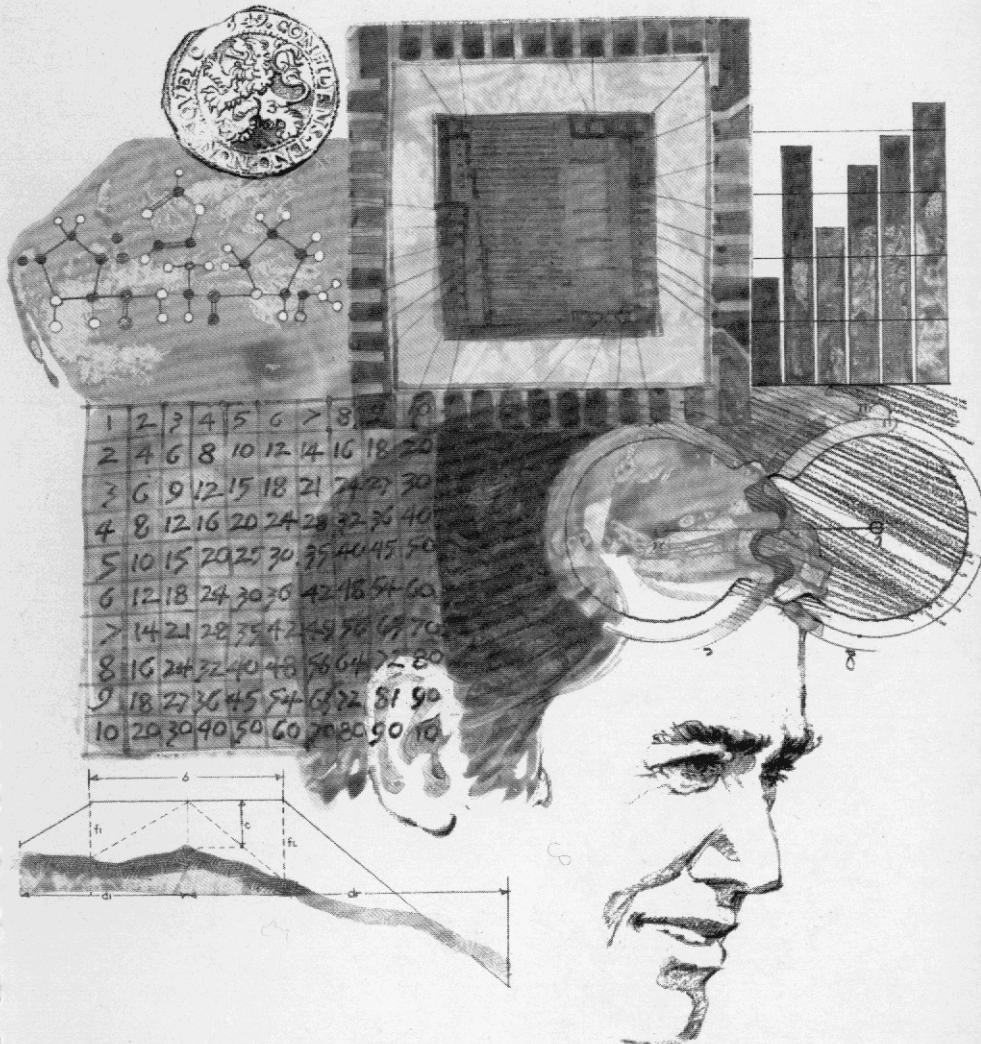


HEWLETT-PACKARD

HP-67

Standard Paket



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

Einleitung

Das HP-67 Standard-Paket ist der Grundstein für den Aufbau Ihrer eigenen Programmabibliothek. Die verschiedenen Programme dieser Sammlung befassen sich mit häufig vorkommenden Problemstellungen aus dem kaufmännischen, wissenschaftlichen und technischen Bereich. Darüber hinaus sind auch einige unterhaltsame Programme enthalten, wie beispielsweise das **Arithmetik-Lernprogramm** (STD-13), das «programmierbare Programm» **Folg mir** (STD-06) oder das ausgesprochene Spielprogramm **Mondlandung** (STD-14).

Für die Anwendung der hierin enthaltenen Programme sind keinerlei Kenntnisse über Programmiersprachen oder Erfahrungen im Umgang mit programmierbaren Rechnern erforderlich. Es wird lediglich vorausgesetzt, daß Sie die Abschnitte 1 bis 5 des HP-67 Bedienungshandbuchs durchgelesen oder aber bereits mit anderen HP-Rechnern gearbeitet haben. Wenn Sie sich an dieser Stelle zum erstenmal mit der Programmierung befassen, sollten Sie auf alle Fälle den Abschnitt «Verwendung der Programme» auf den Seiten 5 und 6 dieser Anleitung durchlesen. Die ausführlichen Beschreibungen helfen Ihnen dabei, Ihren HP-67 so umfassend wie möglich kennenzulernen. Damit Sie aus dieser Programmsammlung den größten Nutzen ziehen, empfehlen wir Ihnen, sämtliche Beispiele zu rechnen und alle Bedienungsanweisungen in der angegebenen Reihenfolge zu beachten.

