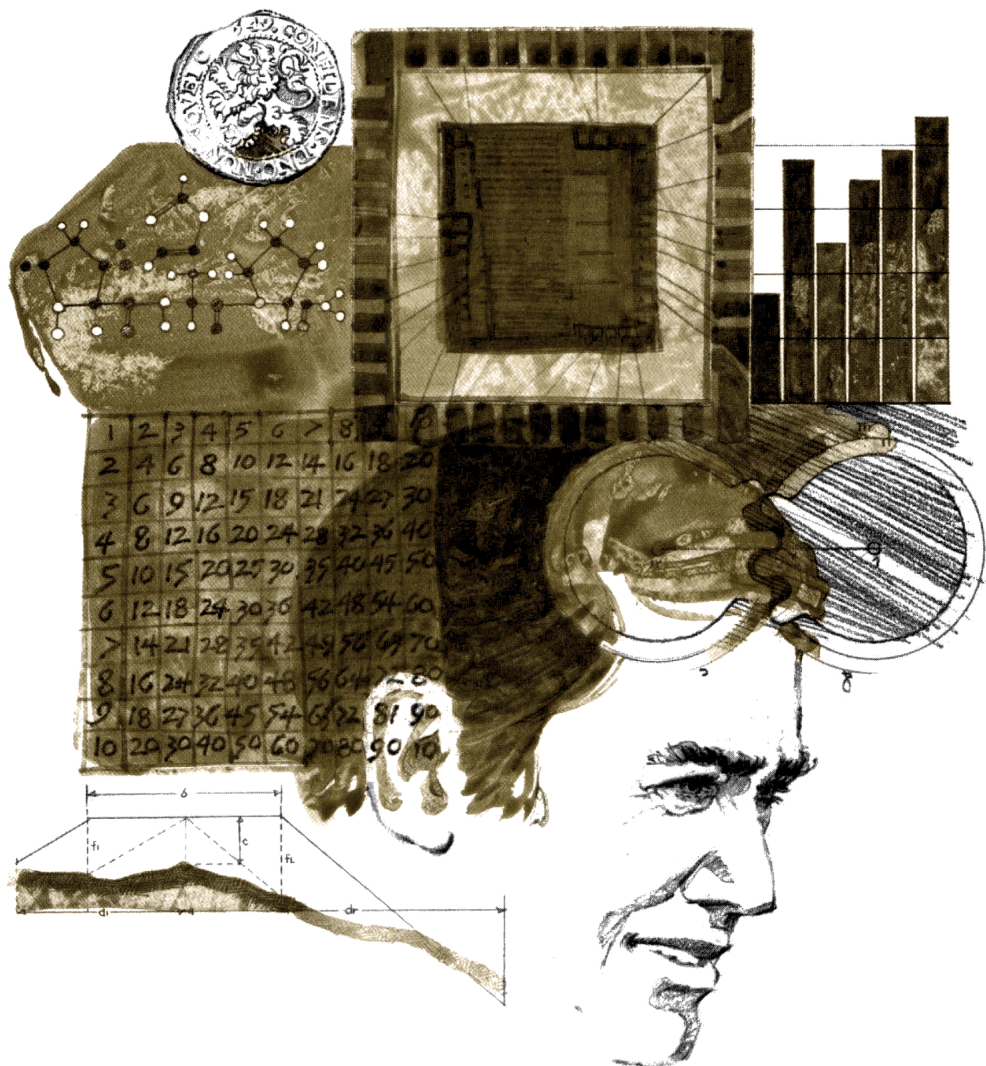


HEWLETT-PACKARD

HP-97

Standard Paket



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

Einleitung

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

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

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

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

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

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

Notizen

Inhaltsverzeichnis

1. Gleitender Durchschnitt	
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, Darlehentilgung, 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 Kartenkassette die Magnetkarte für das Programm **Kurvenanpassung** (STD-03A).

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

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

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

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



Abb. 1

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

Das Wort Error in der Anzeige ist ein Zeichen dafür, daß die Programmkarte 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).

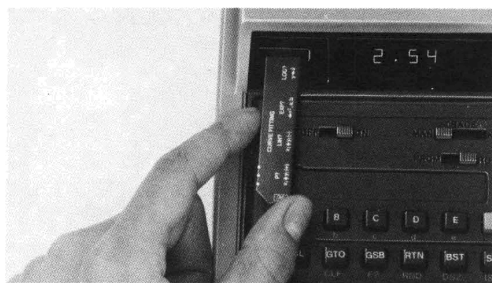


Abb. 2

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

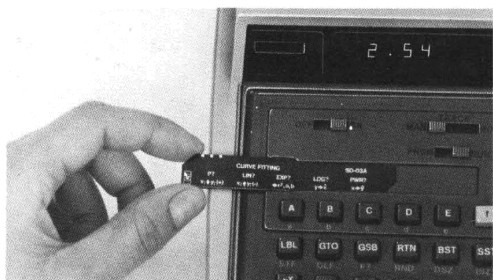


Abb. 3

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




















Beschriftung der Programmkarten

Betrachten Sie einmal die Beschriftung der Magnetkarte, die Sie soeben in den Fensterausschnitt links oberhalb des Tastenfeldes eingeschoben haben. Die einzelnen Zeichen und Symbole sollen als 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 Programmkarten 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 	Die Funktion der Programmtasten wird durch die weißen Symbole gekennzeichnet, die jeweils über diesen Tasten stehen, wenn Sie die Programmkarte 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  drücken.
Goldfarbene Zeichen: y x 	Für goldfarbene Zeichen gilt das gleiche, was bereits für weiße Zeichen gesagt wurde, nur daß jetzt die entsprechende Programmtaste im Anschluß an die Präfixtaste  zu drücken ist. Das Beispiel gibt an, daß der Wert für y durch Drücken von   eingegeben wird.
x  y 	Das Zeichen  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  zu drücken.
 	Ist das Symbol der Variablen von einem viereckigen Kästchen umgeben, ist der Wert einzugeben, indem zuerst STO und anschließend die entsprechende Programmtaste  bis  gedrückt wird. Im Beispiel erfolgt die Eingabe von x mit STO  .
(x) 	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  eingeben, oder nicht.
→x 	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  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 gedruckt.
→ 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-Modus. Grundsätzlich erscheint nach Ausführung dieser Operationen in der Anzeige entweder 0.00 oder 1.00; damit wird angezeigt, ob der betreffende Modus nun ein- (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist.
START A	Das Wort START bedeutet, daß die zugehörige Programmtaste zum Starten des Programms zu drücken ist; es taucht da auf, wo ein Programm einen Vorbereitungsschritt erfordert.
DEL A	DEL (<i>delete</i> – 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 **EEEX** (für die Eingabe eines Exponenten) und **CHS** (für negative Zahlen oder Exponenten) verwendet.

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

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

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

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

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

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

x_i	1	3	7
y_i	2.7	20	1100

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

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

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

Das Ergebnis wird wie folgt gedruckt:

1.00 ... (Bestimmtheitsmaß, r^2)

1.02 ... (a)

1.00 ... (b)

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

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

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

Notizen

Gleitender Durchschnitt



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

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

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

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

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

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

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

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

B → Crd

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

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

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

Beispiel 2:

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

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

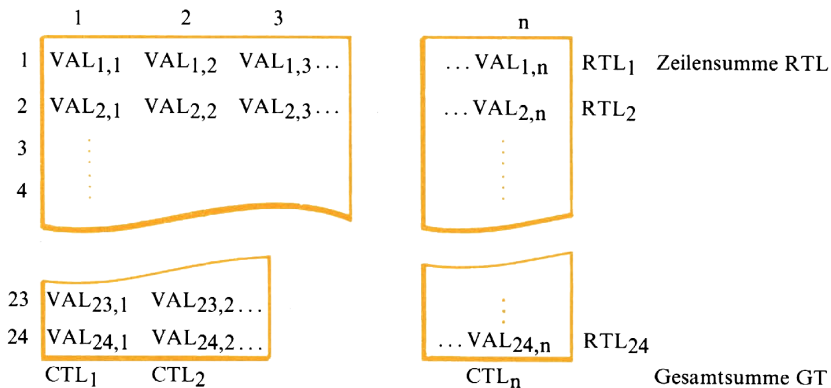
Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

225 A	→	«7.00», 212.50	Die bei der Mittelwertbildung verwendeten 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 und auf Wunsch auch ausgedruckt.



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

Abb. 1

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme_j an der Gesamtsumme

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

Anmerkungen:

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

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

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

















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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie		Anzeige/Ausdruck	
12	 	→	0.00
1012	 1235  895  1123 	→	1123.00
1502	 1073  973  1250 	→	1250.00
1051	 1244  1127  977 	→	13462.00
		→	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 ***
		→	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/Ausdruck**

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

Bücherumsatz

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

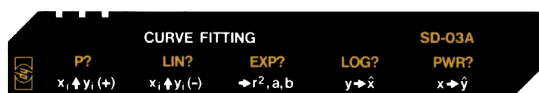
Beispiel 3:

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

Bücherumsatz

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

Kurvenanpassung



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

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

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

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

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

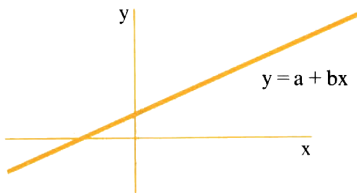
Wenn Sie alle Datenpaare eingegeben haben, drücken Sie **C**. Damit starten Sie die Berechnung und den anschließenden Ausdruck des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b . Das

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

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

Verwendete Formeln:

Lineare Regression

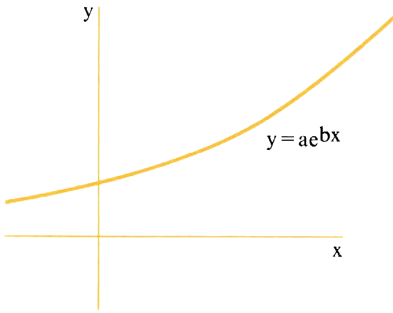


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

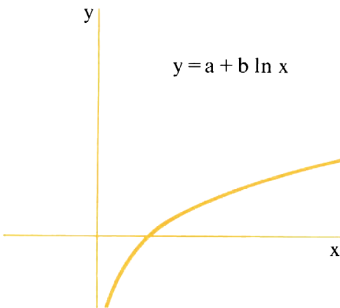


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

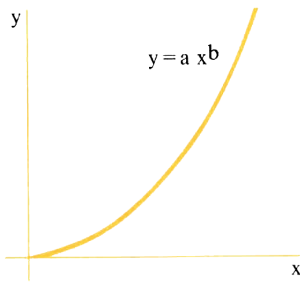


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

Anpassung einer Potenzfunktion



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

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

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

Anmerkungen:

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

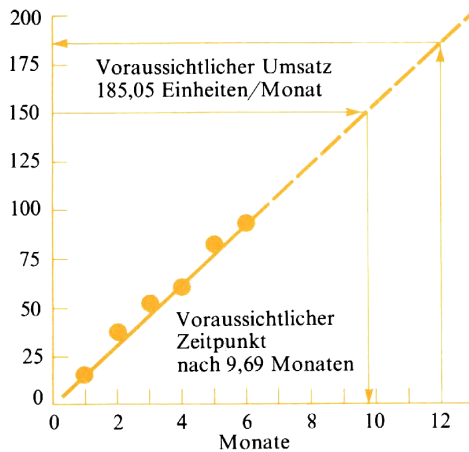
Die Register R₀ bis R₉ werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur freien Verfügung.
Der x-Wert braucht nicht erneut eingetastet zu werden, wenn er mit dem in der Anzeige erscheinenden Zähler identisch ist (siehe Beispiel 1).

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

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/Ausdruck**

f 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
- v₀ = Anfangsgeschwindigkeit (zur Zeit t = 0)
- α = konstante Beschleunigung
- t = Zeit seit t₀, d.h. seit v = v₀

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

$v = v_0 + \alpha t$

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

$y = a + b \cdot x$

entspricht. Zur Lösung des Problems ist daher die lineare Regression anzuwenden. Für y setzen Sie v ein, für a die Anfangsgeschwindigkeit v₀, für b die Beschleunigung α und für x die Zeit t.

Drücken Sie

f

b

5

140

A

6

149

A

7

159

A

9

175

A

C

20

E

Anzeige/Ausdruck

1.00

4.00

1.00

96.54

8.77

271.97

*** (r²)

*** (a, v₀)

*** (b, Beschleunigung)

(m/sec)

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

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

beschreiben, wobei b die polytropische Konstante dieses Prozesses bezeichnet.















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

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

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

 	→	1.00	
10  210  30  40  50  12 	→	4.00	
70  9  90  6.8  	→	0.99	*** (r ²)
		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 6.031975 eingegeben. Achten Sie darauf, daß aufgrund des gewählten Formates das Tagesdatum stets 2stellig (gegebenenfalls mit vorangestellter Null) einzusetzen ist. Wochen werden im Format WKS.DYS (Wochen.Tage) angezeigt oder eingetastet. So werden zum Beispiel sieben Wochen und drei Tage als 7.3 dargestellt. Der Wochentag wird durch die Ziffern 0 bis 6 kodiert angezeigt, wobei mit Sonntag (=0) begonnen wird.

Verwendete Formeln:

Berechnung des Julianischen Datums:

Julianische Tageszahl =

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

Dabei gilt:

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

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

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.



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

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

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

Berechnung des Wochentages:

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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** _____
D _____
4.121961 **E** _____
7.211969 **E** _____

Anzeige/Ausdruck
3022. (Tage)
431.5 (Wochen.Tage)
3. (Mittwoch)
1. (Montag)

Beispiel 2:

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

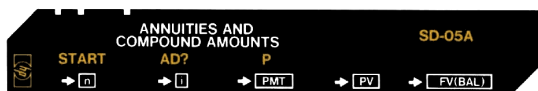
Drücken Sie6.111976 **A** 200 **C** **B****Anzeige/Ausdruck**

12.281976*

(bedeutet 28. Dez. 1976)

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

Renten- und Zinseszinsrechnung



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

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

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

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

sind, kann der gesuchte Wert durch Drücken der entsprechenden Programmtaste berechnet werden. Zur Berechnung des Periodenzinsatzes i ist folglich die Taste **F** 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 Programmkarte sollte dagegen grundsätzlich die START-Operation ausgeführt werden.

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

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

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

Verwendete Formeln:

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

wobei

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

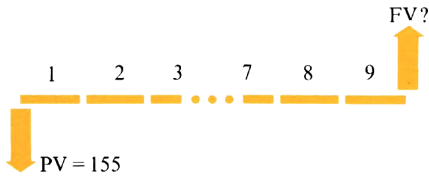
Mit **RCL A**, **RCL B**, **RCL C**, **RCL D** und **RCL E** können Sie die in den entsprechenden Registern gespeicherten Werte für die verschiedenen Variablen in die Anzeige rufen.

