	
039	1		095	4	
040	-		096	X	
041	RCL5	m' berechnen	097	ST09	m + 1
042	÷		098	RCL7	
043	INT		099	1	
044	ST09		100	+	
045	RCL5		101	ENT↑	
046	X		102	1/X	
047	INT		103	.	
048	RCL1		104	7	
049	-		105	+	
050	CHS		106	CHS	
051	ST04	Tag im Monat berechnen	107	GSB2	m + 1 → m'
052	RCL6		108	RCL6	
053	÷		109	X	
054	INT		110	INT	
055	ST07		111	RCL9	
056	RCLA		112	RCL5	
REGISTER					
0	1	2	3 d ₁	4 d ₂	5 365.25
S0	S1	S2	S3	S4	S5 30.6001
A belegt	B	C Δ Tage	D	E	F Kontrolle

LABELS		FLAGS		SET STATUS	
A		B		C	
$\leftrightarrow DT_1$	$\leftrightarrow DT_2$	$\leftrightarrow \Delta Days$	$\leftrightarrow \Delta W.Days$	$DT \rightarrow DOW$	
a	b	c	d	e	1
0	Calc	$DT \rightarrow days$	$m - 12$	$mod 7$	$\Delta wk \rightarrow \Delta day$
5	6	7	8	9	3 Input
FLAGS		FLAGS		TRIG	
ON	OFF	DEG	<input checked="" type="checkbox"/>	FIX	<input checked="" type="checkbox"/>
1	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAD	<input checked="" type="checkbox"/>	SCI	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	RAD	<input checked="" type="checkbox"/>	ENG	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>			n	<input checked="" type="checkbox"/>

Berechnungen verschiedener Variablen

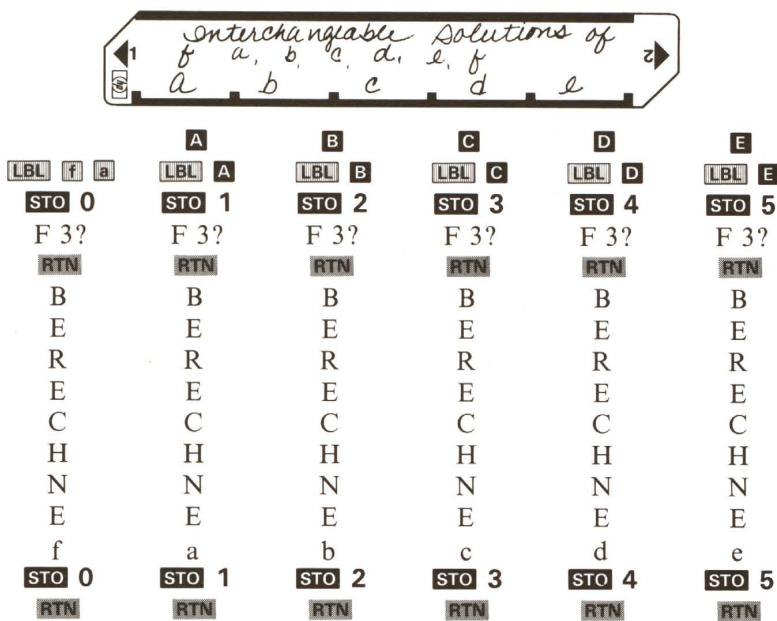
In Programmen wie «*Renten- und Zinseszinsrechnungen*» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders 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.



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	#LBL4		857	ST05		absp. von $i + 1$ in R5
002	0	für n	858	ST07		$i + 1$ in R7 abspeichern
003	ST04		859	RCLA		$(i + 1)^{-n}$ berechnen
004	GSB8	Unterprogramm- berechnung	860	CHS		und in R8 abspeichern
005	RCL4		861	Y^		
006	LSTX		862	ST08		
007	-	n berechnen und in RA abspeichern	863	RCL4		
008	RCLD		864	x		
009	LSTX		865	1		
010	-		866	RCL8		
011	÷		867	-		
012	LN		868	ST04		
013	RCL7		869	RCLC		
014	LN		870	RCL9		
015	÷		871	÷		
016	ST04		872	F1?		
017	RTN		873	CHS		
018	#LBL5		874	ST03		
019	1	1 für PMT abspeichern	875	RCL5		
020	ST05		876	x		
021	GSB8	Unterprogramm- berechnung	877	x		
022	1/X		878	RTN		
023	RCLD		879	#LBL5		
024	R4↑		880	CLX		
025	-		881	ST05		
026	x		882	ST06		
027	ST05		883	ST0E		
028	RTN		884	CF0		
029	#LBL5		885	RTN		
030	1	1 für PV abspeichern	886	#LBL6		
031	ST00		887	F0?		
032	GSB8	Unterprogr.-berechnung	888	GT01		
033	+		889	1		
034	ST00	PV berechnen und in RD abspeichern	890	SF0		
035	RTN		891	RTN		
036	#LBL6	Unterprogramm- berechnung	892	#LBL1		
037	GSB8		893	0		
038	RCLD		894	CF0		
039	X#Y	FV oder BAL berechnen	895	RTN		
040	-	und in RE abspeichern	896	#LBL8		
041	RCL8		897	0		
042	÷		898	ST08		
043	ST0E		899	2		
044	RTN		900	1		
045	#LBL8	FV-Flag löschen	901	ST01		
046	CF1		902	RCL4		
047	RCLD	Falls PV = 0, Setzen des FV-Flags	903	RCLA		
048	X=0?		904	RCLC		
049	SF1		905	X=0?		
050	1	Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten	906	GT08		
051	ST05	(rs=1)	907	x		
052	RCLB	i als Dezimalzahl in R9 abspeichern	908	+		
053	%		909	RCLD		
054	ST09	i+1 berechnen	910	x=0?		
055	+		911	GT03		
056	F0?	Falls AD-Flag gesetzt,	912	-		
REGISTER						
0	1	2	3	± PMT/i	4	5
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
A	n	B	i	C	PMT	D
					PV	E
					FV (BAL)	21
						9/100
						S7
						S8
						S9

LABELS						FLAGS			SET STATUS		
^A n	^B i	^C PMT	^D PV	^E FV(BAL)	^F AD	FLAGS	TRIG	DISP	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^A Start	^B AD	^C	^D	^E	^F PV = 0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
^A berechnen	^B AD	^C	^D	^E FV Schätzv	^F Schätzwert	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
^A i → %	^B Schleife	^C	^D	^E FV, PV-i	^F	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
						3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

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 (i)**; 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 RD bis R1 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 (i)** in Zeile 83 bestimmt die als nächstes auszuführende Operation. Die Befehle **RCL (i)** und **x_iy** vor **GTO (i)** speichern den Code für die Operation im I-Register. Die Programmausführung geht entsprechend dem Inhalt des I-Registers mit **GTO (i)** 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