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

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

Beispiel 1:

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

**Drücken Sie**

f a 155 STO D _____	→	155.00
5.75 ↑ 12 ÷ STO B _____	→	0.48
9 ↑ 12 × STO A _____	→	108.00
E _____	→	259.74

Anzeige/Ausdruck

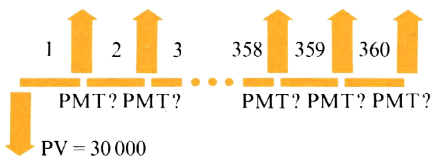
Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

Drücken Sie

6 ↑ 12 ÷ STO B _____	→	0.50
E _____	→	265.62

Anzeige/Ausdruck**Beispiel 2:**

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

**Drücken Sie**

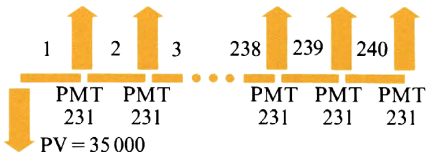
f a 30 ↑ 12 × STO A _____	→	360.00
30000 STO D _____	→	30000.00
9 ↑ 12 ÷ STO B _____	→	0.75
C _____	→	241.39
f c _____	→	360.00

Anzeige/Ausdruck

*** (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?

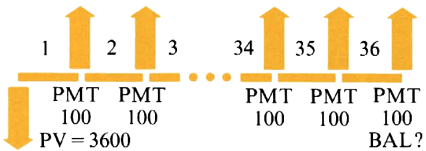


Drücken Sie

f a 35000 STO D	→	Anzeige/Ausdruck 35000.00
231 STO C	→	231.00
20 ↑ 12 × STO A	→	240.00
B	→	0.42 (0.42% pro Monat)
12 ×	→	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?



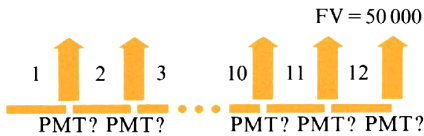
Drücken Sie

f a 3600 STO D 10 ENTER 12 ÷	→	Anzeige/Ausdruck
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 (nachsüssigen) Ratenzahlungen am Ende dieses Quartals beginnen?

**Drücken Sie****Anzeige/Ausdruck**

f **□** 50000 **STO** **E** 3 **ENTER** **4** **×**

STO **A** 7 **ENTER** **4** **÷** **STO** **B** **C** → 3780.69

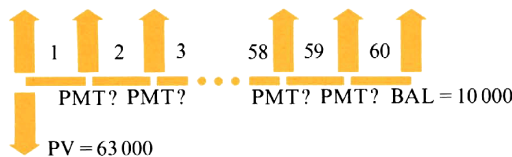
Welcher statt der Ratenzahlungen sofort angelegte Betrag würde den gleichen Effekt bringen?

0 **STO** **C** **D** → 40602.89

Beispiel 6:

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

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

**Drücken Sie****Anzeige/Ausdruck**

f **□** **f** **□** 63000 **STO** **D** 13 **ENTER** **12** **÷**

STO **B** 5 **ENTER** **12** **×** **STO** **A** 10000

STO **E** **C** → 1300.16

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

70000 **STO D C** → 1457.73

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

1500 **STO C B** → 1.18 (% monatlich)

12 **x** → 14.12 (% p.a.)

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

DSP 5 B → 1.17700

12 **x** → 14.12599

Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



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

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

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

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

Liste der verfügbaren Programmbefehle

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

Programmierbare Operationen:

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:
Programmieren Sie die Formel
 $y = 3 (P + Q)$
und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

(Start)

A _____ → 0.00

(I/0)(I/0) (+) (×)

3 **B** 6 **B** 4 **f** **a** **f** **c** _____ → 30.00

(End)

D _____ → 0.00

3 **E** 5 **E** 8 **E** _____ → 39.00

3 **E** 9 **E** 11 **E** _____ → 60.00

Eine bessere Lösung:

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A _____ → 0.00

(CNST)

3 **C** 6 **↑** 4 **B** **f** **a** **f** **c** _____ → 30.00

D _____ → 0.00

E 5 **↑** 8 **E** _____ → 39.00

E 9 **↑** 11 **E** _____ → 60.00

Die beste Lösung (mit dem geringsten Speicherbedarf):

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A _____ → 0.00

6 **↑** 4 **f** **a** 3 **C** **f** **c** _____ → 30.00

D _____ → 0.00

5 **↑** 8 **E** _____ → 39.00

9 **↑** 11 **E** _____ → 60.00

Beispiel 2:

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

Stückkosten-Liste

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

Einzelhandelspreis = (Stückkosten + fixe Kosten) × 2,7
Großhandelspreis = 50% des Einzelhandelspreises
Fixkosten = 25 DM/Artikel

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

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

Anzeige/Ausdruck

A 1 ↑ .63 C f c B e^x 2.3 ↑ .75 C
f c f c → 3.24
D → 0.00
2.0 E e^x 2.8 E → 7.40
4.5 E e^x 3.7 E → 47.26
6.0 E e^x 6.4 E → 210.32

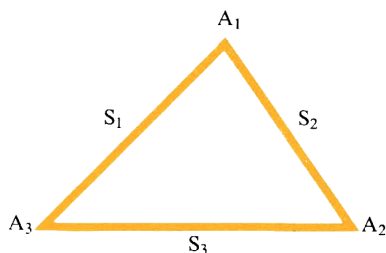
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



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



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

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

Im Anschluß an die Berechnung der Größen steht die Dreiecksfläche in der Anzeige, S_1 in R9, A_1 in 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.)

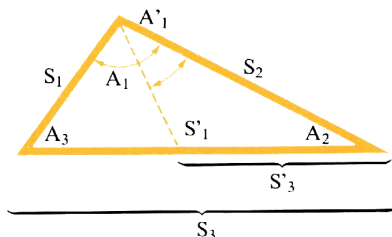
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

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

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



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

Anmerkungen:

Die Register $R_0 - R_6$, $RS_0 - RS_9$ 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.

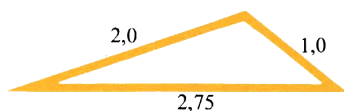
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wählen Sie entsprechend unter den		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	folgenden Problemstellungen aus und		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	geben Sie die angegebenen Werte ein :		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Alle Seiten bekannt	S_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_1
		S_2	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_2
		S_3	<input type="text"/> A <input type="text"/>	Ausdruck
	Eine Seite und beide anliegenden Winkel		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	bekannt	A_3	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	A_3
		S_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_1
		A_1	<input type="text"/> B <input type="text"/>	Ausdruck
	Zwei Winkel und anliegende Seite bekannt	S_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_1
		A_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	A_1
		A_2	<input type="text"/> C <input type="text"/>	Ausdruck
	Zwei Seiten und eingeschlossener Winkel		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	bekannt	S_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_1
		A_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	A_1
		S_2	<input type="text"/> D <input type="text"/>	Ausdruck
	Zwei Seiten und anliegender Winkel bekannt	S_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_1
		S_2	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	S_2
		A_2	<input type="text"/> E <input type="text"/>	Ausdruck
3	Im Anschluß an Schritt 2 werden die Werte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	für die Seiten und Winkel des Dreiecks		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	gedruckt. Als erstes wird die zuerst		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	eingeegebene Seite ausgedruckt, dann folgen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	die übrigen fünf Größen in der zuvor		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	beschriebenen Reihenfolge. Anschließend		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wird die Fläche ausgedruckt. Im letzten Fall		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(S_1 , S_2 , A_2) sind u.U. zwei Lösungssysteme		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	möglich, die dann beide ausgedruckt werden.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.



Drücken Sie

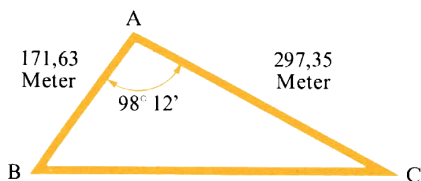
2 \uparrow 1 \uparrow 2.75 Δ \longrightarrow

Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 2:

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



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

Drücken Sie

171.63 \uparrow 98.12 \uparrow Δ 297.35 Δ \longrightarrow

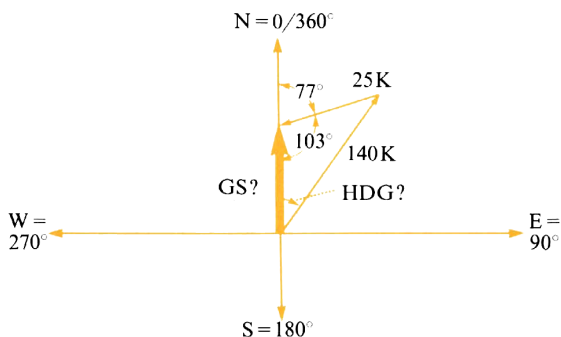
Anzeige/Ausdruck

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

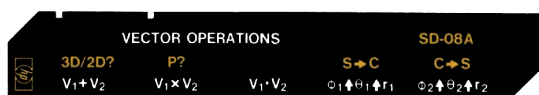
140 **A** 25 **A** 103 **E** →

Anzeige/Ausdruck

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

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

Vektor-Operationen



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

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

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

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

Die Vektoren werden in folgenden Formaten ausgedruckt:

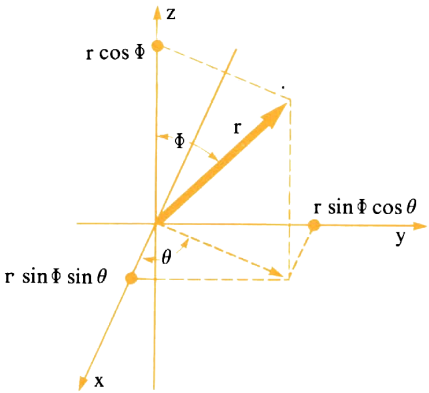
Polarkoordinaten

0.00	T
Φ	Z
θ	Y
r	X

Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)

0.00	T
z	Z
y	Y
x	X

Verwendete Formeln:



Dreidimensionale Vektordarstellung

Koordinatentransformation

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

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

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.

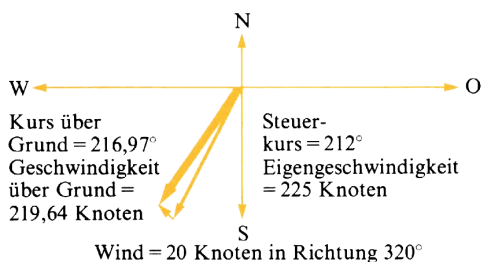
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Vektorrechnung		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	rechtwinklige K. nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Polarkoordinaten nach Zeile 10		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie die Vektoren 1 und 2 ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel φ_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(φ_1)	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	φ_1
	Winkel θ_1	θ_1	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	θ_1
	Betrag r	r_1	<input type="text" value="D"/> <input type="text"/>	1.00
	Winkel φ_2 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(φ_2)	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	φ_2
	Winkel θ_2	θ_2	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	θ_2
	Betrag r	r_2	<input type="text" value="E"/> <input type="text"/>	2.00
6	Führen Sie eine der Vektoroperationen aus:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Addition		<input type="text" value="A"/> <input type="text"/>	Ausdruck*
	Kreuzprodukt		<input type="text" value="B"/> <input type="text"/>	Ausdruck*
	Skalarprodukt		<input type="text" value="C"/> <input type="text"/>	Ausdruck**
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
8	Geben Sie die Polarkoordinaten ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel φ (entfällt bei 2D-Vektoren)	(φ)	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	(φ)
	Winkel θ	θ	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	θ
	Betrag r	r	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="d"/>	x***
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	z-Koordinate (entfällt bei 2D-Vektoren)	(z)	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	(z)
	y-Koordinate	y	<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>	y
	x-Koordinate	x	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="e"/>	r*
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Beachten Sie das Druckformat:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* – Null, φ , θ , r		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	** – Produkt, Winkel zur Bezugsachse		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	*** – Null, z, y, x		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Ein Flugzeug steuert einen Kurs von 212° und fliegt mit einer Eigengeschwindigkeit (gegenüber der es umgebenden Luft) von 225 Knoten. Dabei wird es von einem Wind, der mit 20 Knoten aus 140° weht, von seinem Kurs abgetrieben. Berechnen Sie den tatsächlichen Kurs über Grund, den das Flugzeug unter Windeinfluß zurücklegt, sowie die Geschwindigkeit über Grund.

(Da Winde mit der Richtung bezeichnet werden, aus der sie kommen, muß hier mit $140^\circ + 180^\circ = 320^\circ$ gerechnet werden.)

**Drücken Sie**

f a f a

212 ↑ 225 D

320 ↑ 20 E

A

Anzeige/Ausdruck

2.00

1.00

2.00

0.00 T

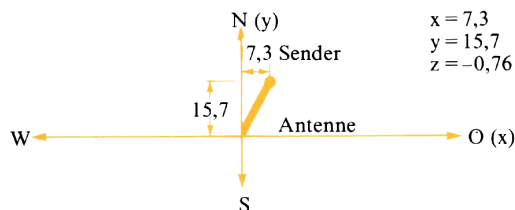
90.00 Z

216.97 Y (Grad)

219.64 X (Knoten)

Beispiel 2:

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

Blick von oben auf die Stationen

Drücken Sie

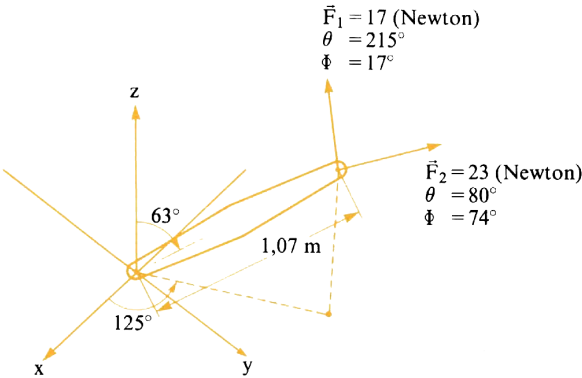
_____ →
 _____ →
.76 15.7 7.3 _____ →

Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 3:

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



Drücken Sie

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

_____ →
17 215 17 _____ →
74 80 23 _____ →
 _____ →

Anzeige/Ausdruck

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

...dann berechnen Sie das Moment gemäß

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} \dots$$

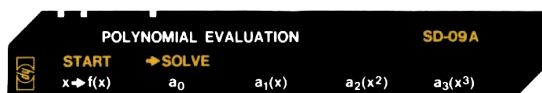
E	_____→	2.00	
63	A 125 A 1.07 D _____→	1.00	
B	_____→	0.00	T
		124.34	Z
		55.37	Y
		18.02	X

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

für die Längskomponente:

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

Polynom-Berechnung



Mit Hilfe dieses Programms können Sie die folgenden Polynome berechnen:

Kubische Gleichung (drei Lösungen)

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

Quadratische Gleichung (zwei Lösungen)

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

Lineare Gleichung (eine Lösung)

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

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

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

Verwendete Formeln:

Kubische Gleichung:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 auf-treffen? Für die Erdbeschleunigung soll der Wert 9,81 m/sec² verwendet werden.

Nach den Gesetzen der Mechanik gilt:

$$f(t) = x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 0$$

$$= 2 + 20t + (-9.81/2)t^2 = 0$$

Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
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:

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

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

Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
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/Ausdruck
f a 8 CHS B 8 C 4 CHS D 1 E f b →	2.00 *** (reelle Lösung)
	-1.00 (Hinweis)
	1.73 *** (Imagi-närteil)
	1.00 *** (Realteil)

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

(Die Zahl $-1,00$ erscheint auf dem Ausdruck als Hinweis dafür, daß die beiden folgenden Werte Imaginär- und Realteil einer komplexen Lösung sind.)

Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)



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

Verwendete Formeln:

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

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

Determinante der Matrix A

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

Inverse der Matrix A

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Multiplikation

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

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:

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

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

Die Register RS0 – RS9 werden vom Programm nicht belegt.

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

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

Anmerkung:

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

Beispiel 1:

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

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

Drücken Sie23 **f** 8 **f** 4 **A** →15 **f** 11 **f** 15 **B** →17 **f** 6 **CHS** **f** 12 **C** →1 **f** 1 **f** 1 **D** →**f** **a** →**f** **b** →**E** →**Anzeige/Ausdruck**

4.00

15.00

12.00

1.00

4598.00 (Determinante)

0.00 (Inverse wurde berechnet)

0.05 *** (α_1)-0.03 *** (α_2)0.02 *** (α_3)0.02 *** (β_1)0.05 *** (β_2)-0.06 *** (β_3)-0.06 *** (γ_1)0.06 *** (γ_2)0.03 *** (γ_3)1.00 *** (d_1)1.00 *** (d_2)1.00 *** (d_3)**f** **c** → 4.349717270 -03 *** (Ergebnisse

0.08 *** der Multi-

-0.02 *** plikation)

Beispiel 2:

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

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

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

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

Drücken Sie

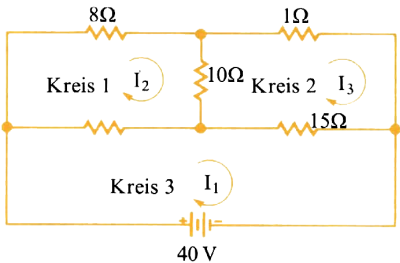
14 \uparrow 8 **CHS** \uparrow 0 **A** \longrightarrow
8 **CHS** \uparrow 12 \uparrow 0 **B** \longrightarrow
0 \uparrow 0 \uparrow 1 **C** \longrightarrow
20 \uparrow 5 \uparrow 0 **D** \longrightarrow
f **a** \longrightarrow
f **b** \longrightarrow
E \longrightarrow

Anzeige/Ausdruck

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:

Kreis 1: $4 I_1 - 4 I_2 + 15 I_1 - 15 I_3 - 40 = 0$

Kreis 2: $4 I_2 - 4 I_1 + 8 I_2 + 10 I_2 - 10 I_3 = 0$

Kreis 3: $10 I_3 - 10 I_2 + 1 I_3 + 15 I_3 - 15 I_1 = 0$

oder zusammengefaßt:

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

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

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

Das Gleichungssystem läßt sich wie folgt in Matrixform schreiben:

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

und

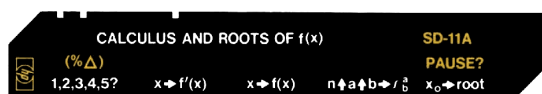
$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

19 \uparrow 4 CHS \uparrow 15 CHS A \longrightarrow	-15.00
4 CHS \uparrow 22 \uparrow 10 CHS B \longrightarrow	-10.00
15 CHS \uparrow 10 CHS \uparrow 26 C \longrightarrow	26.00
40 \uparrow 0 \uparrow 0 D \longrightarrow	0.00
f b \longrightarrow	0.00 (Inverse wurde berechnet)
f c \longrightarrow	7.86 *** (I_1)
	4.23 *** (I_2)
	6.16 *** (I_3)

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$



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

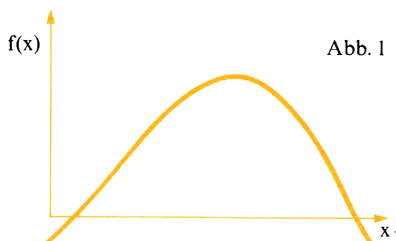


Abb. 1

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 Programmkarte 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 Programmkarte ein.
2. Drücken Sie **GTO** **▢** **1** **1** **2**.
3. Drücken Sie **f** **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).

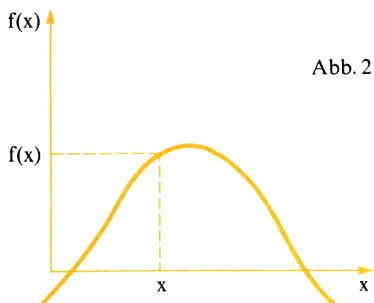


Abb. 2

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 Differentialquotient berechnet:

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

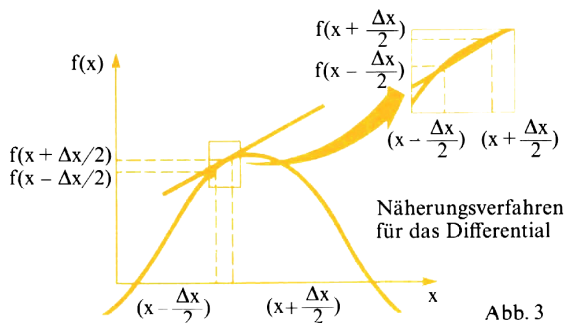


Abb. 3

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 **▣** 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

$$f(x) = \ln x + 3x - 10,8074 = 0,$$

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:

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

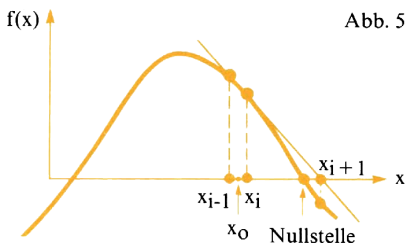




Abb. 5

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   abwechselnd ein- und ausschalten.

Anmerkungen:

Der x-Wert wird vom Programm in Register R0 gespeichert. Beim Starten des Unterprogramms für die Berechnung von $f(x)$ steht dieser Wert auch im X-Register.

Die Register R1 – R8 und RS0 – RS9 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 Abändern 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 Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Unterprogramm speichern (entweder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	eintasten oder von Programmspeicherzeile		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	112 an von einer anderen Karte übernehmen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	und «anhängen»).		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Gewünschte Funktionsmarke eingeben.	i (1–5)	A <input type="text"/>	i
4	Eventuelle Konstanten für die Routinen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(aus Schritt 2) speichern.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Gehen Sie für die Differentiation nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 6, für die Berechnung des		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Funktionswertes nach Schritt 9, für die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Integration nach Schritt 11 oder zur Berech-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nung der Nullstelle nach Schritt 15.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Auf Wunsch: Geben Sie die geänderte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Genauigkeitsschranke ein.	%Δ	f <input type="text"/> a	%Δ
7	Tasten Sie x ein und berechnen Sie f'(x).	x	B <input type="text"/>	f' _i (x)
8	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 8. Für eine neue Rechnung, gehen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Sie nach Schritt 2, 3, 4, 5 oder 6.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Tasten Sie x ein und berechnen Sie den		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Funktionswert.	x	C <input type="text"/>	f _i (x)
10	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 9. Für eine neue Rechnung, gehen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Sie nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Geben Sie die Zahl der Teilintervalle ein.	n	↑ <input type="text"/>	n
12	Geben Sie die untere Integrationsgrenze ein.	a *	↑ <input type="text"/>	a
13	Geben Sie die obere Integrationsgrenze ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	und berechnen Sie das bestimmte Integral.	b	D <input type="text"/>	$\int_b^a f_i(x) \, dx$
14	Gehen Sie zur Änderung der Werte a, b oder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	n nach Schritt 11. Gehen Sie für eine neue		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
15	Auf Wunsch: Geben Sie %Δ ein.	%Δ	f <input type="text"/> a	%Δ
16	Auf Wunsch: Wählen Sie den PAUSE-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Modus.		f <input type="text"/> e	1.00/0.00

verwendet werden. Geben Sie als Anfangs-Schätzwert 0.21 rad ein. Die Funktion $f(x)$ finden Sie auf der zweiten Seite der Programmkarte 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 abrufen.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO \square 112 **f** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 2 aufrufen:

2 **A** \longrightarrow 2.00

PAUSE-Modus wählen:

DSP **2** **f** **e** \longrightarrow 1.00

.0049819 **STO** **2** **.21** **E** \longrightarrow «0.25»

«0.24»

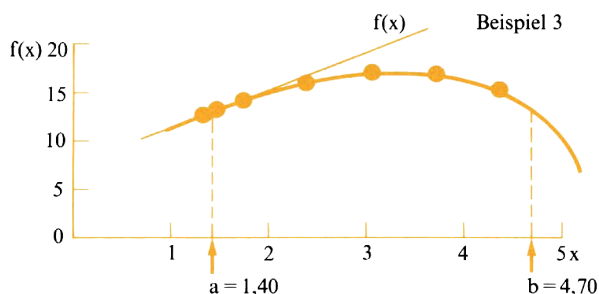
«0.24»

0.24 (rad)

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO \square 112 **f** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 1 aufrufen:

1 **A** \longrightarrow 1.00

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

5 **f** 1.40 **f** 4.70 **D** \longrightarrow 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** \longrightarrow 2.39

$f(2.39) = 16$

16 **R/S** \longrightarrow 3.05

$f(3.05) = 17$

17 **R/S** \longrightarrow 3.71

$f(3.71) = 16.9$

16.9 **R/S** \longrightarrow 4.37

$f(4.37) = 15.3$

15.3 **R/S** \longrightarrow 52.40 (Ergebnis)

Ableitung im Punkt $x = a$:

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

$f(1.33) = 12.7$

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

$f(1.47) = 13.3$

13.3 **R/S** \longrightarrow 4.29 (Steigung)

% Δ wieder auf 0.01% einstellen.

.01 **f** **a** \longrightarrow 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 Programmkarte aufgezeichnet ist, müssen Sie sie, mit Schritt 112 beginnend, in den Programmspeicher des Rechners eintasten. Speichern Sie den Koeffizient 3 in R_1 und 10.8074 in R_2 .

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO \square 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM \longrightarrow 112 24

LBL 1 \longrightarrow 113 21 01

LN x \longrightarrow 114 32 (lnx)

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

Schalter in Stellung RUN.

Marke 1 aufrufen

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

5.0 als Näherung eingeben :

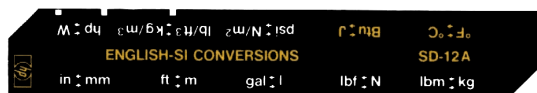
5 E	→	3.21 (Nullstelle)
------------	---	-------------------

Ableitung:

B	→	3.31 $f'(3.21)$
----------	---	-----------------

Notizen

Umwandlungen zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten



Mit diesem Programm können Sie Umwandlungen zwischen den gebräuchlichsten angelsächsischen und SI-Einheiten (metrisch) durchführen. Auf der ersten Seite der Programmkarte 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 Programmkarte in den Rechner eingelesen und dort gespeichert werden kann.

Umrechnungsfaktoren:

Seite 1 der Programmkarte:

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 (° F) und Grad Celsius (° C)

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

Seite 1 der Programmkarte einlesen.

3		8			→	9.53 (mm)
	0				→	10. (mm)
	2				→	10.00 (mm)

Beispiel 2:

Rechnen Sie 212° F in ° C um und 0° C in ° F.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

Lesen Sie Seite 2 ein.

212		→	100.00
0		→	32.00

Beispiel 3:

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

Lesen Sie Seite 1 ein.

75		→	807.29 (Btu/hr-m ²)
(Seite 2)			
		→	851726.70 (J/hr-m ²)

Beispiel 4:

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

Drücken Sie

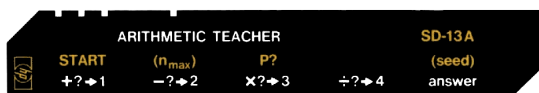
Anzeige/Ausdruck

Lesen Sie Seite 1 ein.

6		→	0.72 (kg/l)
---	--	---	-------------

Notizen

Arithmetik-Lernprogramm



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

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

Das Programm gestattet in der Weise die Wahl des Schwierigkeitsgrades, daß die größte in den Aufgaben vorkommende Zahl n_{\max} vorgegeben werden kann. Wenn Sie beispielsweise 3 eingeben (mit **f** **□**), 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 erscheinen folgende Codezahlen auf dem Ausdruck: 1 für Addition, 2 für Subtraktion, 3 für Multiplikation und 4 für Division.