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0 belegt	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt	S5 belegt	S6 belegt	S7 belegt	S8 belegt	S9 belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt	E belegt	F belegt	G belegt	H belegt	I Schrittzähler	J belegt
001 *LBLA	002 CLR6	003 PZS	004 CLR6	005 2	006 4	007 ST01	008 CLX	009 RTN	010 *LBL0
011 +	012 1	013 GT08	014 *LBLb	015 -	016 2	017 GT08	018 *LBLc	019 x	020 3
021 GT08	022 *LBLd	023 ÷	024 4	025 *LBL0	026 DSZ1	027 GT01	028 GT09	029 *LBL1	030 ST01
031 R4	032 RTN	033 *LBLe	034 %	035 ST0E	036 CLX	037 5	038 GT08	039 *LBLb	040 ST0E
041 CLX	042 6	043 GT08	044 *LBLc	045 ST0E	046 CLX	047 7	048 DSZ1	049 GT01	050 *LBL9
051 CLX	052 2	053 4	054 PSE	055 GT09	056 *LBL1	057 ST01	058 CLX	059 RCLE	060 *LBL8
061 DSZ1	062 GT01	063 GT09	064 *LBL1	065 ST01	066 CLX	067 RCLE	068 RTN	069 *LBLD	070 *LBL0
071 2	072 4	073 ST01	074 CLX	075 ST08	076 RTN	077 *LBLE	078 ST0E	079 R4	080 DSZ1
081 RCL1	082 X2I	083 GT01	084 *LBLB	085 CLX	086 2	087 4	088 ST01	089 CLX	090 RCLE
091 RTN	092 *LBL1	093 X2I	094 CLX	095 RCLE	096 +	097 GT0E	098 *LBL2	099 X2I	010 CLX
099 RCL1	099 X2I	099 RCL1	099 X2I	099 RCL1	099 RCL1				
100 CLX	101 RCLE	102 GT0E	103 *LBL3	104 X2I	105 CLX	106 CLX	107 RCLE	108 X	109 GT0E
108 -	109 GT0E	110 *LBL4	111 X2I	112 CLX	113 GT0E	114 *LBL5	115 X2I	116 CLX	117 RCLE
117 X2I	118 GT0E	119 *LBL6	120 X2I	121 CLX	122 GT0E	123 *LBL7	124 X2I	125 CLX	126 RCLE
126 X2I	127 GT0E	128 *LBL8	129 X2I	130 CLX	131 GT0E	132 *LBL9	133 X2I	134 CLX	135 RCLE
135 X2I	136 GT0E	137 *LBL0	138 X2I	139 CLX	140 GT0E	141 *LBL1	142 X2I	143 CLX	144 RCLE
144 X2I	145 GT0E	146 *LBL2	147 X2I	148 CLX	149 GT0E	150 *LBL3	151 X2I	152 CLX	153 RCLE
153 X2I	154 GT0E	155 *LBL4	156 X2I	157 CLX	158 GT0E	159 *LBL5	160 X2I	161 CLX	162 RCLE
162 X2I	163 GT0E	164 *LBL6	165 X2I	166 CLX	167 GT0E	168 *LBL7	169 X2I	170 CLX	171 RCLE
171 X2I	172 GT0E	173 *LBL8	174 X2I	175 CLX	176 GT0E	177 *LBL9	178 X2I	179 CLX	180 RCLE
179 X2I	180 GT0E	181 *LBL0	182 X2I	183 CLX	184 GT0E	185 *LBL1	186 X2I	187 CLX	188 RCLE
186 X2I	187 GT0E	188 *LBL2	189 X2I	190 CLX	191 GT0E	192 *LBL3	193 X2I	194 CLX	195 RCLE
193 X2I	194 GT0E	195 *LBL4	196 X2I	197 CLX	198 GT0E	199 *LBL5	200 X2I	201 CLX	202 RCLE
200 X2I	201 GT0E	202 *LBL6	203 X2I	204 CLX	205 GT0E	206 *LBL7	207 X2I	208 CLX	209 RCLE
207 X2I	208 GT0E	209 *LBL8	210 X2I	211 CLX	212 GT0E	213 *LBL9	214 X2I	215 CLX	216 RCLE
214 X2I	215 GT0E	216 *LBL0	217 X2I	218 CLX	219 GT0E	220 *LBL1	221 X2I	222 CLX	223 RCLE
221 X2I	222 GT0E	223 *LBL2	224 X2I	225 CLX	226 GT0E	227 *LBL3	228 X2I	229 CLX	230 RCLE
228 X2I	229 GT0E	230 *LBL4	231 X2I	232 CLX	233 GT0E	234 *LBL5	235 X2I	236 CLX	237 RCLE
235 X2I	236 GT0E	237 *LBL6	238 X2I	239 CLX	240 GT0E	241 *LBL7	242 X2I	243 CLX	244 RCLE
242 X2I	243 GT0E	244 *LBL8	245 X2I	246 CLX	247 GT0E	248 *LBL9	249 X2I	250 CLX	251 RCLE
251 X2I	252 GT0E	253 *LBL0	254 X2I	255 CLX	256 GT0E	257 *LBL1	258 X2I	259 CLX	260 RCLE
258 X2I	259 GT0E	260 *LBL2	261 X2I	262 CLX	263 GT0E	264 *LBL3	265 X2I	266 CLX	267 RCLE
265 X2I	266 GT0E	267 *LBL4	268 X2I	269 CLX	270 GT0E	271 *LBL5	272 X2I	273 CLX	274 RCLE
272 X2I	273 GT0E	274 *LBL6	275 X2I	276 CLX	277 GT0E	278 *LBL7	279 X2I	280 CLX	281 RCLE
281 X2I	282 GT0E	283 *LBL8	284 X2I	285 CLX	286 GT0E	287 *LBL9	288 X2I	289 CLX	290 RCLE
288 X2I	289 GT0E	290 *LBL0	291 X2I	292 CLX	293 GT0E	294 *LBL1	295 X2I	296 CLX	297 RCLE
295 X2I	296 GT0E	297 *LBL2	298 X2I	299 CLX	300 GT0E	301 *LBL3	302 X2I	303 CLX	304 RCLE
302 X2I	303 GT0E	304 *LBL4	305 X2I	306 CLX	307 GT0E	308 *LBL5	309 X2I	310 CLX	311 RCLE
310 X2I	311 GT0E	312 *LBL6	313 X2I	314 CLX	315 GT0E	316 *LBL7	317 X2I	318 CLX	319 RCLE
317 X2I	318 GT0E	319 *LBL8	320 X2I	321 CLX	322 GT0E	323 *LBL9	324 X2I	325 CLX	326 RCLE
324 X2I	325 GT0E	326 *LBL0	327 X2I	328 CLX	329 GT0E	330 *LBL1	331 X2I	332 CLX	333 RCLE
331 X2I	332 GT0E	333 *LBL2	334 X2I	335 CLX	336 GT0E	337 *LBL3	338 X2I	339 CLX	340 RCLE
338 X2I	339 GT0E	340 *LBL4	341 X2I	342 CLX	343 GT0E	344 *LBL5	345 X2I	346 CLX	347 RCLE
345 X2I	346 GT0E	347 *LBL6	348 X2I	349 CLX	350 GT0E	351 *LBL7	352 X2I	353 CLX	354 RCLE
352 X2I	353 GT0E	354 *LBL8	355 X2I	356 CLX	357 GT0E	358 *LBL9	359 X2I	360 CLX	361 RCLE
361 X2I	362 GT0E	363 *LBL0	364 X2I	365 CLX	366 GT0E	367 *LBL1	368 X2I	369 CLX	370 RCLE
368 X2I	369 GT0E	370 *LBL2	371 X2I	372 CLX	373 GT0E	374 *LBL3	375 X2I	376 CLX	377 RCLE
375 X2I	376 GT0E	377 *LBL4	378 X2I	379 CLX	380 GT0E	381 *LBL5	382 X2I	383 CLX	384 RCLE
382 X2I	383 GT0E	384 *LBL6	385 X2I	386 CLX	387 GT0E	388 *LBL7	389 X2I	390 CLX	391 RCLE
391 X2I	392 GT0E	393 *LBL8	394 X2I	395 CLX	396 GT0E	397 *LBL9	398 X2I	399 CLX	400 RCLE
398 X2I	399 GT0E	400 *LBL0	401 X2I	402 CLX	403 GT0E	404 *LBL1	405 X2I	406 CLX	407 RCLE
405 X2I	406 GT0E	407 *LBL2	408 X2I	409 CLX	410 GT0E	411 *LBL3	412 X2I	413 CLX	414 RCLE
412 X2I	413 GT0E	414 *LBL4	415 X2I	416 CLX	417 GT0E	418 *LBL5	419 X2I	420 CLX	421 RCLE