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

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

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

Da das Programm für die Folge der nacheinander gestellten Aufgaben einen Pseudo-Zufallszahlengenerator verwendet, tritt immer die gleiche Zahlenfolge auf, solange Sie nicht n_{\max} ändern oder einen individuellen Startwert für den Zufallsgenerator vorgeben. Dieser Startwert kann eine beliebige Zahl zwischen 0 und 1 sein; er wird mit der Tastenfolge   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 Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Programm starten.		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="a"/>	0.00
3	Auf Wunsch: Geben Sie einen «Startwert» für die Zahlenfolge ein (Zahl zwischen 0 und 1).	SEED	<input type="text"/> <input type="text"/>	0.00
4	Auf Wunsch: Wählen Sie die maximale Zahlengröße ($n_{\max}=9$, falls nicht anders angegeben).	n_{\max}	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="b"/>	0.00
5	Auf Wunsch: Schalten Sie den Drucker ein.		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="c"/>	1.00/0.00
6	Wählen Sie die Rechenart:*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Addition		<input type="text" value="A"/> <input type="text"/>	Aufgabe
	Subtraktion		<input type="text" value="B"/> <input type="text"/>	Aufgabe
	Multiplikation		<input type="text" value="C"/> <input type="text"/>	Aufgabe
	Division		<input type="text" value="D"/> <input type="text"/>	Aufgabe
7	Ergebnis eintasten.	Antwort	<input type="text" value="E"/> <input type="text"/>	Aufgabe
8	Wiederholen Sie Schritt 7 20mal. Nach 20. Aufgabe druckt der Rechner: Zahl der richtigen Antworten, Anzahl der gestellten Aufgaben und Prozentsatz der richtigen Lösungen.		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Gehen Sie für eine neue Lektion nach Zeile 7. Sie können auch die Rechenart ändern (Schritt 6), den Drucker einschalten (Schritt 5) oder n_{\max} angeben bzw. ändern (Schritt 4).		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Nach Wahl der Rechenart wird folgende Code-Zahl ausgedruckt: 1 für Addition, 2 für Subtraktion, 3 für Multiplikation und 4 für Division.		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

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

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
f a →	0.00
Größte Zahl soll 8 sein.	
8 f b →	8.0 ***
Drucker einschalten.	
f c →	1.0
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 →	
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 →	
40 E →	5.8 ***
40 E →	8.4 ***
32 E →	4.6 ***
24 E →	7.4 ***
28 E →	4.4 ***
16 E →	4.7 ***
28 E →	18.0 *** (richtig)
	20.0 (insgesamt)
	90.0 *** (% richtig)

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

Beispiel 2:

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

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

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

Notizen

Mondlandung



Versetzen Sie sich einmal für einen Augenblick in die schwierige Lage eines Astronauten, der sein Raumfahrzeug durch geschickten Einsatz der Bremstriebwerke und bei äußerst knapp bemessenem 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 Bremschub-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 Bremschub 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 Bremschub-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 Bremschub-Stoß einzutasten versuchen, schaltet das Triebwerk völlig ab und Sie müssen durch Drücken der Taste **E** 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 Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Übernehmen Sie die Kontrolle für die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Landung.		A <input type="text"/>	«V. Höhe»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«Treibstoffm.»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«3»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«2»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«1»
3	Wählen Sie eine Treibstoffmenge*	BURN	<input type="text"/> <input type="text"/>	«V. Höhe»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«Treibstoffm.»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«3»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«2»
			<input type="text"/> <input type="text"/>	«1»
4	Gehen Sie nach Schritt 3 bis Sie entweder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	weich landen (blinkende Nullen in der		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Anzeige) oder aufschlagen (Aufschlag-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	geschwindigkeit blinkt in der Anzeige).		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Wenn Sie die letzte Landung überlebt haben,		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	können Sie das Abstiegsmanöver noch		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	einmal wiederholen. Gehen Sie dazu nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Wenn Sie den Count-down verpassen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	und das Triebwerk abschaltet, können Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	mit B einen neuen Count-down einleiten.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Notizen



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 die folgenden drei Zeilen ausdrucken:

1. 07
10.000 06
1.0000 07

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

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

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

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

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

Anmerkung:

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Programm einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Diagnose starten.		<input type="text"/> A <input type="text"/>	-1.777777770 -77
3	Ergebnisse mit Code-Tabelle vergleichen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Notizen

Programm-Liste

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

Notizen

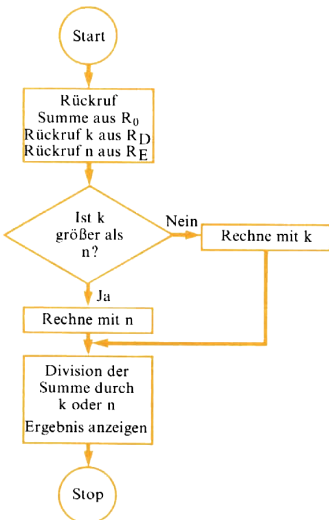
Vergleichsfunktionen

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

Das Unterprogramm enthält folgende Befehle: **LBL D**, **RCL 0**, **RCL E**, **RCL D**, **$x \leq y?$** , **$x \div y$** , **R+**, **-**, **RTN**.

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

Das Flußdiagramm für das Unterprogramm D sieht folgendermaßen aus:



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

t: unbekannter Wert
 z: Summe
 y: k
 x: n

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

Vor dem Vergleich:

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

Nach dem Vergleich und dem nächsten Schritt

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

} vertauscht } nicht vertauscht

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

000	*LBL0	Löschen der Speicherregister	057	R4	Falls Drucker ausgeschaltet, Pause zur Anzeige von n
001	CLRG		058	FTX	
002	P25		059	*LBL0	
003	CLRG		060	XZ	
004	1		061	F00	
005	XZY	Sprung nach A, falls n < 1 oder n > 22	062	GT00	
006	ST01		063	PSE	
007	CLV		064	*LBL0	
008	-2		065	RCL0	Berechnung des Durchschnitts
009	-2		066	RCL0	
010	2		067	+	
011	XZY		068	ENT	Druck und Einstellen der Anzeige
012	XZY		069	F00	
013	GT01		070	PRTX	
014	ST00	Speichere n in R _D und (n + n/100) in R _I	071	RTN	Ab Speichern der Daten
015	1		072	*LBL0	
016	-		073	MDTA	
017	+		074	RTN	
018	ST01		075	*LBL0	Einschalten des Druckers
019	INT		076	F00	
020	RTN		077	GT00	
021	*LBL1		078	1	
022	R4	Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe	079	SF0	
023	*LBL4		080	RTN	
024	PSE		081	*LBL0	
025	GT04		082	0	
026	*LBL4	k um 1 erhöht	083	CF0	
027	F00	Ausdruck: Leerzeile, k und Eingabewert, falls Flag 0 gesetzt	084	RTN	
028	SPC		085	*LBL0	Ausdrucken der Werte in zeitlicher Reihenfolge
029	RCL0		086	SPC	
030	1		087	0	
031	+		088	*LBL3	
032	F00		089	RCL0	
033	PRTX		090	XZY	
034	XZY		091	RTN	
035	F00		092	1	
036	PRTX		093	-	
037	RCL0	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere	094	+	
038	ST-0	Eingabewert	095	RCL1	
039	XZY		096	XZY	
040	ST01		097	FRC	
041	ST+0		098	ST01	
042	R4	Speichere k	099	ISZ1	
043	XZY		100	RCL0	
044	ST00		101	PRTX	
045	RCL0	Falls n ≤ k: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	102	R4	
046	XZY		103	1	
047	GSBF		104	+	
048	DSZ1	Falls 1 ≠ 0: Sprung nach 5 zur Anzeige	105	GT03	
049	GT05		106	*LBL0	
050	RCL1		107	RCL0	Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms
051	1		108	RCL0	
052	0	Rücksetzen des Index für neue Schleife	109	RCL0	
053	1		110	XZY	
054	X		111	XZY	
055	ST01	Anzeige des Durchschnitts oder n	112	R4	
056	*LBL5				

REGISTER									
0	belegt	1	belegt	2	belegt	3	belegt	4	belegt
5	belegt	6	belegt	7	belegt	8	belegt	9	belegt
S0	belegt	S1	belegt	S2	belegt	S3	belegt	S4	belegt
A	belegt	B	belegt	C	belegt	D	n	E	k
									Kontrolle

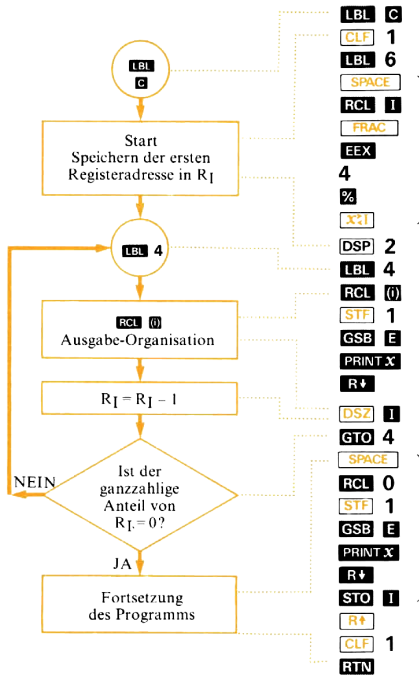
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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

Der **DSZ I**-Befehl dient dazu, den Vorteil des **RCL (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 ganzzahlige 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 **RCL (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.



Speichern der ersten
Registeradresse in R₁

indirekter Speicherrückruf
Falls Flag gesetzt: Berechnung
des prozentualen Anteils
Ausgabe
Wert aus dem X-Register entfernen
1 abziehen und Vergleich mit Null
Neuer Schleifendurchlauf, wenn
R₁ ≠ 0

Vollständiger Ausdruck

Tabulator

001 *LBL%	057 *LBL1	Flag 2 und Speicher löschen	Stackregister löschen
002 CFE	058 0		
003 C RG	059 ENT†		
004 P±S	060 ENT†		
005 CLRG	061 R†		
006 INT	062 RTN		
007 1	063 *LBLB	Liegt der eingegebene Wert für die Anzahl der Zeilen nicht zwischen 1 und 24, wird er zurückgewiesen	GTO 1, falls sich die Spalte geändert hat
008 X±Y%	064 F2%		
009 GT02	065 GT01		
010 CLA	066 ISZ!		Neuen Zähler speichern, Anzeige von Summe subtrahieren
011 2	067 -		
012 4	068 LSTX		
013 X±Y	069 ST-0		
014 X±Y%	070 ST-i		
015 GT00	071 F0%		Leerzeile drucken, um Löschung anzuzeigen
016 GT07	072 SPC		
017 *LBL0	073 RTN		
018 1	074 *LBL1	Abspeichern der Registeranzahl + Registeranzahl/100 in R1	Index auf vorherigen Wert der letzten Spalte zurücksetzen
019 %	075 R†		
020 +	076 RCLI		
021 ST01	077 FRC		
022 0	078 1	Löschen der Stackregister	
023 ENT†	079 +		
024 ENT†	080 ST01		
025 ENT†	081 R4		Anzeige von den Summen abziehen
026 RTN	082 -		
027 *LBLA	083 LSTX	Ist Flag 2 gesetzt, Löschen der Stackregister	
028 F2%	084 ST-0		
029 GSR1	085 ST-i		
030 ST+i	086 F0%	Eingabewert zu GT und Zeile addieren	Leerzeile drucken, um Löschung anzuzeigen
031 ST+0	087 SPC		
032 X±Y	088 RTN		Drucker umschalten
033 R4	089 *LBLB	Eingabewert zur Spaltensumme addieren	
034 +	090 F0%		
035 LSTX	091 GT00		
036 F0%	092 SF0		
037 PRTX	093 CLX	Eingabe ausdrucken?	
038 DSZ!	094 SPC		
039 RTN	095 1	Stop, falls r1 ≠ 0	
040 F0%	096 RTN		
041 SPC	097 *LBL0	Für neue Summe setze Flag 2	
042 SF2	098 CF0		
043 RCLI	099 CLX		
044 EEX	100 0	Index löschen für nächste Schleife	
045 4	101 RTN		
046 %	102 *LBLC		
047 +	103 CF1		
048 ST01	104 *LBL6		%-Flag löschen
049 CLX	105 SPC		
050 ENT†	106 RCLI	Ausdruck oder Anzeige der Spaltensumme und Stop	Index auf erste Zeile setzen
051 R†	107 FRC		
052 F0%	108 EEX		
053 PRTX	109 4		
054 F0%	110 %		
055 SPC	111 X±I		
056 RTN	112 DSP2		

REGISTER								
0 GT	1 belegt	2 belegt	3 belegt	4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt	8 belegt
9 belegt	10 belegt	11 belegt	12 belegt	13 belegt	14 belegt	15 belegt	16 belegt	17 belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt	E belegt	F belegt	G belegt	H belegt	Index

113	#LBL4	Werte zurückrufen			
114	RCL1	und ausdrucken			
115	F1°	Ist Flag 1 gesetzt, vorher			
116	GSBE	die Werte in Prozent-			
117	PRTX	angaben umrechnen			
118	R↓				
119	DSZ1	Erneuter Schleifendurch-			
120	GT04	gang, falls rI ≠ 0			
121	SPC				
122	RCL0	Gesamtsumme oder %			
123	F1°	der Gesamtsumme			
124	GSBE	ausdrucken, falls Flag 1			
125	PRTX	gesetzt			
126	R↓				
127	ST01	Ursprünglichen Index			
128	R↑	nach R1 speichern			
129	CF1				
130	RTN	Lösche Flag 1 und stop			
131	#LBLD				
132	SF1	Mit LBL C %-Werte			
133	GT06	aller Größen ausgeben			
134	#LBLE				
135	RCL0	% der Gesamtsumme für			
136	÷	jeden Eingabewert			
137	EEEX	berechnen			
138	2				
139	x				
140	RTN				
141	#LBL2	Schleife zum Blinken			
142	R↓	der Anzeige bei			
143	#LBL7	fehlerhafter Eingabe			
144	PSE				
145	GT07				
146	R/S				

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
^A Val	^B Del	^C → Tot	^D → % Tot	^E Val → % Tot	^G Druck	^H FLAGS	^I TRIG	^J DISP	
^A # Zeilennr.	^B P?	^C	^D	^E	^G %	^H ON OFF			
						0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
^A belegt	^B Col Chg	^C Fehler	^D	^E Tot	^G Col Chg	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"/>	
^C	^B % Tot	^C Fehler	^D	^E	^G	3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>	

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 Rückruffbefehle. Die übrigen 10 Sekundärspeicherregister können nicht direkt adressiert werden. Der Speicherinhalt dieser Sekundärregister kann jedoch jederzeit mit dem Inhalt der Primärspeicherregister R₀ bis R₉ vertauscht werden. Hierfür wird die Taste **P↔S** benutzt. Nach der Ausführung des Befehls **P↔S** steht der Inhalt des Registers RS₀ in Register R₀, während der Registerinhalt von R₀ nun in RS₀ steht; Die Speicherinhalte von RS₁ – RS₉ vertauschen in gleicher Weise ihre Plätze mit den Speicherinhalten von R₁ – R₉. Die nachstehende Skizze soll den Vorgang bei der Ausführung des Befehls **P↔S** noch einmal verdeutlichen.

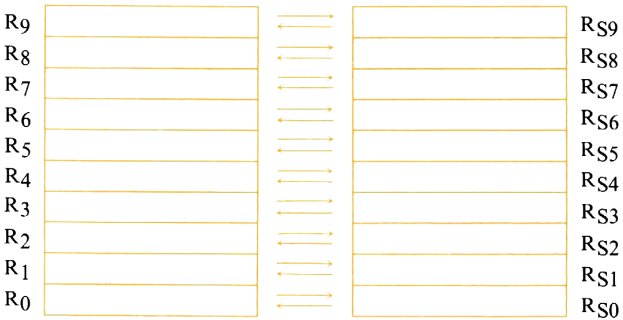
P↔S

Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister

I

RE
RD
RC
RB
RA



Das Programm zur *Kurvenanpassung* verwendet die Taste **Σ+** zur Berechnung der notwendigen Summen in den Registern RS₄ bis RS₉:

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 **P↔S**. Die entsprechenden Programmschritte im Programm «*Kurvenanpassung*» sind:

- P↔S** Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister
- CL REG** Löschen der Primärspeicherregister
- P↔S** 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 r^2 zur Verfügung stehen. Da die Summen jedoch in den Sekundärspeicherregistern stehen, können sie nicht unmittelbar durch die Speicher- und Rückruffbefehle erreicht werden. Wiederum ist die Tastenfunktion **P↔S** notwendig. Die Programmschritte 69 bis 113 (LBL C) führen die Berechnungen der Koeffizienten durch. Zu Beginn und am Schluß finden Sie den Befehl **P↔S**. Zunächst erlaubt er den direkten Zugriff zu den gespeicherten Summen und zum Schluß bringt **P↔S** die Daten wieder in die alte Anordnung zurück.

- LBL C** Vertauscht die Primär- und die Sekundärregister für den direkten Zugriff durch **STO** und **RCL**
- P↔S** Vertauscht die Primär- und Sekundärregister; die Daten stehen wieder in der alten Anordnung.
- RTN**

Kurvenanpassung

001 *LBL a	Flag für Drucker-	057 XZY	Löschen des Drucker-
002 G	modus umschalten	058 PPTX	Flags
003 F2?		059 XZY	
004 RTN		060 PPTX	
005 :		061 SF2	
006 SF2		062 RTN	
007 RTN		063 *LBL E	Setzen des Flags für Σ
008 *LBL b	Löschen der Register	064 SF3	
009 CF0	und Flags für	065 F2?	ggf. Löschanzeige
010 CF1	lineare Regression	066 GSB?	drücken
011 PZS		067 GT08	Eingaben löschen
012 CLR6		068 *LBL C	Austausch Primär- und
013 PZS		069 PZS	Sekundärregister
014 1		070 SPC	Berechnung von b
015 RTN		071 RCL8	
016 *LBL c	LBL b aufrufen,	072 RCL4	
017 GSB b	Flag setzen für	073 RCL6	
018 SF1	Exponentialfunktion	074 x	
019 RTN		075 - RCL9	
020 *LBL d	LBL b aufrufen,	076 ÷	
021 GSB b	Flag setzen für	077 -	
022 SF0	Logarithmusfunktion	078 ENT↑	
023 RTN		079 ENT↑	
024 *LBL e	LBL d aufrufen,	080 RCL4	
025 GSB d	Flag setzen für	081 X ²	
026 SF1	Potenzfunktion	082 RCL9	
027 RTN		083 ÷	
028 *LBL 4	Flag für Σ löschen	084 RCL5	
029 CF3		085 XZY	
030 *LBL8		086 -	
031 F2?	Falls Flag 2, Drucken	087 ÷	
032 GSB9		088 ST08	
033 ST0D		089 x	Berechnung von r ²
034 F1?	Falls Flag 1, ln y	090 RCL6	
035 LN		091 X ²	
036 XZY		092 RCL9	
037 ST0C	Falls Flag 0, ln x	093 ÷	
038 F0?		094 CHS	
039 LN		095 RCL7	
040 F3?	Falls Flag 3, Σ -	096 +	
041 GT08		097 ÷	
042 Σ +	Berechnung der Summen	098 PPTX	
043 *LBL7	Berechnung von i + 1	099 RCL6	Berechnung von a
044 ENT↑		100 RCL4	
045 1		101 RCL8	
046 +		102 x	
047 RCL C	Eingaben im Stack-	103 -	
048 XZY	register umordnen	104 RCL9	
049 RCLD	für evtl. Löschen	105 ÷	
050 XZY		106 F1?	
051 RTN		107 e ^x	
052 *LBL8	Subtraktion von den	108 ST04	
053 Σ -	Summen	109 PPTX	Ausgabe von a und b
054 GT07		110 RCL8	Austausch der Primär-
055 *LBL9	Ausdruck der Eingaben	111 PPTX	und Sekundärregister
056 SPC		112 PZS	

REGISTER											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9		
0	0	0	0	Σx	Σx^2	Σy	Σy^2	Σyx	n		
A	a	B	b	C	x _i	D	y _i	E	x, y	F	0

113	RTN	Umordnen der	169	+	Exponenten berechnen-
114	*LBL E	Koeffizienten in den	170	F0?	Zur Potenz gehe nach 1
115	STOE	Stackregistern zur	171	GT01	
116	RCLA	Berechnung von	172	LN	Berechnung mit der
117	RCLB	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	173	:	Exponentialfunktion
118	RCLC	Falls Flag 1, Berechnung	174	F2?	Ausdrucken?
119	F1?	mit der Potenz- oder	175	GT09	Stop
120	GT01	Exponentialfunktion	176	RTN	Berechnung mit der
121	F0?	Logarithmus?	177	*LBL 1	Potenzfunktion
122	LN		178	X \rightarrow Y	Ausdrucken?
123	X	Berechnung mit linearer	179	Y \times	Stop
124	+	od. Logarithmusfunktion	180	F2?	
125	F2?	Ausdrucken?	181	GT09	
126	GT09		182	RTN	
127	RTN	Stop	187	R \rightarrow S	
128	*LBL 1	Falls Flag 0, Kurvenan-			
129	F0?	passung f. Potenzfunktion			
130	GT02				
131	X	Berechnung mit			
132	e ^x	Exponentialfunktion			
133	X				
134	F2?	Ausdrucken?			
135	GT09				
136	RTN	Stop			
137	*LBL 2				
138	X \rightarrow Y	Berechnung mit			
139	Y ^x	Potenzfunktion			
140	X				
141	F2?				
142	GT09	Ausdrucken?			
143	RTN	Stop			
144	*LBL 3				
145	SPC	Hinweis «-1» Drucken			
146	1				
147	CHS				
148	PRTX				
149	SF2				
150	R4				
151	RTN				
152	*LBL D	Umordnen der			
153	STOE	Koeffizienten in den			
154	RCLB	Stackregistern zur			
155	1/X	Berechnung von			
156	RCLA	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}			
157	RCLC				
158	X \rightarrow Y	Potenz- oder			
159	F1?	Exponentialfunktion?			
160	GT01	Berechnung mit linearer			
161	-	od. Logarithmusfunktion			
162	X	Logarithmisch			
163	F0?				
164	e ^x	Ausdrucken?			
165	F2?				
166	GT09	Stop			
167	RTN				
168	*LBL 1				

LABELS					FLAGS		SET STATUS				
A	x _i ↑ y _i (+)	B	x _i ↑ y _i (-)	C	→r ² , a, b	D	y → \hat{x}	E	x → \hat{y}	F	Log
1	P?	1	LIN?	2	EXP?	3	LOG?	4	Potenz?	5	Exp
2	Σ-	3	belegt	4	Potenz	5	drucken	6	drucken	7	drucken
3		4	Anzeige	5	Σ-	6	drucken	7	Σ-	8	Σ-

0 ON OFF		DEG <input checked="" type="checkbox"/>		FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
1	<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	3	SCI <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	3	<input checked="" type="checkbox"/>	4	ENG <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	4	<input checked="" type="checkbox"/>	5	n <u>2</u>

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 (Monate)
INT	mm.000000	
STO 7	mm.000000	
-	.ddyyyy	
EEX		
2	100.000000	(Tage)
x	dd.yyyy00	
ENTER+	dd.yyyy00	
INT	dd.000000	
STO 8	dd.000000	
-	.yyyy00	
EEX		
4	10000.000000	(Jahre)
x	yyyy.000000	
STO 9	yyyy.000000	

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	ΔTage berechnen	057	XZ?	
002	RCL4	und 3 als	058	RCL6	
003	RCLC	Steuercode anzeigen	059	÷	
004	-		060	INT	
005	3		061	-	
006	GTO0		062	ST08	
007	*LBLB	ΔTage berechnen	063	RCL7	(m' - 1).dd zur
008	RCL3	und 4 als Steuercode	064	1	Anzeige
009	RCLC	anzeigen	065	RCL8	zusammensetzen
010	+		066	÷	
011	4		067	-	
012	*LBL0	Steuercode speichern	068	-	
013	ST01		069	RCL7	m' - 1 und y' in
014	R4	Konstanten	070	1	m und y ändern
015	3	speichern	071	4	
016	6		072	÷	
017	5		073	GSB2	
018	.		074	RCL9	Endergebnis als
019	2		075	EEX	mm.ddyyyy
020	5		076	6	anzeigen
021	ST05		077	÷	
022	3		078	+	
023	0		079	DSP6	
024	.		080	RTN	
025	6		081	*LBL1	Eingabedatum in seine
026	0		082	R4	Bestandteile mm,
027	0		083	ENT1	dd, yyyy zerlegen
028	1		084	INT	
029	ST06		085	ST07	
030	R4	ΔTage anzeigen	086	-	
031	R4	Falls Dateneingabe,	087	EEX	
032	F3?	GTO 1	088	2	
033	GTO1	ΔTage entsprechend	089	÷	
034	ST01	dem Steuercode	090	ENT1	
035	1	speichern	091	INT	
036	2		092	ST08	
037	2	y' berechnen	093	-	
038	.		094	EEX	
039	1		095	4	
040	-		096	x	
041	RCL5		097	ST09	
042	÷		098	RCL7	
043	INT	m' berechnen	099	1	m + 1
044	ST09		100	+	
045	RCL5		101	ENT1	
046	x		102	1/X	m + 1 → m'
047	INT		103	.	
048	RCLi		104	7	y → y'
049	-		105	+	
050	CHS		106	CHS	
051	ST04		107	GSB2	
052	RCL6		108	RCL6	
053	÷		109	x	
054	INT	Tag im Monat	110	INT	Anzahl der Tage
055	ST07	berechnen	111	RCL9	berechnen
056	RCLA		112	RCL5	
REGISTER					
0	1	2	3 d ₁	4 d ₂	5 365.25
6 30.6001	7 m	8 d	9 y		
S0	S1	S2	S3	S4	S5
S6	S7	S8	S9		
A belegt	B	C ΔTage	D	E	F Kontrolle

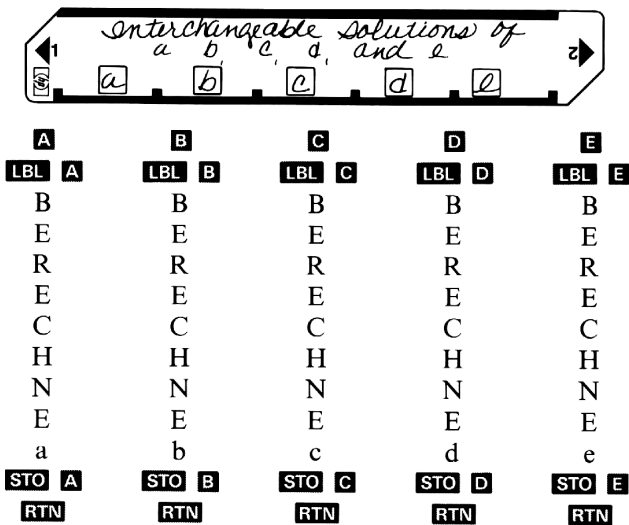
113	x		169	X≠Y	
114	INT		170	FRC	
115	+		171	!	
116	RCL8		172	0	
117	+		173	x	
118	STO i		174	+	
119	1		175	STOC	
120	7	Berechnung des	176	RTN	
121	2	Julianischen	177	*LBL E	Berechnung der
122	0	Tages zur Ausgabe	178	SF3	Anzahl der Tage
123	9		179	RCL5	
124	6		180	5	
125	2		181	GSB0	
126	+		182	RCL i	Tagesanzahl in
127	DSP0		183	5	Wochentag
128	RTN		184	+	umrechnen
129	*LBL2		185	GSB3	
130	INT	Ist der Absolutbetrag	186	LSTX	
131	ST+9	der Eingabe	187	!	
132	1	größer gleich 1, gilt:	188	0	
133	2	y = y ± 1	189	x	
134	x	m = m ± 12	190	RTN	
135	-	(+ für pos. Eingabe)	191	R/S	
136	RTN				
137	*LBL C	Speichere Eingabe			
138	DSP0				
139	STOC				
140	F3?	Falls Eingabe-Flag,			
141	RTN	stop			
142	RCL4	Berechne ΔTage			
143	RCL3	und stop			
144	-				
145	STOC				
146	RTN				
147	*LBL D	Falls eine Eingabe,			
148	F3?	GTO 4			
149	GTO4				
150	GSBC	Berechne ΔTage			
151	DSP1				
152	*LBL3	Umrechnung in			
153	7	ΔWochen.			
154	÷	Tage-Format			
155	INT				
156	LSTX				
157	FRC				
158	.				
159	7				
160	x				
161	+				
162	RTN				
163	*LBL4	Umrechnung von			
164	DSP0	ΔWochen.			
165	ENT↑	Tage in Tage und			
166	INT	speichern			
167	7				
168	x				

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A ↔DT ₁	B ↔DT ₂	C ↔ΔDays	D ↔ΔW.Days	E DT→DOW	F	FLAGS	TRIG	DISP	
1	2	3	4	5	6	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
7	8	9	0	1	2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
3 Calc	4 DT→days	5 m-12	6 mod 7	7 Δwk→Δday	8	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
5	6	7	8	9	0	3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>	
						Input			