421 X2I	422 GT0E	423 *LBL6	424 X2I	425 CLX	426 GT0E	427 *LBL7	428 X2I	429 CLX	430 RCLE
428 X2I	429 GT0E	430 *LBL8	431 X2I	432 CLX	433 GT0E	434 *LBL9	435 X2I	436 CLX	437 RCLE
435 X2I	436 GT0E	437 *LBL0	438 X2I	439 CLX	440 GT0E	441 *LBL1	442 X2I	443 CLX	444 RCLE
442 X2I	443 GT0E	444 *LBL2	445 X2I	446 CLX	447 GT0E	448 *LBL3	449 X2I	450 CLX	451 RCLE
451 X2I	452 GT0E	453 *LBL4	454 X2I	455 CLX	456 GT0E	457 *LBL5	458 X2I	459 CLX	460 RCLE
458 X2I	459 GT0E	460 *LBL6	461 X2I	462 CLX	463 GT0E	464 *LBL7	465 X2I	466 CLX	467 RCLE
465 X2I	466 GT0E	467 *LBL8	468 X2I	469 CLX	470 GT0E	471 *LBL9	472 X2I	473 CLX	474 RCLE
472 X2I	473 GT0E	474 *LBL0	475 X2I	476 CLX	477 GT0E	478 *LBL1	479 X2I	480 CLX	481 RCLE
480 X2I	481 GT0E	482 *LBL2	483 X2I	484 CLX	485 GT0E	486 *LBL3	487 X2I	488 CLX	489 RCLE
487 X2I	488 GT0E	489 *LBL4	490 X2I	491 CLX	492 GT0E	493 *LBL5	494 X2I	495 CLX	496 RCLE
494 X2I	495 GT0E	496 *LBL6	497 X2I	498 CLX	499 GT0E	500 *LBL7	501 X2I	502 CLX	503 RCLE
501 X2I	502 GT0E	503 *LBL8	504 X2I	505 CLX	506 GT0E	507 *LBL9	508 X2I	509 CLX	510 RCLE
508 X2I	509 GT0E	510 *LBL0	511 X2I	512 CLX	513 GT0E	514 *LBL1	515 X2I	516 CLX	517 RCLE
515 X2I	516 GT0E	517 *LBL2	518 X2I	519 CLX	520 GT0E	521 *LBL3	522 X2I	523 CLX	524 RCLE
522 X2I	523 GT0E	524 *LBL4	525 X2I	526 CLX	527 GT0E	528 *LBL5	529 X2I	530 CLX	531 RCLE
530 X2I	531 GT0E	532 *LBL6	533 X2I	534 CLX	535 GT0E	536 *LBL7	537 X2I	538 CLX	539 RCLE
537 X2I	538 GT0E	539 *LBL8	540 X2I	541 CLX	542 GT0E	543 *LBL9	544 X2I	545 CLX	546 RCLE
544 X2I	545 GT0E	546 *LBL0	547 X2I	548 CLX	549 GT0E	550 *LBL1	551 X2I	552 CLX	553 RCLE
551 X2I	552 GT0E	553 *LBL2	554 X2I	555 CLX	556 GT0E	557 *LBL3	558 X2I	559 CLX	560 RCLE
558 X2I	559 GT0E	560 *LBL4	561 X2I	562 CLX	563 GT0E	564 *LBL5	565 X2I	566 CLX	567 RCLE
565 X2I	566 GT0E	567 *LBL6	568 X2I	569 CLX	570 GT0E	571 *LBL7	572 X2I	573 CLX	574 RCLE
572 X2I	573 GT0E	574 *LBL8	575 X2I	576 CLX	577 GT0E	578 *LBL9	579 X2I	580 CLX	581 RCLE
580 X2I	581 GT0E	582 *LBL0	583 X2I	584 CLX	585 GT0E	586 *LBL1	587 X2I	588 CLX	589 RCLE
587 X2I	588 GT0E	589 *LBL2	590 X2I	591 CLX	592 GT0E	593 *LBL3	594 X2I	595 CLX	596 RCLE
594 X2I	595 GT0E	596 *LBL4	597 X2I	598 CLX	599 GT0E	600 *LBL5	601 X2I	602 CLX	603 RCLE
601 X2I	602 GT0E	603 *LBL6	604 X2I	605 CLX	606 GT0E	607 *LBL7	608 X2I	609 CLX	610 RCLE
608 X2I	609 GT0E	610 *LBL8	611 X2I	612 CLX	613 GT0E	614 *LBL9	615 X2I	616 CLX	617 RCLE
615 X2I	616 GT0E	617 *LBL0	618 X2I	619 CLX	620 GT0E	621 *LBL1	622 X2I	623 CLX	624 RCLE
622 X2I	623 GT0E	624 *LBL2	625 X2I	626 CLX	627 GT0E	628 *LBL3	629 X2I	630 CLX	631 RCLE
630 X2I	631 GT0E	632 *LBL4	633 X2I	634 CLX	635 GT0E	636 *LBL5	637 X2I	638 CLX	639 RCLE
637 X2I	638 GT0E	639 *LBL6	640 X2I	641 CLX	642 GT0E	643 *LBL7	644 X2I	645 CLX	646 RCLE
644 X2I	645 GT0E	646 *LBL8	647 X2I	648 CLX	649 GT0E	650 *LBL9	651 X2I	652 CLX	653 RCLE
651 X2I	652 GT0E	653 *LBL0	654 X2I	655 CLX	656 GT0E	657 *LBL1	658 X2I	659 CLX	660 RCLE
658 X2I	659 GT0E	660 *LBL2	661 X2I	662 CLX	663 GT0E	664 *LBL3	665 X2I	666 CLX	667 RCLE
665 X2I	666 GT0E	667 *LBL4	668 X2I	669 CLX	670 GT0E	671 *LBL5	672 X2I	673 CLX	674 RCLE
672 X2I	673 GT0E	674 *LBL6	675 X2I	676 CLX	677 GT0E	678 *LBL7	679 X2I	680 CLX	681 RCLE
680 X2I	681 GT0E	682 *LBL8	683 X2I	684 CLX	685 GT0E	686 *LBL9	687 X2I	688 CLX	689 RCLE
687 X2I	688 GT0E	689 *LBL0	690 X2I	691 CLX	692 GT0E	693 *LBL1	694 X2I	695 CLX	696 RCLE
694 X2I	695 GT0E	696 *LBL2	697 X2I	698 CLX	699 GT0E	700 *LBL3	701 X2I	702 CLX	703 RCLE
702 X2I	703 GT0E	704 *LBL4	705 X2I	706 CLX	707 GT0E	708 *LBL5	709 X2I	710 CLX	711 RCLE
710 X2I	711 GT0E	712 *LBL6	713 X2I	714 CLX	715 GT0E	716 *LBL7	717 X2I	718 CLX	719 RCLE
717 X2I	718 GT0E	719 *LBL8	720 X2I	721 CLX	722 GT0E	723 *LBL9	724 X2I	725 CLX	726 RCLE
724 X2I	725 GT0E	726 *LBL0	727 X2I	728 CLX	729 GT0E	730 *LBL1	731 X2I	732 CLX	733 RCLE
731 X2I	732 GT0E	733 *LBL2	734 X2I	735 CLX	736 GT0E	737 *LBL3	738 X2I	739 CLX	740 RCLE
738 X2I	739 GT0E	740 *LBL4	741 X2I	742 CLX	743 GT0E	744 *LBL5	745 X2I	746 CLX	747 RCLE
745 X2I	746 GT0E	747 *LBL6	748 X2I	749 CLX	750 GT0E	751 *LBL7	752 X2I	753 CLX	754 RCLE
752 X2I	753 GT0E	754 *LBL8	755 X2I	756 CLX	757 GT0E	758 *LBL9	759 X2I	760 CLX	761 RCLE
760 X2I	761 GT0E	762 *LBL0	763 X2I	764 CLX	765 GT0E	766 *LBL1	767 X2I	768 CLX	769 RCLE
767 X2I	768 GT0E	769 *LBL2	770 X2I	771 CLX	772 GT0E	773 *LBL3	774 X2I	775 CLX	776 RCLE
774 X2I	775 GT0E	776 *LBL4	777 X2I	778 CLX	779 GT0E	780 *LBL5	781 X2I	782 CLX	783 RCLE
781 X2I	782 GT0E	783 *LBL6	784 X2I	785 CLX	786 GT0E	787 *LBL7	788 X2I	789 CLX	790 RCLE
788 X2I	789 GT0E	790 *LBL8	791 X2I	792 CLX	793 GT0E	794 *LBL9	795 X2I	796 CLX	797 RCLE
795 X2I	796 GT0E	797 *LBL0	798 X2I	799 CLX	800 GT0E	801 *LBL1	802 X2I		

```

113  RCLE
114  ÷
115  GTOE
116  #LBL5
117  X#1
118  CLX
119  RCLE
120  %
121  GTOE
122  #LBL6
123  X#1
124  CLX
125  RCLE
126  RTN
127  #LBL7
128  X#1
129  CLX
130  RCLE
131  DSZ1  16
132  RCLI
133  GTOE
134  R/S