Berechnungen verschiedener Variablen

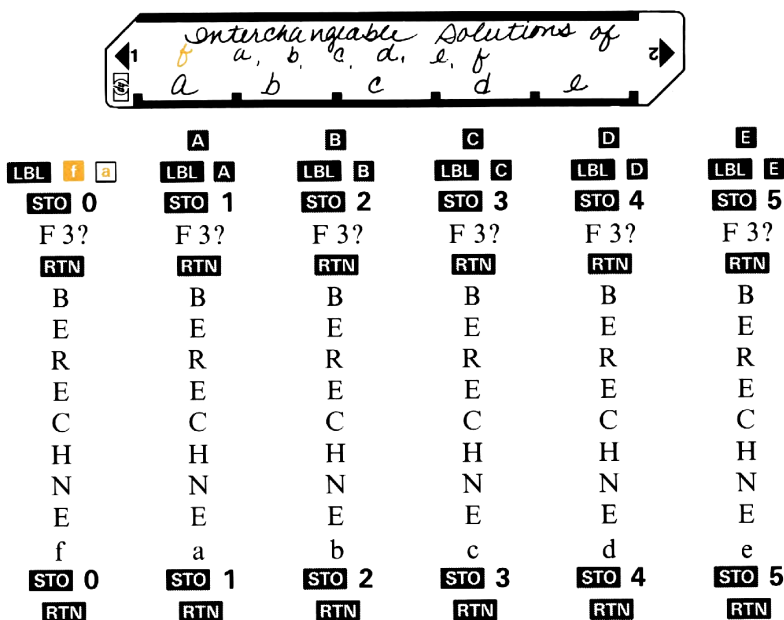
In Programmen wie «*Renten- und Zinseszinsrechnungen*» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders 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 *LBLA	Speichern einer Null für n	057 ST05	absp. von i + 1 in R5
002 0		058 ST07	i + 1 in R7 abspeichern
003 ST0A		059 RCLA	(i + 1) ⁻ⁿ berechnen und in R8 abspeichern
004 GSB0	Unterprogramm-berechnung	060 CHS	
005 RCLE		061 Y*	
006 LSTX	n berechnen und in RA abspeichern	062 ST08	FV(i + 1) ⁻ⁿ
007 -		063 RCLE	
008 RCLD		064 x	
009 LSTX		065 1	[1 - (i + 1) ⁻ⁿ]
010 -		066 RCL8	berechnen und in R4 abspeichern
011 ÷		067 -	
012 LN		068 ST04	Berechnung von ± (PMT/i)
013 RCL7		069 RCLC	(- gilt, falls Modus vorschüssige Annuitäten) abspeichern in R5
014 LN		070 RCL9	
015 ÷		071 ÷	
016 ST0A		072 F1?	
017 RTN		073 CHS	
018 *LBLC		074 ST03	
019 1	1 für PMT abspeichern	075 RCL5	Berechnung von $\frac{+ PMT}{1 - (1 + i)^{-n}}$
020 ST0C		076 x	
021 GSB0	Unterprogramm-berechnung	077 x	
022 1/X		078 RTN	
023 RCLD		079 *LBLA	Beginn mit Löschen der Register für PMT, PV, FV (BAL) und des Flags für vorschüssige Annuitäten
024 R+	PMT berechnen und in RC abspeichern	080 CLX	
025 -		081 ST0C	
026 x		082 ST0D	
027 ST0C		083 ST0E	
028 RTN		084 CF0	
029 *LBLD		085 RTN	
030 1	1 für PV abspeichern	086 *LBLB	Flag für vorschüssige Annuitäten umschalten
031 ST0D		087 F0?	
032 GSB0	Unterprogr -berechnung	088 GT01	
033 +		089 1	
034 ST0D	PV berechnen und in RD abspeichern	090 SF0	
035 RTN		091 RTN	
036 *LBLB	Unterprogramm-berechnung	092 *LBL1	
037 GSB0		093 0	
038 RCLD		094 CF0	
039 X=Y	FV oder BAL berechnen und in RE abspeichern	095 RTN	
040 -		096 *LBLB	
041 RCL8		097 0	
042 ÷		098 ST0B	
043 ST0E		099 2	
044 RTN		100 1	
045 *LBL0		101 ST01	Adresse von R8 in 1 abspeichern für indirekte Adressierung
046 CF1	FV-Flag löschen	102 RCLE	
047 RCLD		103 RCLA	FV, n und PMT in Stack zurückrufen
048 x=0?	Falls PV = 0, Setzen des FV-Flags	104 RCLC	Ist PMT = 0, Sprung zur Berechn. von n, i, PV, FV
049 SF1		105 x=0?	
050 1		106 GT06	Schätzwert von nPMT + BAL
051 ST05	Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten (rs = 1)	107 x	
052 RCLB		108 +	
053 %	i als Dezimalzahl in R9 abspeichern	109 RCLD	
054 ST09		110 x=0?	Ist PV = 0, Sprung zum Schätzwert für FV
055 +	i + 1 berechnen	111 GT03	
056 F0?	Falls AD-Flag gesetzt,	112 -	Schätzwert von PV für i

REGISTER								
0	1	2	3	4	5	6	7	8
			± PMT/i	[1 - (1 + i) ⁻ⁿ]	1 or 1 + i	n(1 + i) ⁻ⁿ⁻¹	(1 + i)	(1 + i) ⁻ⁿ
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
								i/100
A	B	C	D	E	F	G	H	I
n	i	PMT	PV	FV (BAL)				21

113	RCL A	nPMT + BAL	PV	169	÷			
114	÷	n		170	RCL C			
115	RCL G	und Rückruf von PV		171	>			
116	GT04			172	RCL 9			
117	*LBL 3	Schätzwert von FV für i		173	÷			
118	RCL E	Zähler: 2(FV-nPMT)		174	RCL 6			
119	LSTX			175	RCL E			
120	-			176	x			
121	ENT↑			177	-			
122	+	und Nenner:		178	÷			f(i)/f'(i)
123	RCL A	(n-1)²PMT + FV		179	CHS			
124	1			180	GSB 5			f(i)/f'(i) vom gegenwärtigen i abziehen
125	-			181	RCL 6			
126	X²			182	÷			Neue Schleife, wenn Wert ungleich 0
127	RCL C			183	RND			
128	λ			184	X=0°			
129	RCL E			185	GT06			
130	+			186	RCL E			Stop und Anzeige
131	*LBL 4	Schätzwert für i		187	RTN			
132	÷			188	*LBL 6			Berechnung von i bei Aufgaben mit n, i, PV und FV
133	.	Ist der Schätzwert kleiner als 0,9, wähle für ihn 0,9		189	RCL E			
134	.9			190	RCL G			
135	CHS			191	÷			
136	X=0°			192	RCL A			
137	X=0°			193	1/X			
138	GSB 5	Speichern des Schätzwertes als Prozentwert		194	YX			
139	X=0°	Stop, falls Schätzwert = 0		195	1			
140	RTN			196	-			
141	*LBL 6			197	*LBL 5			i in Prozent umrechnen und zu r _B addieren
142	GSB 0	Berechnung von f(i)		198	EE%			
143	+			199	2			
144	F1°			200	x			
145	CHS			201	ST+i			
146	RCL D			202	RTN			
147	-			203	*LBL 6			Ausdruck von n, i, PMT, PV, FV oder BAL
148	RCL 8	Berechnung von f'(i)		204	SPC			
149	RCL A			205	RCL A			
150	RCL 7			206	PRTX			
151	÷			207	RCL 8			
152	λ			208	PRTX			
153	F1°			209	RCL C			
154	CLX			210	PRTX			
155	ST06			211	RCL D			
156	F1°			212	PRTX			
157	R4			213	RCL E			
158	F1°			214	PRTX			
159	LSTX			215	RTN			
160	RCL 4			216	R÷S			
161	RCL 9							
162	÷							
163	-							
164	RCL 5							
165	x							
166	F0°							
167	RCL 4							
168	F0°							

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

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 (0)**; hier wird die Marke durch den Inhalt des I-Registers bestimmt.

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

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

Diese Codes werden in den Registern R_D bis R_I 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 (0)** in Zeile 83 bestimmt die als nächstes auszuführende Operation. Die Befehle **RCL (0)** und **XZ1** vor **GTO (0)** speichern den Code für die Operation im I-Register. Die Programmausführung geht entsprechend dem Inhalt des I-Registers mit **GTO (0)** 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

001	*LBL4	Löschen der Register	057	STO1	speichern
002	CLRG	und Setzen des	058	CLX	und Wert der Konstante
003	PZS	Index auf 24, um die	059	RCLE	zurückrufen
004	CLRG	Folge der Rechenopera-	060	*LBL8	R1 ≠ 0: speichern
005	2	tionen zu beginnen	061	DSZ1	
006	4		062	GT01	
007	STO1		063	GT09	Sprung zur Fehlermeld.
008	CLX		064	*LBL1	
009	RTN		065	STO1	Code speichern und
010	*LBL6	Addition ausführen und	066	CLX	ursprüngliche Anzeige
011	+	1 als Code anzeigen	067	RCLE	wieder herstellen
012	1		068	RTN	
013	GT00		069	*LBLD	24 in R1 speichern,
014	*LBL6	Subtraktion ausführen	070	CLX	um Zähler auf Null zu
015	-	und 2 als Code anzeigen	071	2	setzen und Löschen von
016	2		072	4	R0, zum automati-
017	GT00		073	STO1	schischen Rück-
018	*LBL6	Multiplikation	074	CLX	setzen am Ende der
019	x	ausführen und	075	STO0	Programmfolge
020	3	3 als Code anzeigen	076	RTN	
021	GT00		077	*LBL6	Anzeigewert speichern,
022	*LBL6		078	STOE	Code aufrufen und
023	+	Division ausführen und	079	R4	zu entsprechender
024	4	4 als Code anzeigen	080	DSZ1	Marke springen
025	*LBL0		081	RCL1	
026	DSZ1	i um 1 verringern	082	XZ1	
027	GT01	Speichern GTO-Befehl	083	GT01	
028	GT09	Sprung zur Fehlermeld.	084	*LBL0	24 nach R1, Ausgabe
029	*LBL1	Operationscode	085	CLX	nach Anzeige
030	STO1	speichern und Ergebnis	086	2	
031	R4	anzeigen	087	4	
032	RTN		088	STO1	
033	*LBL6	%-Funktion ausführen,	089	CLX	
034	%	Wert des Anzeige-	090	RCLE	
035	STOE	registers speichern und	091	RTN	Addition ausführen
036	CLX	5 als Code anzeigen	092	*LBL1	und zur Marke E
037	5		093	XZ1	springen für die
038	GT06		094	CLX	nächste Anweisung
039	*LBLB	Anzeigewert speichern	095	RCLE	
040	STOE	und 6 als Code für	096	+	
041	CLX	Ein-/Ausgabestop	097	GT0E	
042	6	anzeigen	098	*LBL2	Subtraktion ausführen
043	GT06		099	XZ1	
044	*LBLC	Anzeigewert speichern	100	CLX	
045	STOE	und 7 als Code für	101	RCLE	
046	CLX	Konstante anzeigen	102	-	
047	7		103	GT0E	
048	DSZ1	Code speichern, wenn	104	*LBL3	Multiplikation
049	GT01	R1 ≠ 0	105	XZ1	ausführen
050	*LBL9		106	CLX	
051	CLX	«24» blinkend	107	RCLE	
052	2	anzeigen, wenn zu	108	x	
053	4	viele Operationen	109	GT0E	
054	PSE	eingabegeben werden	110	*LBL4	Division ausführen
055	GT09		111	XZ1	
056	*LBL1	Code für Konstante	112	CLX	

REGISTER

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

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 (S₁, S₂ und S₃) in den Arbeitsregister-Stapel einzutasten. Dies geschieht mit der Tastenfolge:

S₁ **A** S₂ **A** S₃

Die Daten stehen jetzt wie folgt im Stack:

T: unbekannter Wert

Z: S₁

Y: S₂

X: S₃

Im angezeigten X-Register steht der Wert S₃.

Für den korrekten Programmablauf muß jetzt S₁ nach R₉, S₂ nach R_B und S₃ nach R_D gespeichert werden. Da S₃ im X-Register steht, kann es mittels **STO D** auf einfache Weise nach R_D gespeichert werden. Jetzt muß der Wert S₂ 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 S₂ nach R_B speichert, stehen die Daten wie folgt im Stack:

T: S₂

Z: unbekannter Wert

Y: S₁

X: S₂

S₃ und S₂ sind jetzt in den dafür vorgesehenen Registern abgespeichert. Mit der Tastenfolge **R+ STO 9** wird jetzt S₁ zunächst nach X und dann nach R₉ gebracht. Damit ergibt sich die folgende Stackregisterbelegung:

T: S₂

Z: S₃

Y: unbekannter Wert

X: S₁

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

001 #LBLA	Länge der Seiten	057 RCLA	GSB-Routine f. 3. Winkel
002 STOC	speichern	058 GSB0	
003 R4		059 STOC	$Y = S_1 \sin A_3$
004 STOB		060 RCLB	
005 R4		061 RCL9	$X = S_1 \cos A_3$
006 STOB		062 +R	
007 R4	$P = (S_1 + S_2 + S_3)/2$	063 X↔Y	$h = X$
008 R4		064 STOB	
009 +		065 RCLC	$Y = \sin A_2$
010 +		066 1	$X = \cos A_2$
011 2		067 +P	
012 ÷		068 R4	
013 STOB		069 ÷	$S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$
014 X↔		070 STOB	
015 LSTX		071 P*	$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$
016 RCLB		072 *	
017 x		073 +	
018 -		074 STOB	
019 RCL9	$A_3 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_2)}{S_1 S_3}}$	075 GTO1	GTO ausdrucken
020 RCLD		076 #LBLC	S_1, A_1 und A_2 speichern
021 x		077 STOC	
022 ÷		078 R4	
023 JX		079 STOA	
024 COS↔		080 P4	
025 2		081 STOB	
026 x		082 RCLC	GSB-Routine für
027 STOE		083 RCLA	3. Winkel
028 SIN		084 GSB0	
029 RCL9	$h = S_1 \sin A_3$	085 RCL9	Stack für S_1, A_1 -Lösung
030 x		086 RCLA	besetzen
031 STOB		087 GTOB	
032 RCL7		088 #LBLD	S_2, A_1, S_1 speichern
033 X↔		089 STOB	
034 LSTX		090 R4	
035 RCL9		091 STOA	
036 x		092 R4	
037 -		093 STOB	
038 RCLB		094 RCLA	
039 ÷		095 RCLB	$S_3^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 S_2$
040 RCLD	$A_2 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_1)}{S_2 S_3}}$	096 +R	$\cos A_1$
041 ÷		097 RCL9	
042 JX		098 -	
043 COS↔		099 +P	
044 2		100 STOB	
045 x		101 RCL9	S_1, S_2 und S_3
046 STOC		102 RCLB	zurückrufen, GTO A
047 RCLC	GSB-Routine für	103 RCLD	
048 GSB0	3. Winkel	104 GTOA	
049 STOA		105 #LBL E	A_2, S_2, S_1 speichern
050 GTO1	GTO ausdrucken	106 STOC	
051 #LBLB	A_1, S_1 und A_3 speichern	107 R4	
052 STOA		108 STOB	
053 R4		109 R4	
054 STOB		110 STOB	
055 R4		111 RCLC	
056 STOE		112 STN	

REGISTER								
0	1	2	3	4	5	6	7	8
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	h
								S1
A	B		C	D	E		F	
A ₁	S ₂		A ₂	S ₃	A ₃			

113	RCLB				169	2		
114	x				170	÷		
115	RCL9	$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{S_2 \sin A_2}{S_1} \right)$			171	PRTX		
116	÷				172	RTN		
117	SIN ⁻¹				173	R/S		
118	STOE							
119	RCLC	GSB-Routine für						
120	GSB0	3. Winkel						
121	STOA	A_3, S_1 und A_1						
122	RCLE	zurückrufen, GSB B						
123	RCL9							
124	RCLA							
125	GSBB							
126	RCL9	Stop, falls einzige						
127	RCLB	Lösung						
128	X↔Y?							
129	RTN							
130	RCLC	2. Winkel für						
131	COS	Alternativlösung						
132	CHS	berechnen						
133	COS ⁻¹							
134	STOE							
135	RCLC	GSB-Routine für						
136	GSB0	3. Winkel						
137	STOA	A_3, S_1 und A_1						
138	RCLE	zurückrufen, GSB B						
139	RCL9							
140	RCLA							
141	GTOB							
142	LBL0	3. Winkel = \cos^{-1}						
143	+	[-cos (A + B)]						
144	COS							
145	CHS							
146	COS ⁻¹							
147	RTN							
148	LBL1							
149	SPC	Werte mit S_1						
150	SPC	beginnend						
151	RCL9	ausdrucken						
152	PRTX							
153	RCLA							
154	PRTX							
155	SPC							
156	RCLB							
157	PRTX							
158	RCLC							
159	PRTX							
160	SPC							
161	RCLD							
162	PRTX							
163	RCLE							
164	PRTX							
165	SPC							
166	RCL8	Fläche = $(S_1 S_3 \sin A_3)/2$						
167	RCLD	berechnen und						
168	x	ausdrucken						

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
1 S ₁ , S ₂ , S ₃	2 A ₃ , S ₁ , A ₁	3 S ₁ , A ₁ , A ₂	4 S ₁ , A ₁ , S ₂	5 S ₁ , S ₂ , A ₂	0	FLAGS	TRIG	DISP
6	7	8	9	0	1	ON OFF		
1	2	3	4	5	6	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
7	8	9	0	1	2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
3	4	5	6	7	8	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
9	0	1	2	3	4	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

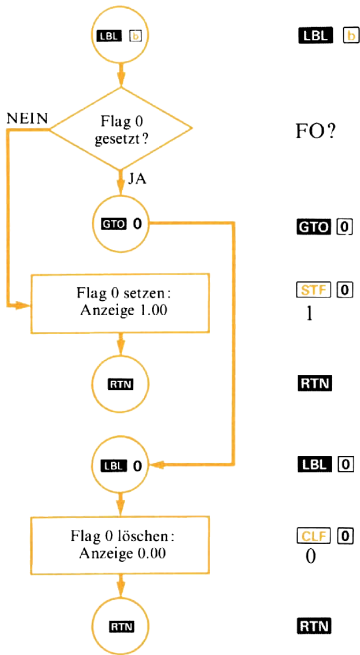
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

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

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

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

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020



Diese Befehlsfolge bewirkt, daß ein gelöscht Flag 0 «gesetzt» und ein gesetztes Flag 0 «gelöscht» wird. Für gelöscht 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°	Eingabewert drucken?
008	2		064	PRST	
009	CF1		065	XZ°	Umwandlung S→C
010	RTN		066	1	
011	*LBL0		067	+R	
012	F0°	Druck-Modus wählen	068	R+	
013	GT00		069	R+	
014	SF0		070	+R	
015	1		071	XZ°	
016	RTN		072	R+	
017	*LBL0		073	XZ°	
018	CF0		074	X	
019	0		075	LSTX	
020	RTN		076	R+	
021	*LBL0		077	X	
022	ST07	Betrag speichern und Code 1 eingeben	078	GT02	C→S beginnen
023	1		079	*LBL0	Falls 2D-Modus, dann 0 nach Z
024	GT00		080	R+	
025	*LBL0	Betrag speichern und Code 2 eingeben	081	R+	
026	ST08		082	F1°	
027	2		083	GT00	
028	*LBL0		084	CLX	
029	SF2	GSB S→C Routine	085	*LBL0	
030	GSB5		086	R+	0 nach T
031	GT01	GTO Speicherroutine	087	CLX	
032	*LBL1		088	R+	
033	ST09	1. Vektor speichern	089	F0°	Eingabewert drucken?
034	R+		090	PRST	
035	ST04		091	*LBL0	Umwandlung C→S
036	R+		092	+P	
037	ST08		093	XZ°	
038	1		094	XZ0°	
039	RTN		095	GSB3	
040	*LBL2	2. Vektor speichern	096	R+	
041	ST0C		097	XZ°	
042	R+		098	F1°	
043	ST0D		099	GT00	
044	R+		100	CLX	
045	ST0E		101	*LBL0	
046	2		102	+P	
047	RTN		103	R+	
048	*LBL4	Tastenfeld S→C beginnt	104	XZ°	
049	0		105	*LBL2	
050	*LBL5		106	R+	
051	ST0I	Code speichern	107	CLX	0 nach T
052	R+		108	R+	
053	F1°	Falls 3D-Modus, « $\pi/2$ nach Z-Register»	109	F2°	Rücksprung
054	GT00		110	RTN	
055	CLX		111	F0°	Ergebnis ausdrucken?
056	1		112	PRST	

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					
y1	z1	x2	y2	z2	code				

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

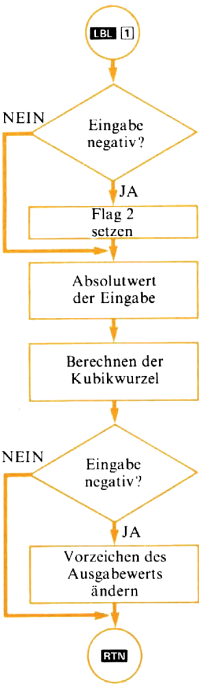
Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

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



Befehle

X-Register
(positiver Wert)

X-Register
(negativer Wert)

LBL 1

8

-8

X<0?

8

-8

STF 2

8

-8

ABS

8

8

3

3

3

1/x

0.333...

0.333...

yx

2

2

F2?

2

2

CHS

2

-2

RTN

2

-2

Polynom-Berechnungen

001	*LBL0	Start: für Grad	057	RCL0					
002	0	des Polynoms 0	058	-					
003	ST0	speichern	059	X<0°					Komplexe Lösung
004	RTN		060	GT00					
005	*LBL0	a ₀ speichern und	061	JY					x ₁ berechnen
006	ST01	Grad-Index	062	F2°					
007	1	(= Grad + 1)	063	CHS					
008	RTN	auf 1 setzen	064	÷					x ₂ berechnen
009	*..BL0	a ₁ speichern und	065	÷					
010	ST02	Index auf 2	066	LSTX					
011	2		067	GT06					
012	GT00		068	*LBL0					Imaginärteil
013	*LBL0		069	ABS					berechnen
014	ST03	a ₂ speichern und	070	JY					
015	3	Index auf 3	071	1					Imaginärcode
016	GT00		072	CHS					drucken
017	*LBL0		073	PRTX					
018	ST04	a ₃ speichern und	074	R↓					Imaginärteil nach X
019	4	Index auf 4	075	*LBL0					x ₂ oder Imaginärteil
020	*LBL0		076	PRTX					drucken -
021	XZY	Größen Index	077	*LBL2					
022	X=0°	auffinden	078	XZY					x ₁ oder Realteil
023	RTN		079	PRTX					drucken
024	XZY		080	RCLA					
025	RCL0		081	*LBL5					Quadratische
026	XZY		082	STX4					Gleichung in
027	XZY		083	STX3					ursprüngliche Form
028	ST00		084	STX2					zurückführen
029	XZY		085	STX1					
030	R↓		086	R↓					Stop und Anzeige
031	PTN		087	CF2					
032	*LBL0	Beginn der Berechnung	088	RTN					
033	SPC	des Polynoms	089	*LBL4					Beginn für Lösungen
034	RCL0		090	3					3. Grades durch
035	ST01	Gradindex nach R ₁	091	÷					Berechnen von Q
036	÷		092	RCL3					
037	RCL1		093	X ²					
038	ST04	Division aller	094	9					
039	1/X	Koeff. durch den Koeff.	095	÷					
040	GSB5	des größten Index	096	-					
041	RCL1	Richtigen Polynomgrad	097	ST00					
042	CHS	auswählen	098	3					Q ³ berechnen
043	RCL2		099	Y*					
044	GT01		100	ST00					
045	*LBL3	Beginn der	101	RCL3					R berechnen
046	RCL1	quadratischen Gleichung	102	RCL2					
047	*LBL9		103	X					
048	ST00		104	RCL1					
049	XZY	Berechnung:	105	3					
050	CHS	- $\frac{a_1}{2a_2}$	106	X					
051	2		107	-					
052	÷		108	6					
053	X<0°	Flag für richtige	109	÷					
054	SF2	Reihenfolge setzen	110	RCL3					
055	ENT1	(a ₁ /2a ₂) ² (a ₀ /a ₂)	111	3					
056	X ²		112	Y*					
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a ₀	a ₁	a ₂	a ₃						
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A belegt	R, X, a ₀ /a ₂		Q ³	Q	Grad		Kontrolle		

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

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

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

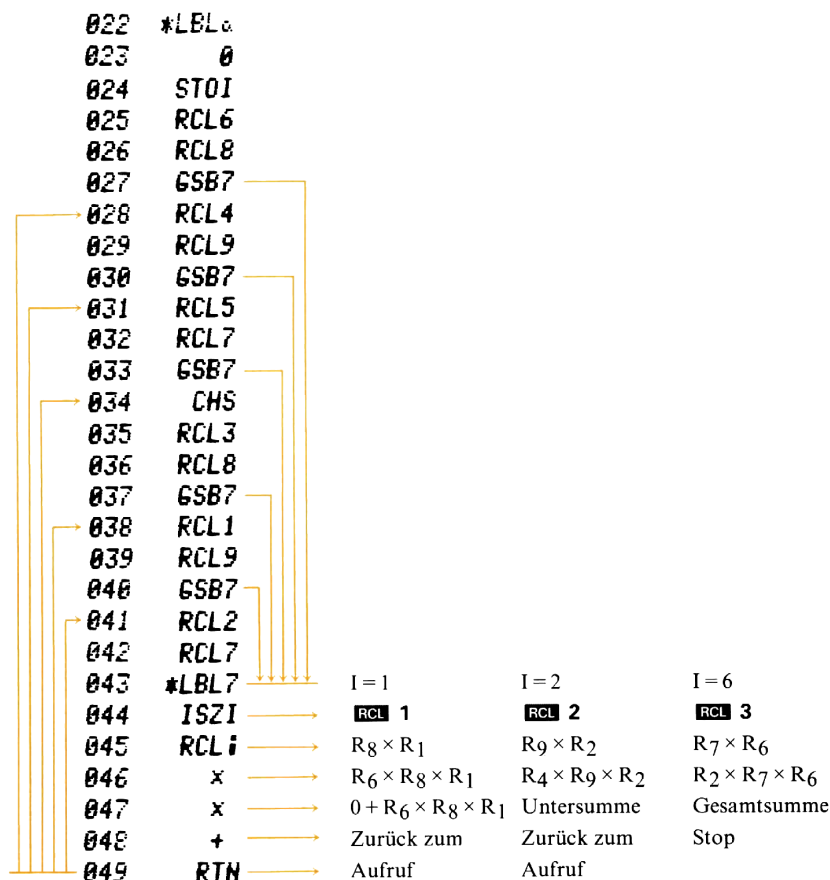
Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

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

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

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

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



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

Matrizenrechnungen
(3 × 3-Matrix)

001 *LBL←	0 nach x für	057 RCL←	
002 0	indirekte Speicherung	058 GSB3	
003 GTOS		059 ST00	
004 *LBL←	3 nach x für	060 CLX	
005 3	indirekte Speicherung	061 RCL3	
006 GTOS		062 RCL4	
007 *LBL←	6 nach x für	063 X	
008 6	indirekte Speicherung	064 RCL1	
009 GTOS		065 RCL6	
010 *LBL←	9 nach x für	066 GSB3	
011 1	indirekte Speicherung	067 STOE	
012 5		068 CLX	
013 *LBL5	Code in R1 speichern	069 RCL2	
014 ST01		070 RCL←	
015 GSB6	3 Eingabewerte in die	071 X	
016 GSB6	dem Code ent-	072 RCL1	
017 *LBL6	sprechenden Register	073 RCL6	
018 R1	abspeichern	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 ST00	
028 RCL4		084 CLX	
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 RCL9		095 X	
040 GSB7		096 RCL3	
041 RCL2		097 RCL5	
042 RCL7		098 GSB3	
043 *LBL7		099 ST03	
044 ISZ1		100 CLX	
045 RCL1		101 RCL5	
046 X		102 RCL9	
047 X		103 X	
048 +		104 RCL6	
049 RTN		105 RCL8	
050 *LBL6	Kehrwert der	106 GSB3	
051 GSB6	Determinante	107 ST02	
052 1/X	berechnen	108 CLX	
053 RCL1		109 RCL6	
054 RCL9	Inverse berechnen	110 RCL←	
055 X		111	
056 RCL3		112 RCL4	
REGISTER			
0 γ3	1 a ₁ , a ₁	2 a ₂ , a ₂	3 a ₃ , a ₃
4 b ₁ , β ₁	5 b ₂ , β ₂	6 b ₃ , β ₃	7 c ₁ , γ ₁
8 c ₂ , γ ₂	9 c ₃ , γ ₃		
A d ₁	B d ₂	C d ₃	D β ₂
E β ₁	F	Kontrolle	

113	RCL9		169	*LBL1		Erster Wert der Multiplikation
114	GSB3		170	SPC		
115	STO6		171	1		
116	CLX		172	STG1		
117	RCL4		173	GSB1		Zweiter Wert der Multiplikation
118	RCL8		174	STOE		
119	>		175	2		
120	RCL5		176	STO1		
121	RCL7		177	GSB1		
122	GSB3		178	STOE		
123	RCL1		179	3		Dritter Wert der Multiplikation
124	RCL0		180	STO1		
125	GSBC	Inverse Werte in richtige Register speichern	181	GSB1		
126	RCL2		182	STO0		
127	RCL1		183	0		Werte in Stackregister zurückrufen zur Anzeige
128	RCL3		184	RCLD		
129	GSBA		185	RCLC		
130	RCL6		186	RCL0		
131	RCLD		187	RTN		
132	RCLC		188	*LBL1		Multiplikation
133	GSBB		189	0		
134	CLX		190	RCLA		
135	RTN	0 anzeigen und Halt	191	GSB4		
136	*LBL3		192	RCLB		
137	x	Unterprogramm: Inverse	193	GSB4		
138	-		194	RCLC		
139	x		195	GSB4		
140	RTN	Druck-Schleife starten	196	PRTX		
141	*LBLC		197	RTN		
142	SPC		198	*LBL4		Unterprogramm Multiplikation
143	1		199	RCL1		
144	STO1		200	>		
145	*LBL2		201	+		
146	RCL1	Register R ₁ bis R ₉ ausdrucken	202	ISZ1		
147	PRTX		203	ISZ1		
148	9		204	ISZ1		
149	RCL1		205	PTN		
150	X=Y?		206	R/S		
151	GT00					
152	3					
153	=					
154	FRC					
155	X=0?					
156	SPC					
157	RCL1					
158	ISZ1					
159	GT02					
160	*LBL0	Register R _A bis R _C ausdrucken				
161	SPC					
162	RCLA					
163	PRTX					
164	RCLB					
165	PRTX					
166	RCLC					
167	PRTX					
168	RTN					