```

Prozentrechnung
ausführen

Für Ein-/Ausgabe
anhalten

Konstante zurückrufen

LABELS						FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E	F	FLAGS	TRIG	DISP	
^a +	^b -	^c ×	^d ÷	^e %	^f 1	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
⁰ belegt	¹ +	² -	³ ×	⁴ ÷	⁵ 2	1 <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
⁶ %	⁷ var	⁸ const	⁹ B	⁹ Fehler	³	2 <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/>	n <input type="checkbox"/>	z <input type="checkbox"/>	

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:

$S_1 \uparrow S_2 \uparrow S_3$

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 R_9 , 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↓**-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 R_9 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

<pre> 001 *LBLA 002 ST00 003 R4 004 ST0B 005 R4 006 ST09 007 R4 008 R4 009 + 010 + 011 2 012 ÷ 013 ST07 014 X2 015 LSTX 016 RCLB 017 x 018 - 019 RCL9 020 RCLD 021 x 022 ÷ 023 JX 024 COS- 025 2 026 x 027 STOE 028 SIN 029 RCL9 030 x 031 ST08 032 RCL7 033 X2 034 LSTX 035 RCL9 036 x 037 - 038 RCLB 039 ÷ 040 RCLD 041 ÷ 042 JX 043 COS- 044 2 045 x 046 ST0C 047 RCLC 048 GSB0 049 ST0A 050 GT01 051 *LBLB 052 ST0A 053 R4 054 ST09 055 R4 056 STOE </pre>		<p>Länge der Seiten speichern</p> <p>$P = (S_1 + S_2 + S_3) / 2$</p> <p>$A_3 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_2)}{S_1 S_3}}$</p> <p>$h = S_1 \sin A_3$</p> <p>$A_2 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_1)}{S_2 S_3}}$</p> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>GTO Ausgabe</p> <p>$A_1, S_1 \text{ und } A_3 \text{ speichern}$</p>	<pre> 057 RCL4 058 GSB0 059 ST0C 060 RCLC 061 RCL9 062 →R 063 X2Y 064 ST08 065 RCLC 066 1 067 →R 068 R↓ 069 ÷ 070 ST0B 071 P* 072 x 073 + 074 ST0D 075 GT01 076 *LBLC 077 ST0C 078 R↓ 079 ST0H 080 R4 081 ST09 082 RCLC 083 RCL4 084 GSB0 085 RCL9 086 RCL4 087 GT0B 088 *LBLD 089 ST0B 090 R4 091 ST0A 092 R↓ 093 ST09 094 RCL4 095 RCLB 096 →R 097 RCL9 098 - 099 →P 100 ST0D 101 RCL9 102 RCLB 103 RCLD 104 GT0A 105 *LBLA 106 ST0C 107 R↓ 108 ST0B 109 R4 110 ST09 111 RCLC 112 SIN </pre>	<p>GSB-Routine f. 3. Winkel</p> <p>$Y = S_1 \sin A_3$</p> <p>$X = S_1 \cos A_3$</p> <p>$h = X$</p> <p>$Y = \sin A_2$</p> <p>$X = \cos A_2$</p> <p>$S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$</p> <p>$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$</p> <p>GTO Anzeige</p> <p>$S_1, A_1 \text{ und } A_2 \text{ speichern}$</p> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>Stack für S_1, A_1-Lösung besetzen</p> <p>$S_2, A_1, S_1 \text{ speichern}$</p> <p>$S_3^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 S_2 \cos A_1$</p> <p>$S_1, S_2 \text{ und } S_3 \text{ zurückrufen, GTO A}$</p> <p>$A_2, S_2, S_1 \text{ speichern}$</p>
REGISTER				
0	1	2	3	4
50	S1	S2	S3	S4
5	S5	S6	S7	S8
6	S9			
7				
8	h			
9	S1			
A A1		B S2	C A2	D S3
E A3		F		

113	RCLB					169	2		
114	x					170	z		
115	RCL9					171	PRTX		
116	z					172	RTN		
117	SIN ⁻¹					173	*LBL9		
118	STOE					174	R4		
119	RCLC					175	R4		
120	GSB0					176	RTN		
121	ST0A					177	R-S		
122	RCLE								
123	RCL9								
124	RCLA								
125	GSBB								
126	RCL9								
127	RCLB								
128	X ² Y ⁰								
129	GT09								
130	RCLB								
131	COS								
132	CHS								
133	COS ⁻¹								
134	STOE								
135	RCLC								
136	GSB0								
137	ST0A								
138	RCLB								
139	RCL9								
140	RCLA								
141	GT0B								
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	RCLB								
164	PRTX								
165	SPC								
166	RCL8								
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	^C	^D	^E	1		ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^B 3. Winkel	Druck	^Z	³	⁴	2		GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
^B		^E	⁷	⁸	3		HAD <input type="checkbox"/>		
							3 <input type="checkbox"/>	<u>n</u> <input checked="" type="checkbox"/>	

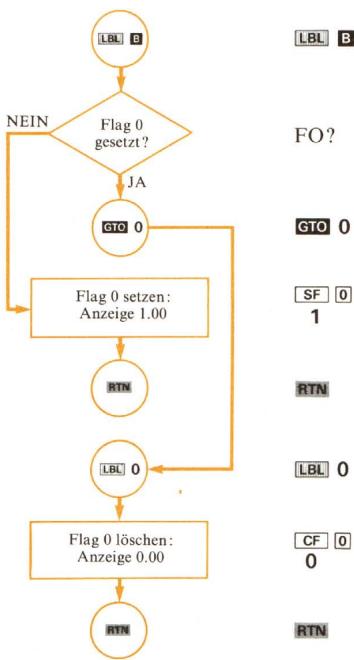
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

Im Programm *Vektor-Operationen* können die Eingabewerte auf Wunsch nacheinander angezeigt werden. Dieser Anzeige-Pause-Modus wird beim Einlesen des Programms automatisch abgeschaltet. Der Benutzer kann nun durch wiederholtes Drücken von **F1 F2** den Pause-Modus beliebig ein- oder ausschalten. Der Modus ändert sich mit jedem Drücken der Tasten **F1 F2**; entsprechend wird entweder 1.00 oder 0.00 angezeigt. Dabei bedeutet die Anzeige 1.00, daß der Pause-Modus eingeschaltet ist und 0.00, daß die Eingabedaten nicht angezeigt 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.

Im Programm *Vektor-Operationen* wird die Anzeige der Eingabewerte durch das Flag 0 gesteuert. Die Zeilen 064, 090 und 112 enthalten einen PRST-(Print Stack)-Befehl. Diese Anweisung bewirkt beim HP-67, daß die Inhalte der vier Stackregister für kurze Zeit (ca. eine Sekunde lang) nacheinander in der Reihenfolge T, Z, Y, X angezeigt werden; im Anschluß daran setzt der Rechner die Ausführung des Programms fort. Jedem dieser Schritte geht die entsprechende Abfrage des Flag 0 mit F0? voraus. Wenn F0 gesetzt ist, wird der Pause-Befehl ausgeführt; anderenfalls 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 gelösches Flag erscheint die Anzeige 0.00 und für gesetztes Flag die Anzeige 1.00.

Vektor-Operationen

001	*LBL0	2- oder 3dimensionale Vektorrechnung auswählen	057	SIN~	überspringen
002	F1?		058	*LBL0	Vektorcode nach T
003	GT00		059	R+	
004	SF1		060	CLX	
005	3		061	RCL1	
006	RTN		062	R+	
007	*LBL0		063	F0?	
008	2		064	PRST	
009	CF1		065	XZY	
010	RTN		066	1	
011	*LBLb	Pause-Modus wählen	067	R~	
012	F0?		068	R†	
013	GT00		069	RT	
014	SF0		070	→F	
015	1		071	XZY	
016	RTN		072	R†	
017	*LBL0		073	XZY	
018	CF0		074	×	
019	0		075	LSTX	
020	RTN		076	R†	
021	*LBLD	Betrag speichern und Code 1 eingeben	077	x	
022	ST07		078	GT02	
023	1		079	*LBLe	
024	GT00		080	R4	
025	*LBLE		081	R↓	
026	ST08		082	F1?	
027	2		083	GT00	
028	*LBL0		084	CLX	
029	SF2		085	*LBL0	
030	GSB5		086	R4	
031	GT01		087	CLX	
032	*LBL1		088	R4	
033	ST09	1. Vektor speichern	089	F0?	
034	R4		090	PRST	
035	ST0A		091	*LBL6	
036	R4		092	→P	
037	ST0B		093	XZY	
038	1		094	XCE?	
039	RTN		095	GSB3	
040	*LBL2		096	R4	
041	ST0C		097	XZY	
042	R4		098	F1?	
043	ST0D		099	GT00	
044	R4		100	CLX	
045	ST0E		101	*LBL0	
046	2		102	→P	
047	RTN		103	R†	
048	*LBLd	Tastenfeld S→C beginnt	104	XZY	
049	0		105	*LBL2	
050	*LBL5		106	R†	
051	ST0I		107	CLX	
052	R†		108	R↓	
053	F1?		109	F2?	
054	GT00		110	RTN	Rücksprung
055	CLX		111	F0?	
056	1		112	PRST	Ergebnis anzeigen?
REGISTER					
0	1	2	3	4	5
50	S1	S2	S3	S4	S5
A	Y1	B	Z1	C	X2
D				D	Y2
E				E	Z2
I				I	code

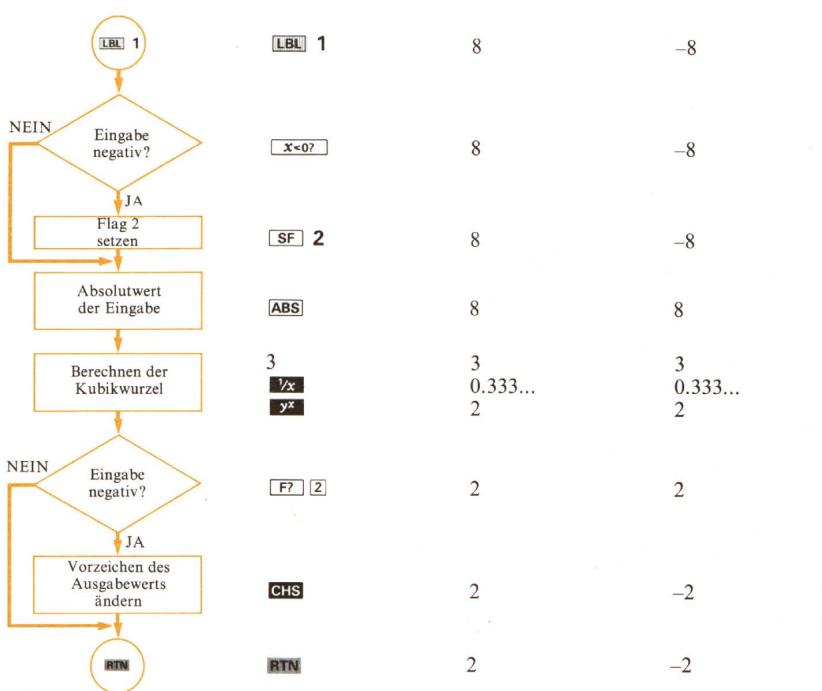
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags, die durch Abfrage gelöscht werden

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 y^x 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

Polynom-Berechnungen

				Komplexe Lösung								
				x_1 berechnen								
				x_2 berechnen								
				Imaginärteil berechnen								
				Imaginärkode anzeigen								
				Imaginärteil nach X								
				x_2 oder Imaginärteil anzeigen								
				x_1 oder Realteil anzeigen								
				Quadratische Gleichung in ursprüngliche Form zurückführen								
				Stop und Anzeige								
				Beginn für Lösungen 3. Grades durch Berechnen von Q								
				Q^3 berechnen								
				R berechnen								
REGISTER												
0	a_0	a_1	a_2	a_3	5	6	7	8	9			
50	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9			
^A belegt	^B $R, X, a_0/a_2$	^C Q^3		^D Q	^E Grad			^F 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.

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

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	*LBL _a			
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	*LBL ₇			
044	ISZI	I = 1	I = 2	I = 6
045	RCL i	RCL 1	RCL 2	RCL 3
046	×	R ₈ × R ₁	R ₉ × R ₂	R ₇ × R ₆
047	×	R ₆ × R ₈ × R ₁	R ₄ × R ₉ × R ₂	R ₂ × R ₇ × R ₆
048	+	0 + R ₆ × R ₈ × R ₁	Untersumme	Gesamtsumme
049	RTN	Zurück zum Aufruf	Zurück zum Aufruf	Stop

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 (R₁ bis R₆); danach werden die Schritte **×** **×** **+** 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)

001	*LBL4	0 nach x für indirekte Speicherung	057	RCL ⁻		
002	0		058	GSE3		
003	GT05		059	ST00		
004	*LBL4	3 nach x für indirekte Speicherung	060	CLX		
005	3		061	RCL3		
006	GT05		062	RCL4		
007	*LBL5	6 nach x für indirekte Speicherung	063	x		
008	6		064	RCL1		
009	GT05		065	RCL6		
010	*LBL5	9 nach x für indirekte Speicherung	066	GSB3		
011	1		067	ST0E		
012	S		068	CLX		
013	*LBL5	Code in R1 speichern	069	RCL2		
014	ST01		070	RCL ⁻		
015	GSB6	3 Eingabewerte in die dem Code entsprechenden Register abspeichern	071	x		
016	GSB6		072	RCL1		
017	*LBL6		073	PCL8		
018	R1		074	GSB3		
019	ISZ1		075	ST01		
020	ST01		076	CLX		
021	RTN		077	RCL1		
022	*LBL6	Determinante berechnen	078	RCL5		
023	0		079	x		
024	ST01		080	RCL2		
025	RCL6		081	RCL4		
026	RCL8		082	GSB3		
027	GSB7		083	ST08		
028	RCL4		084	CLY		
029	RCL9		085	RCL3		
030	GSB7		086	RCL6		
031	RCL5		087	x		
032	RCL7		088	RCL2		
033	GSB7		089	RCL9		
034	CHS		090	GSB3		
035	RCL3		091	ST01		
036	RCL8		092	CLX		
037	GSB7		093	RCL2		
038	RCL1		094	RCL6		
039	RCLS		095	x		
040	GSB7		096	PCL3		
041	RCL2		097	RCL5		
042	RCL7		098	GSB3		
043	*LBL7		099	ST03		
044	ISZ1		100	CLY		
045	RCL1		101	PCL5		
046	x		102	RCL9		
047	x		103	x		
048	+		104	RCL6		
049	RTN		105	RCL8		
050	*LBL6	Kehrwert der Determinante berechnen	106	GSB3		
051	GSB4		107	ST02		
052	1/x		108	CLX		
053	RCL1		109	PCL6		
054	RCL9		110	RCL ⁻		
055	x		111	x		
056	RCL3	Inverse berechnen	112	RCL4		
REGISTER						
0	γ_3	a_1, a_1	a_2, a_2	a_3, a_3		
S0	S1	S2	S3	S4		
A	d_1	d_2	d_3	β_2	β_3	I Kontrolle

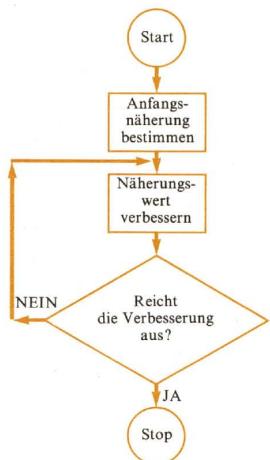
113 RCL9		169 #LBL1	Erster Wert der Multiplikation
114 GSB3		170 SPC	
115 ST06		171 1	
116 CLK		172 ST01	
117 RCL4		173 GSB1	
118 RCL8		174 ST00	
119 x		175 2	
120 RCL5		176 ST01	
121 RCL7		177 GSB1	
122 GSB3		178 ST0E	
123 RCL1		179 3	
124 RCL8		180 ST01	Zweiter Wert der Multiplikation
125 GSB8		181 GSB1	
126 RCL3		182 ST00	
127 RCL1		183 0	
128 RCL3		184 RCLD	
129 GSB8		185 RCLE	
130 RCL6		186 RCL8	
131 RCLD		187 RTN	
132 RCLE		188 #LBL1	
133 GSB8		189 0	
134 CLK		190 RCLA	
135 RTN		191 GSB4	
136 #LBL3		192 RCL8	
137 x		193 GSB4	
138 -		194 RCLC	
139 x		195 GSB4	
140 RTN		196 PRTX	
141 #LBL4		197 RTN	
142 SPC		198 #LBL4	
143 1		199 RCL1	
144 ST01		200 x	
145 #LBL2		201 +	
146 RCL1		202 ISZ1	
147 PRTX		203 ISZ1	
148 9		204 ISZ1	
149 RCL1		205 RTN	
150 x=Y ⁿ		206 R-S	
151 GT00			
152 3			
153 ÷			
154 FRC			
155 x=0?			
156 SPC			
157 RCLI			
158 ISZ1			
159 GT02			
160 #LBL0			
161 SPC			
162 RCLA			
163 PRTX			
164 RCLB			
165 PRTX			
166 RCLC			
167 PRTX			
168 RTN			
LABELS			
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	F	G	H
a → Det	b → Inv	c → Mult	d
0	1 mult	2	3 inv
5 Code	6 Eingabe	7 det	8
FLAGS			
0	1	2	3
SET STATUS			
FLAGS	TRIG	DISP	
0 ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
1 <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
2 <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
3 <input type="checkbox"/>		n 2	