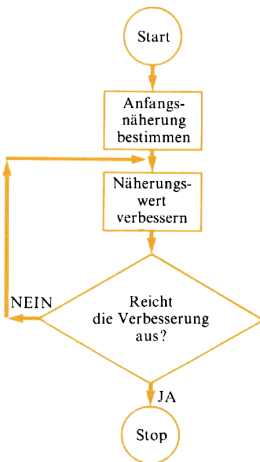
LABELS					FLAGS	SET STATUS		
^A a ₁ , a ₂ , a ₃	^B b ₁ , b ₂ , b ₃	^C c ₁ , c ₂ , c ₃	^D d ₁ , d ₂ , d ₃	^E Druck	^F	ON OFF	TRIG	DISP
^A →Det	^B →Inv	^C →Mult	^D	^E	^F	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^A Druck	^B mult	^C Druck	^D inv	^E mult	^F	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^A Code	^B Eingabe	^C det	^D	^E	^F	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>

Iterationsschleifen

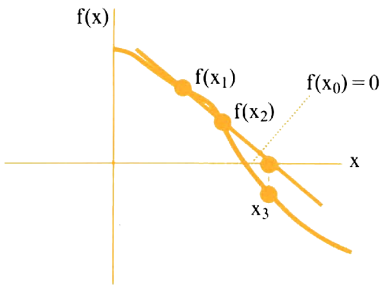
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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	057 STOE									
002 STOI	speichern	058 +									
003 RTN		059 STOC	b a/n								
004 #LBLB	Pausenbefehl	060 =									
005 F0?	umschalten	061 +	b-a								
006 CTO0		062 ST+0	2n								
007 SF0		063 0	Integral Null setzen								
008 1		064 ST09									
009 RTH		065 RCLB	Anzahl der Intervalle								
010 #LBL0		066 X=1	nach R1								
011 0		067 #LBL7									
012 CF0		068 X=1	Nummer der Funktion								
013 RTN		069 ST0B	nach R1 und n nach RB								
014 #LBLA	%Δ speichern und	070 RCL0									
015 SF1	Flag setzen	071 GSBi	f'(R0)								
016 STOE		072 RCLC									
017 RTN		073 ST+0	R0 + (b - a)/n								
018 #LBLB		074 x	Add f(R0) (b - a)/n								
019 EEX	Fehlergrenze %Δ	075 ST+9									
020 CHS	wählen oder	076 RCLB	n verringern um 1								
021 2	0.01% ausreichend?	077 X=1	Funktionsr. in Anzeige								
022 RCLB		078 DSZ1									
023 F1?		079 CTO7									
024 XZY		080 STOI	Funktionsr. nach R1								
025 R+		081 RCL9									
026 %	x = 0; statt % von x % Δ	082 RTN	Integrationsergebnis								
027 X=0?	für Δx	083 #LBLB	anzeigen								
028 LSTX		084 FIX									
029 STOC		085 GSB8									
030 2	f(x - Δx/2)	086 RCLB									
031 ÷		087 CTO0									
032 -		088 #LBL6									
033 STOA		089 RCL0	Numerische Differen-								
034 STOB		090 GSB1	tiation, um x _i für								
035 GSBi		091 STOB	Anfangswert zu								
036 STOD		092 #LBL0	berechnen								
037 RCLA		093 RCLA									
038 RCLC	f(x + Δx/2)	094 RCL0	Berechne f(x _i)								
039 +		095 STOA									
040 STOB		096 -									
041 GSBi		097 RCLD	Regula Falsi:								
042 STOB		098 RCLB	Berichtigung für x und								
043 RCLD	$\frac{f(x + \Delta x/2) - f(x - \Delta x/2)}{\Delta x}$	099 STOD	Werte für neue								
044 -		100 -	Schleife								
045 RCLC		101 ÷									
046 +		102 x									
047 RTN		103 ST-0	Berichtigung abziehen								
048 #LBLC		104 RCL0	Falls Flag gesetzt: Pause								
049 STOB		105 F0?	und Lösung anzeigen								
050 GSBi		106 PSE									
051 RTN		107 +									
052 #LBLD	a speichern	108 RND	RND (Änderung/x _i + 1)								
053 XZY		109 X=0?	Anzeigegenauigkeit								
054 STOB	b - a	110 CTO6	erreicht?								
055 -	n speichern	111 RCL0	Falls ja, Ergebnis								
056 XZY		112 RTN	anzeigen								
REGISTER											
0 x	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	F	Funktion

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

001	#LBLc	Flag für mm/Zoll	057	.					
002	SF2		058	5					
003	#LBLA		059	F2°					
004	2	Eingabe des	060	1/X					
005	5	Umrechnungsfaktors	061	XZY					
006	.		062	X					
007	4		063	RTN					
008	F2°	Inch in mm oder	064	#LBLc	Pound/Kilogramm-				
009	1/X	mm in Inch?	065	SF2	Umrechnung (Masse)				
010	XZY	Stack ordnen für	066	#LBLc					
011	X	LST X	067	.					
012	RTN	Umrechnen	068	4					
013	#LBLb		069	5					
014	SF2	Fuß/Meter-	070	3					
015	#LBLc	Umwandlung	071	5					
016	.		072	9					
017	3		073	2					
018	8		074	3					
019	4		075	7					
020	8		076	F2°					
021	F2°		077	1/X					
022	1/X		078	XZY					
023	XZY		079	X					
024	X		080	RTN					
025	RTN		081	P/S					
026	#LBLc	Gallon/Liter-							
027	SF2	Umwandlung							
028	#LBLC								
029	3								
030	.								
031	7								
032	8								
033	5								
034	4								
035	1								
036	1								
037	7								
038	8								
039	4								
040	F2°								
041	1/X								
042	XZY								
043	X								
044	RTN								
045	#LBLd	Pound/Newton-							
046	SF2	Umwandlung (Kraft)							
047	#LBLC								
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	F	G	H	I	J

001	#LBLH	° C = (° F - 32)/1.8)	057	1	
002	3		058	8	
003	2		059	4	
004	-		060	6	
005	1		061	3	
006	.		062	F2°	
007	8		063	1/X	
008	÷		064	x	
009	RTN		065	RTN	
010	#LBLc	° F = 1.8° C + 32	066	#LBLc	hp/W-Umrechnung
011	1		067	SF2	
012	.		068	#LBLc	
013	8		069	7	
014	x		070	4	
015	3		071	5	
016	2		072	.	
017	+		073	6	
018	RTN		074	9	
019	#LBLb	BTU-Joule- Umrechnung (British thermal unit)	075	9	
020	SF2		076	9	
021	#LBLB		077	8	
022	1		078	7	
023	0		079	F2°	
024	5		080	1/X	
025	5		081	x	
026	.		082	RTN	
027	0		083	R/S	
028	4				
029	F2°				
030	1/X				
031	X2Y				
032	x				
033	RTN				
034	#LBLc	ps→N/m²- Umrechnung			
035	SF2				
036	#LBLC				
037	6				
038	8				
039	9				
040	4				
041	.				
042	7				
043	5				
044	7				
045	2				
046	F2°				
047	1/X				
048	x				
049	RTN				
050	#LBLd	lb/ft³ - kg/m³- Umrechnung			
051	SF2				
052	#LBLD				
053	1				
054	6				
055	.				
056	0				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E	F	FLAGS		DISP
in-mm	ft-m	gal-l	lbf-N	lbm-kg		ON	OFF	
° F - ° C	Btu-J	psi-N/m²	lb/ft³ kg/m³	hp-W		0	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/> FIX <input checked="" type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/>
2	3	4	5	6	7	2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/>
3	4	5	6	7	8	3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	n <u>2</u>

Notizen

Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

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

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

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

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

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

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

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

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

Arithmetik-Lernprogramm

001 *LBLx	Konstanten speichern	057 SPC	Operationscode ausdrucken
002 0		058 PRT	
003 ST08		059 SPC	2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen
004 2		060 *LBL9	
005 0		061 GSB5	
006 ST07		062 ST0C	
007 1		063 GSB5	Aufgabe stellen
008 0		064 RCLC	
009 ST0C		065 GSB i	Anzeige einstellen
010 ST0E		066 RCLW	
011 1		067 X=1	
012 ST0h		068 DSP i	
013 .		069 X=1	Einen Wert «skalieren»
014 5		070 R4	
015 2		071 RCLB	
016 8		072 +	Werte zu der Form x.y addieren
017 4		073 -	
018 1		074 0	
019 6		075 +	0 nach LST X
020 3		076 RCL9	Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe
021 *LBL6	Vorprogrammierte oder eingegebene Ausgangszahl speichern	077 Y=Y0	
022 ST0E		078 GT09	
023 CLX		079 R4	Aufgabe anzeigen
024 RTN		080 ST09	
025 *LBLk	Eingabe und speichern von n _{max} + 1. Flag setzen; aussondern des vorprogrammierten Wertes	081 FI?	
026 SF0		082 PRTX	
027 SPC		083 RTN	
028 PRTX		084 *LBL5	Generieren der Pseudo-Zufallszahlen
029 SPC		085 RCLC	
030 ABS		086 9	
031 1		087 9	
032 +		088 7	
033 ST0D		089 x	
034 1	Anzeigeformat berechnen und für späteren Abruf speichern	090 FRC	
035 0		091 ST0E	
036 x		092 FX	Zahlen verarbeiten
037 LOG		093 RCLD	
038 INT		094 x	Ganzzahlige Werte <n _{max} erzeugen
039 ST0A		095 INT	
040 10*	«Maßstab» für Aufgaben berechnen und speichern	096 RTN	Additionsaufgabe
041 ST0B		097 *LBL1	
042 CLX		098 +	
043 RTN		099 ST0C	
044 *LBLA	Addition wählen	100 LSTX	
045 1		101 -	
046 GT01		102 LSTX	
047 *LBL6	Subtraktion wählen	103 RTN	
048 2		104 *LBL2	Subtraktionsaufgabe
049 GT01		105 ST0C	
050 *LBLC	Multiplikation wählen	106 X=1	
051 3		107 +	
052 GT01		108 LSTX	
053 *LBLD	Division wählen	109 RTN	
054 4		110 *LBL3	Multiplikationsaufgabe
055 *LBL1		111 X=0?	
056 ST01	Code für +, -, ×, ÷ speich.	112 X=?	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	20-n	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A Anzeige	B Skalierung	C Ergebnis	D n _{max} + 1	E Anfangswert	F	G	H	I	Problem

Diagnostik-Programm

001 #LBLA	Register löschen	057 GSB3	Umrechnung in						
002 CLR6		058 SIN	Stunden/Minuten/						
003 F2S	Prüfwerteingabe	059 HMS+	Sekunden prüfen						
004 CLR6		060 HMS+							
005 CF3		061 SIN+							
006 7		062 GSB3							
007 7		063 LOG	Log und 10 ^x prüfen						
008 7		064 10 ^x							
009 7		065 GSB3							
010 7		066 LN	Ln und e ^x prüfen						
011 7		067 e ^x							
012 7		068 GSB3							
013 7		069 X ²	x ² und Quadratwurzel						
014 7		070 1/X	prüfen						
015 7		071 GSB3							
016 CHS		072 ENT1	y ^x und 1/x prüfen						
017 EE%		073 Y ^x							
018 CHS		074 LSTX							
019 7		075 1/X							
020 7		076 Y ^x							
021 X ² Y	Stackregister und	077 GSB3							
022 R+	Befehle zum	078 ENT1							
023 R+	Stackumordnen prüfen	079 +	+ , - und LST X						
024 R+		080 LSTX	prüfen						
025 R+		081 -							
026 R4	Anzeige prüfen	082 GSB3							
027 PSE		083 ENT1							
028 #LBL0	Register prüfen	084 7	x und ÷ prüfen						
029 STOI		085 LSTX							
030 RCL1		086 7							
031 X*Y?		087 GSB3							
032 GTOI		088 1/X	Int und FRC prüfen						
033 ISZ1		089 1							
034 RCLE		090 +							
035 RCL0		091 FRC							
036 X=Y?		092 1/X							
037 GTO2		093 LSTX							
038 GTO0		094 +							
039 #LBL1	Codezahl für	095 INT							
040 RCL1	Registerspeicher- oder	096 GSB3							
041 RTN	Abruffehler anzeigen	097 D+R							
042 #LBL2		098 R+D	Grad/Bogenmaß-						
043 2	Prüfen der	099 GSB3	Umwandlung prüfen						
044 5	Startfunktion	100 EE%							
045 STOI		101 2	% prüfen						
046 SIN	sin, sin ⁻¹ prüfen	102 X ²							
047 SIN+		103 7							
048 GSB3		104 GSB3							
049 COS	cos, cos ⁻¹ prüfen	105 GT04	Bedingter Sprungbefehl						
050 COS+		106 #LBL3							
051 GSB3		107 RNG							
052 TAN	tan, tan ⁻¹ prüfen	108 RCL1	Zähler erhöhen						
053 TAN+		109 X*Y?	Funktion prüfen						
054 GSB3		110 R/S							
055 +P	Koordinaten-	111 ISZ1	Stop und bei Fehler						
056 +R	umwandlung prüfen	112 RCL1	Code anzeigen						
REGISTER									
⁰ belegt	¹ belegt	² belegt	³ belegt	⁴ belegt	⁵ belegt	⁶ belegt	⁷ belegt	⁸ belegt	⁹ 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 belegt	^E belegt	^F belegt	^G belegt	^H belegt	^I belegt	

Notizen



Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86
7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 130, Telefon (07031) 667-1
4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. 1, Seestern, Tel. (0211) 5 97 11
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 32

Für die UdSSR:

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

Europa-Zentrale:

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