Iterationsschleifen

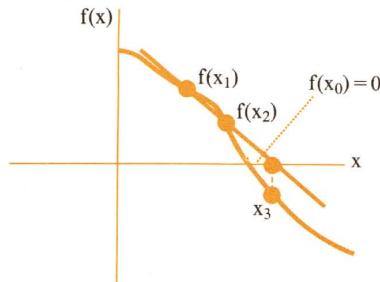
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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 Lösungen für $f(x)$* » wird mit **LBL E** (Schritte 83 bis 112) ein allgemeines Iterationsverfahren für Funktionen durchgeführt, die vom Benutzer vorgegeben werden. Der vom Benutzer vorgegebene Anfangswert (Schätzwert) wird mit Hilfe der «*regula falsi*» verbessert. Es wird an zwei Stellen der Funktionswert berechnet und durch die Sekante dann ein dritter, verbesserter Punkt, ermittelt. Das Verfahren lässt 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 angenäherte 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:

$$\text{Testwert} = \text{RND}(0,0;/9,9-0,01) = \text{RND}(0,001011122) = 0,00$$

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	Nummer der Funktion speichern	057	ST06	b-a/n
002	ST01		058	÷	
003	RTN		059	ST0C	
004	*LBL0	Pausenbefehl umschalten	060	Σ	
005	F0?		061	÷	
006	GT06		062	ST+0	
007	SF0		063	0	
008	1		064	ST09	
009	RTN		065	RCL0	
010	*LBL0		066	X#1	
011	0		067	*LBL7	
012	CF0		068	X#1	
013	RTN		069	ST08	
014	*LBL0		070	RCL0	
015	SF1	%Δ speichern und Flag setzen	071	GSB1	
016	ST0E		072	RCLC	
017	RTN		073	ST+0	
018	*LBL0	Fehlergrenze %Δ wählen oder 0.01% ausreichend?	074	×	
019	EEX		075	ST+9	
020	CHS		076	RCLB	
021	2		077	X#1	
022	RCL0		078	DS21	
023	F1?		079	GT07	
024	X#Y		080	ST01	
025	R4		081	RCL9	
026	%		082	RTN	
027	X=0?	x = 0: statt % von x %Δ für Δx	083	*LBL0	
028	LSTX		084	FIX	
029	ST0C		085	GSBB	
030	2		086	RCLB	
031	÷	f(x - Δx/2)	087	GT06	
032	-		088	*LBL6	
033	ST0A		089	RCL0	
034	ST0B		090	GSB1	
035	GSB1		091	ST0A	
036	ST0D		092	*LBL0	
037	RCL0		093	RCL0	
038	RCLC	f(x + Δx/2)	094	RCL0	
039	+		095	ST0A	
040	ST0B		096	-	
041	GSB1		097	RCLD	
042	ST0B	f(x + Δx/2) - f(x - Δx/2)	098	RCLB	
043	RCLD	Δx	099	ST0D	
044	-		100	-	
045	RCLC		101	÷	
046	÷		102	×	
047	RTN		103	ST+0	
048	*LBL0	f(x)	104	RCL0	
049	ST0B		105	F0?	
050	GSB1		106	PSE	
051	RTN		107	÷	
052	*LBL0	a speichern	108	RND	
053	X#Y		109	X#0?	
054	ST0B		110	GT06	
055	-	b-a	111	RCL0	
056	X#1	n speichern	112	RTN	

REGISTER

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Integral
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	
A	X _{i-1}	B	f(x _i)	C	Δx	D	f(x _{i-1})	E	%Δ	Funktion

```

001 *LBL1
002 F S
003 RTN
004 *LBL2
005 RAD
006 TAN
007 LSTX
008 -
009 RCLE
010 -
011 DEG
012 RTN
013 *LBL3
014 RAD
015 SIN
016 RCL1
017 X
018 X2
019 1
020 XY
021 -
022 JX
023 1/X
024 DEG
025 RTN

```

Unterprogramm: graphische Lösung

$$f(x) = \tan(x) - \ln y(x) - x$$

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

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

001 *LBLA	Flag für mm/Zoll	057 1	Pound/Kilogramm-Umrechnung (Masse)						
002 SF2		058 5							
003 *LBLA	Eingabe des Umrechnungsfaktors	059 F29							
004 2		060 1/X							
005 5		061 X2Y							
006 .		062 X							
007 4		063 RTN							
008 F29	Inch in mm oder mm in Inch?	064 *LBLA							
009 1/X	Stack ordnen für LST X	065 SF2							
010 X2Y		066 *LBLA							
011 X	Umrechnen	067 .							
012 RTN		068 4							
013 *LBLB	Fuß/Meter-Umwandlung	069 5							
014 SF2		070 3							
015 *LBLB		071 5							
016 .		072 9							
017 3		073 2							
018 0		074 3							
019 4		075 7							
020 6		076 F29							
021 F29		077 1/X							
022 1/X		078 X2Y							
023 X2Y		079 X							
024 X		080 RTN							
025 RTN		081 P/S							
026 *LBLC	Gallon/Liter-Umwandlung								
027 SF2									
028 *LBLC									
029 3									
030 .									
031 7									
032 8									
033 5									
034 4									
035 1									
036 1									
037 7									
038 8									
039 4									
040 F29									
041 1/X									
042 X2Y									
043 X									
044 RTN									
045 *LBLD	Pound/Newton-Umwandlung (Kraft)								
046 SF2									
047 *LBLD									
048 4									
049 .									
050 4									
051 4									
052 8									
053 2									
054 2									
055 1									
056 6									
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					

001 *LBLA					° C = (° F - 32) / 1.8)					057 1				
002 0					° F = 1.8° C + 32					059 6				
003 2					060 8					061 1				
004 -					062 8					063 4				
005 1					064 6					065 3				
006 .					066 F29					067 1%				
007 8					068 x					069 RTN				
008 :					070 *LBLc					071 SF2				
009 RTN					072 *LBLB					073 7				
010 *LBLc					074 4					075 5				
011 1					076 *					077 6				
012 .					078 9					079 9				
013 8					080 9					081 8				
014 x					082 7					083 F29				
015 3					084 1%					085 x				
016 2					086 RTN					087 R/S				
017 +														
018 RTN														
019 *LBLb					BTU-Joule-Umrechnung									
020 SF2					(British thermal unit)									
021 *LBLB														
022 1														
023 0														
024 5														
025 5														
026 .														
027 0														
028 5														
029 5														
030 8														
031 5														
032 3														
033 F29														
034 1%														
035 x/y														
036 x														
037 RTN														
038 *LBLc														
039 SF2														
040 *LBLc														
041 6														
042 6														
043 9														
044 4														
045 .														
046 7														
047 5														
048 7														
049 2														
050 F29														
051 1%														
052 x														
053 RTN														
054 *LBLd														
055 SF2														
056 *LBLD														

Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

Das *Arithmetik-Lernprogramm* beinhaltet einen Pseudo-Zufallszahlen-generator. 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:

* Es können auch andere Eingangswerte gewählt werden; der Quotient aus (Eingangswert $\times 10^7$) 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.

Schritte X-Register**LBL 5****RCL E**

Alter Eingangswert

9

9

7

997

x

Anfangswert \times 997**FRAC****STO E**Nachkomma-Anteil von (Anfangswert \times 997)Pseudo-Zufallszahl wird als neuer Eingangswert für die
nächste Schleife gespeichert.

Arithmetik-Lernprogramm

001 *LBL _a	Konstanten speichern	Vorprogrammierte oder eingegebene Ausgangszahl speichern	057 SPC	Operationscode anzeigen.
002 0			058 PRT _i	
003 ST08			059 SPC	
004 2			060 *LBL _b	
005 0			061 GS _{b5}	
006 ST07			062 ST0C	
007 1			063 GS _{b5}	
008 0			064 RCLC	
009 ST0C			065 GS _{b1}	
010 ST0E			066 RCLH	
011 1			067 X \leftrightarrow 1	2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen
012 ST04			068 DSP _i	Aufgabe stellen
013 .			069 X \leftrightarrow 1	Anzeige einstellen
014 5			070 R _J	Einen Wert «skalieren»
015 2			071 RCLB	Werte zu der Form x.y addieren
016 8			072 +	0 nach LST X
017 4			073 *	Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe
018 1			074 0	Aufgabe anzeigen
019 6			075 +	Generieren der Pseudo-Zufallszahlen
020 3			076 RCL9	Zahlen verarbeiten
021 *LBL _e			077 X=Y \circ	Ganzzahlige Werte <nmax erzeugen
022 ST0E			078 GT09	Additionsaufgabe
023 CLX			079 R _J	Subtraktionsaufgabe
024 RTN			080 ST09	Multiplikationsaufgabe
025 *LBL _b			081 F1?	
026 SF0			082 PRTX	
027 SPC			083 RTN	
028 PRTX			084 *LBL ₅	
029 SPC			085 RCLC	
030 ABS			086 9	
031 1			087 9	
032 +			088 7	
033 ST0D			089 X	
034 1			090 FRC	
035 0			091 ST0E	
036 X			092 JK	
037 L0G			093 RCLD	
038 INT			094 X	
039 ST0A			095 INT	
040 10 ^x			096 RTN	
041 ST0B			097 *LBL ₁	
042 CLX			098 +	
043 RTN			099 ST0C	
044 *LBL _A			100 LSTX	
045 1			101 -	
046 GT01			102 LSTX	
047 *LBL _E			103 RTN	
048 2			104 *LBL ₂	
049 GT01			105 ST0C	
050 *LBL _C			106 X \leftrightarrow Y	
051 3			107 +	
052 GT01			108 LSTX	
053 *LBLD			109 RTN	
054 4			110 *LBL ₃	
055 *LBL1			111 X=0?	
056 ST0I			112 X \leftrightarrow Y	
REGISTER				
0	1	2	3	4
S0	S1	S2	S3	S4
A Anzeige	B Skalierung	C Ergebnis	D n _{max} + 1	E Anfangswert
				II Kontrolle
S5	S6	S7	S8	S9

113 X=0?		114 1		115 x		116 STOC		117 LSTX		118 ÷		119 LSTX		120 RTN		121 #LBL4		122 STOC		123 X?Y		124 X=0?		125 GS85		126 x		127 LSTX		128 RTN		129 #LBL6		130 LSTX		131 X#0?		132 GT07		133 R↓		134 RCLC		135 X?Y?		136 GT08		137 1		138 F2?		139 ST+8		140 ST-7		141 RCL7		142 X#0?		143 GT09		144 SPC		145 2		146 6		147 RCL8		148		149 PRTX		150 2		151 8		152 PRTX		153 ÷		154 EEX		155 2		156 x		157 PRTX		158 SPC		159 SPC		160 SPC		161 SPC		162 2		163 8		164 ST07		165 8		166 ST08		167 GT09		168 #LBL8	
Divisionsaufgabe																																																																																																															
GTO Fehlerroutine bei Benutzung des Tastenfelds zur Lösung der Aufgabe		Bei falscher Lösung gleiche Aufgabe nochmals anzeigen		Anzahl der gerechneten Aufgaben und der falschen Lösungen		Neue Aufgabe, bis 20 Aufgaben gestellt		Ergebnisse der Lektion anzeigen.		Neue Lektion beginnen																																																																																																					
Bei falscher Lösung Aufgabe nochmals anzeigen. Flag für falsche Lösung setzen, damit Summenzähler erhöht wird																									Fehlermeldung für «mogeln» anzeigen		Rest der Division		Pause-Modus umschalten.																																																																																		
Labels																									Flags		Set Status																																																																																				
^a + ?	^b - ?	^c x ?	^d ÷ ?	^e Ergebnis	^f 0	Flags		Trig		Disp																																																																																																					
^a Start	^b (n _{max})	^c P?	^d	^e (Anfangsw.)	^f Pause	^g	^h	ⁱ	^j	^k	^l	^m	ⁿ	^o	^p	^q	^r	^s	^t	^u	^v	^w	^x	^y	^z	^{aa}	^{ab}	^{ac}	^{ad}	^{ae}	^{af}	^{ag}	^{ah}	^{ai}	^{aj}	^{ak}	^{al}	^{am}	^{an}	^{ao}	^{ap}	^{ar}	^{as}	^{au}	^{av}	^{aw}	^{ax}	^{ay}	^{az}	^{ba}	^{ca}	^{da}	^{ea}	^{fa}	^{ga}	^{ia}	^{ja}	^{ka}	^{la}	^{ea}	^{fa}	^{ga}	^{ia}	^{ja}	^{ka}	^{la}	^{ea}	^{fa}	^{ga}	^{ia}	^{ja}	^{ka}	^{la}																																						
⁰ Pause	¹ +	² -	³ x	⁴ ÷	⁵	⁶	⁷ belegt	⁸ Fehler	⁹ Problem	¹⁰	¹¹	¹²	¹³	¹⁴	¹⁵	¹⁶	¹⁷	¹⁸	¹⁹	²⁰	²¹	²²	²³	²⁴	²⁵	²⁶	²⁷	²⁸	²⁹	³⁰	³¹	³²	³³	³⁴	³⁵	³⁶	³⁷	³⁸	³⁹	⁴⁰	⁴¹	⁴²	⁴³	⁴⁴	⁴⁵	⁴⁶	⁴⁷	⁴⁸	⁴⁹	⁵⁰	⁵¹	⁵²	⁵³	⁵⁴	⁵⁵	⁵⁶	⁵⁷	⁵⁸	⁵⁹	⁶⁰	⁶¹	⁶²	⁶³	⁶⁴	⁶⁵	⁶⁶	⁶⁷	⁶⁸	⁶⁹	⁷⁰	⁷¹	⁷²	⁷³	⁷⁴	⁷⁵	⁷⁶	⁷⁷	⁷⁸	⁷⁹	⁸⁰	⁸¹	⁸²	⁸³	⁸⁴	⁸⁵	⁸⁶	⁸⁷	⁸⁸	⁸⁹	⁹⁰	⁹¹	⁹²	⁹³	⁹⁴	⁹⁵	⁹⁶	⁹⁷	⁹⁸	⁹⁹	¹⁰⁰											
⁵ belegt	⁶	⁷ belegt	⁸ Fehler	⁹ Problem	¹⁰	¹¹	¹²	¹³	¹⁴	¹⁵	¹⁶	¹⁷	¹⁸	¹⁹	²⁰	²¹	²²	²³	²⁴	²⁵	²⁶	²⁷	²⁸	²⁹	³⁰	³¹	³²	³³	³⁴	³⁵	³⁶	³⁷	³⁸	³⁹	⁴⁰	⁴¹	⁴²	⁴³	⁴⁴	⁴⁵	⁴⁶	⁴⁷	⁴⁸	⁴⁹	⁵⁰	⁵¹	⁵²	⁵³	⁵⁴	⁵⁵	⁵⁶	⁵⁷	⁵⁸	⁵⁹	⁶⁰	⁶¹	⁶²	⁶³	⁶⁴	⁶⁵	⁶⁶	⁶⁷	⁶⁸	⁶⁹	⁷⁰	⁷¹	⁷²	⁷³	⁷⁴	⁷⁵	⁷⁶	⁷⁷	⁷⁸	⁷⁹	⁸⁰	⁸¹	⁸²	⁸³	⁸⁴	⁸⁵	⁸⁶	⁸⁷	⁸⁸	⁸⁹	⁹⁰	⁹¹	⁹²	⁹³	⁹⁴	⁹⁵	⁹⁶	⁹⁷	⁹⁸	⁹⁹	¹⁰⁰																

«Mondlandung»

001 *LBL1 002 5 003 0 004 0 005 ST06 006 5 007 0 008 CHS 009 ST07 010 6 011 0 012 ST08 013 *LBL5 014 RCL6 015 DSP4 016 EEX 017 4 018 \div 019 RCL7 020 CF2 021 X \times 0 022 SF2 023 ABS 024 + 025 F2? 026 CHS 027 PSE 028 PSE 029 DSP8 030 RCL8 031 PSE 032 3 033 PSE 034 . 2 035 PSE 036 1 037 PSE 038 0 039 PSE 040 *LBL5 041 RCL8 042 XY? 043 XY? 044 GT02 045 ST-8 046 2 047 \times 048 5 049 - 050 ST09 051 2 052 \div 053 RCL6 054 + 055 RCL7 056 +		Ausgangsbedingungen speichern		057 RCL9 058 ST+7 059 R4 060 ST06 061 INT 062 X \times 0? 063 GT09 064 *LBL3 065 DSP8 066 RCL7 067 *LBL4 068 PSE 069 GT04 070 *LBL2 071 RCL8 072 2 073 . 074 5 075 - 076 ST+6 077 2 078 x 079 ST+7 080 RCL6 081 1 082 0 083 x 084 RCL7 085 X \times 2 086 + 087 JX 088 CHS 089 GT04 090 *LBL8 091 5 092 ST-8 093 0 094 GT05 095 R/S		Bei Landung Geschwindigkeit anzeigen			
		Höhe durch 10000 geteilt: Anzeige kombiniert in der Form vv.Ohhh		Bei Aufprall Geschwindigkeit berechnen					
017 Anzeigeformat vv.Ohhh aufbauen, dabei negative Werte berücksichtigen		Neue Treibstoff-eingabe		Neue Treibstoff-eingabe					
		Anzeige von Geschwindigkeit und Höhe		Treibstoff verbraucht, Geschwindigkeit im freien Fall					
029 Anzeige der Treibstoffreserve		Anzeige annehmen		Aufprallgeschwindigkeit					
		Wenn Brennstoff verbraucht, Aufprallgeschwindigk. ermitteln u. aufblinken lassen		Geschwindigkeit bei weicher Landung					
046 Treibstoff subtrahieren Geschwindigkeit und Höhe bestimmen		Ergebnis anzeigen		Fehlzündung					
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					

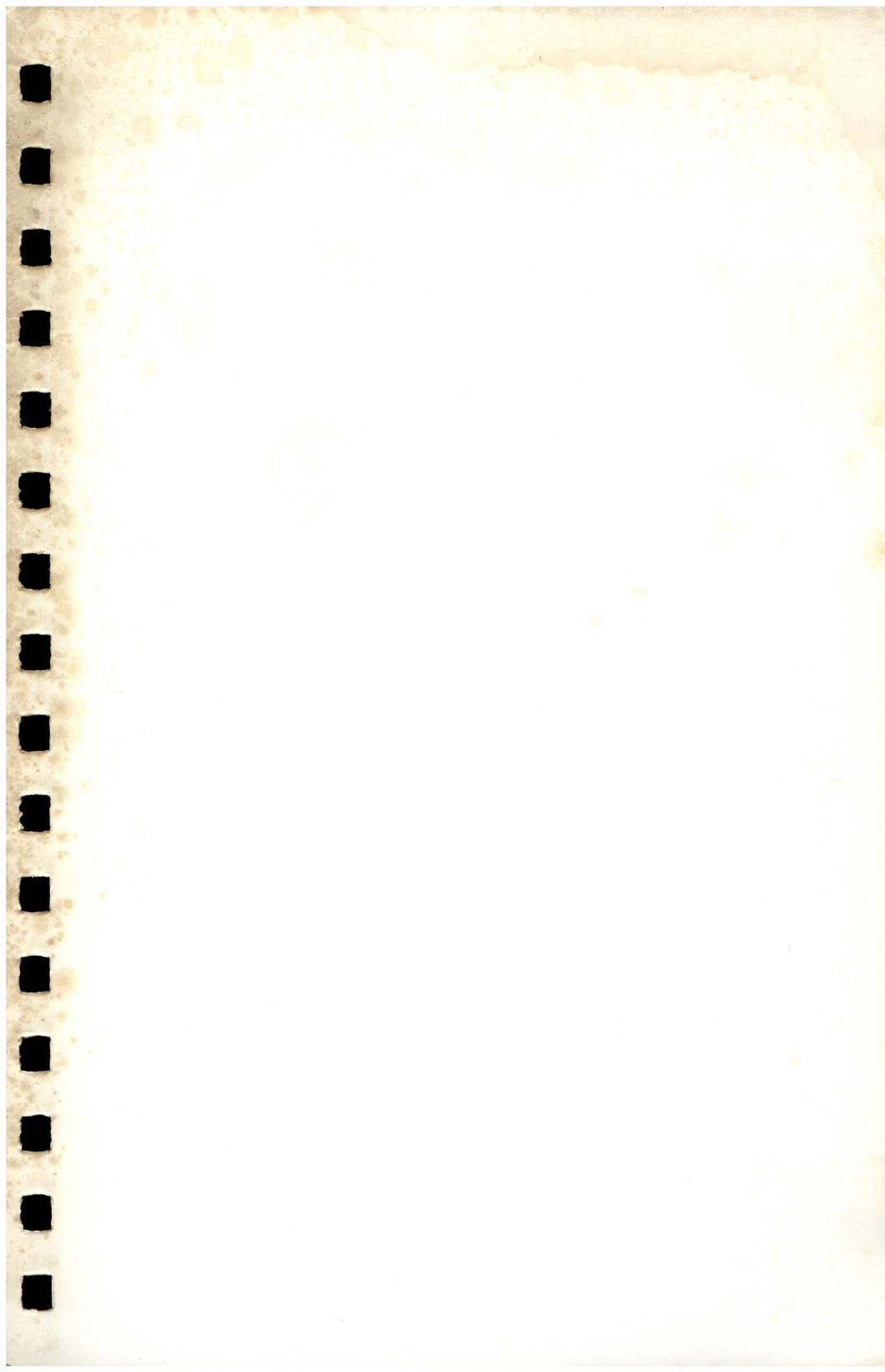
LABELS					FLAGS	SET STATUS		
					FLAGS	TRIG	DISP	
					ON OFF	DEG	FIX	
¹ belegt	² Wiederstart	³	⁴	⁵ 0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
a	b	c	d	e	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
⁰ belegt	¹ Count-down	² Treibst. = 0	³ Aufschlag	⁴ Blinken	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
⁵ Wiederst.	6	7	8	⁹ belegt	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
						DEG	<input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						GRAD	<input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						RAD	<input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						n	<input type="checkbox"/>	2

Diagnostik-Programm

001 *LBLA 002 CLR6 003 P#5 004 CLR6 005 CF3 006 ? 007 ? 008 ? 009 ? 010 ? 011 ? 012 ? 013 ? 014 ? 015 ? 016 CHS 017 EEY 018 CHS 019 ? 020 ? 021 X#Y 022 RT 023 R1 024 RT 025 RT 026 R↓ 027 PSE 028 *LBLB 029 STO1 030 RCL1 031 X#Y? 032 GT01 033 ISZ1 034 RCL6 035 RCL8 036 X#Y? 037 GT02 038 GT00 039 *LBL1 040 RCLI 041 RTN 042 *LBL2 043 2 044 5 045 STO1 046 SIN 047 SIN ⁻¹ 048 GSB3 049 COS 050 COS ⁻¹ 051 GSB3 052 TAN 053 TAN ⁻¹ 054 GSB3 055 +P 056 +R	Register löschen Prüfwerteingabe Stackregister und Befehle zum Stackumordnen prüfen Anzeige prüfen Register prüfen Codezahl für Registerspeicher- oder Abruffehler anzeigen	057 GSB3 058 SIN 059 →HMS 060 HMS+ 061 SIN ⁻¹ 062 GSB3 063 LOG 064 10 ^x 065 GSB3 066 LN 067 e ^x 068 GSB3 069 X ² 070 √X 071 GSB3 072 ENT↑ 073 Y ⁿ 074 LSTX 075 1/X 076 Y ^{1/X} 077 GSB3 078 ENT↑ 079 + 080 LSTX 081 - 082 GSB3 083 ENT↑ 084 × 085 LSTX 086 ÷ 087 GSB3 088 1/X 089 1 090 + 091 FRC 092 1/X 093 LSTX 094 + 095 INT 096 GSB3 097 D+R 098 R+D 099 GSB3 100 EEY 101 2 102 X#Y 103 % 104 GSB3 105 GT04 106 *LBL3 107 RMD 108 RCL1 109 X#Y? 110 R/S 111 ISZ1 112 RCLI	Umrechnung in Stunden/Minuten/Sekunden prüfen
			Log und 10 ^x prüfen
			Ln und e ^x prüfen
			x ² und Quadratwurzel prüfen
			y ^x und 1/x prüfen
			+,- und LST X prüfen
			× und ÷ prüfen
			Int und FRC prüfen
			Grad/Bogenmaß-Umwandlung prüfen
			% prüfen
REGISTER			
0 belegt	1 belegt	2 belegt	3 belegt
4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt
8 belegt	9 belegt	10 belegt	11 belegt
S0 belegt	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt
			E belegt
			F belegt

113	RTN		169	#LBL6		
114	#LBL4		170	ISZI		
115	1		171	RCLI		
116	-		172	F1?		
117	RCLI		173	GT06		
118	X>Y?		174	RTN		
119	RTN		175	#LBL6		
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	?		
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	F 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	
^A Start	^B	^C	^D	^E	⁰ belegt	^{FLAGS}
a	b	c	d	e	¹ belegt	ON OFF
^B Register	¹ Register	² Funktion	³ Funktion	⁴ x-y	² belegt	DEG <input checked="" type="checkbox"/> FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁵ x-0	⁶ Flag	⁷	⁸	⁹	³ belegt	GRAD <input type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/>
						RAD <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/>
						n <u>2</u>

Notizen





172 mal Verkauf und Service in 65 Ländern

Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86

7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 110, Telefon (07031) 667-1

4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. 1, Seestern, Tel. (0211) 5 971-1

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) 35 16 21 bis 27

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.