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

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

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

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

Notizen

Inhaltsverzeichnis

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

14. Mondlandung	
Das spannende Spielprogramm simuliert die Abstiegsphase zu	
einer weichen Mondlandung	92
15. Diagnostik-Programm	
Überprüfung der Rechnerfunktionen	96

Verwendung der Programme

Einlesen eines Programms

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

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

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

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

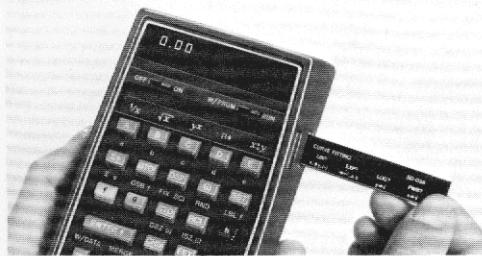


Abb. 1

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

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

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



Abb. 2

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

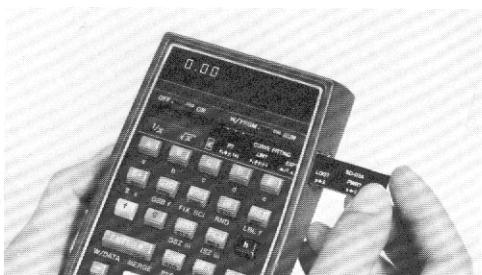


Abb. 3

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

Beschriftung der Programmkkarten

Betrachten Sie einmal die Beschriftung der Magnetkarte, die Sie soeben in den Fensterausschnitt oberhalb des Tastenfeldes eingeschoben haben. Die einzelnen Zeichen und Symbole sollen als Gedächtnissstütze 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 Programmkkarten gewöhnt haben.

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

Beschriftungsweise – Konventionen, Symbole

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

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

Aufbau der Bedienungsanweisungen

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

Die Tabelle setzt sich aus fünf Spalten zusammen:

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

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

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

Die Spalte **Tasten** enthält die Funktionstasten, die im Zusammenhang mit diesem Anweisungsschritt zu drücken sind. Dabei wird die Taste **ENTER** durch das Symbol **►** dargestellt; die übrigen Tastensymbole entsprechen denjenigen auf dem HP-67-Tastenfeld. Leere Kästchen in dieser Spalte haben keine Bedeutung und können überlesen werden. In der Spalte **Anzeige** finden Sie die errechneten Zwischen- und Endergebnisse und, soweit zutreffend, deren Einheiten.

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

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

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

Ob Sie Schritt Nr. 2 ausführen, bleibt Ihnen überlassen. Diese Anweisung bezieht sich im wesentlichen auf die Steuerung des Druckers beim HP-97 (programmierbarer technisch-wissenschaftlicher Rechner im Attaché-Format mit eingebautem Thermodrucker). Solche Druckbefehle werden von Ihrem HP-67 als **PAUSE**-Anweisungen interpretiert – der Rechner unterbricht die Programmausführung für etwa fünf Sekunden und zeigt während dieser «Pause» den Inhalt des X-Registers an.

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

Wenn Sie diesen automatischen Druck/Anzeige-Modus wählen wollen, sind – wie in der Spalte **Tasten** angegeben – die Tasten **f a** zu drücken; die Eingabedaten werden dann angezeigt. Drücken Sie also jetzt **f a**; wie in der Spalte **Anzeige** angegeben, erhalten Sie die Anzeige 1.00. Mehrfaches Drücken von **f a** bewirkt die abwechselnde Anzeige von 0.00 und 1.00. Damit gibt der Rechner an, ob der Druck/Anzeige-Modus eingeschaltet (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist. Probieren Sie es ruhig aus! Bevor Sie fortfahren, kontrollieren Sie bitte, daß der Druck/Anzeige-Modus eingeschaltet ist, d.h. 1.00 angezeigt wird.

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

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

x_i	1	3	7
y_i	2.7	20	1100

Sie müssen dazu folgende Tasten drücken: 1 ↑ 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 Programmkkarte aufgedruckten Bezeichnungen verständlich sein.

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

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

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

Versuchen Sie jetzt einmal die Berechnung eines Schätzwertes. Dazu weist Sie Schritt 9 an, eine Zahl für x einzutasten und E zu drücken; das Resultat, \hat{y} , wird angezeigt. Nehmen Sie zum Beispiel den Wert x=10. Als Ergebnis sollten Sie den Wert $\hat{y}=22926.17$ erhalten. Sie können auch umgekehrt einen Wert für y vorgeben und das zugehörige 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** **1** drücken. Jetzt erfolgt die Dateneingabe, indem Sie jeden einzelnen Wert **xk** eintasten und jeweils im Anschluß daran die Taste **A** drücken. Dabei zeigt der Rechner die laufende Nummer k des Eingabewertes an, bis schließlich die ersten n Daten gespeichert sind. Nach Eingabe des n -ten Wertes (und für alle weiteren Daten) zeigt der Rechner kurzzeitig die laufende Nummer des Eingabewertes (k) an und hält dann mit der Anzeige des errechneten Durchschnitts (AVG) an.

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

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

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

Beispiel 1:

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

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

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

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

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

B → Crd

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

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

Nehmen Sie an, es sei ein Monat vergangen, und schalten Sie Ihren HP-67 wieder ein. Lesen Sie anschließend beide Seiten der Programmkkarte «Gleitender Durchschnitt» ein.

Beispiel 2:

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

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

Drücken Sie	Anzeige	
225 A	«7.00», 212.50	Die bei der Mittelwertbildung verwendeten Daten, mit dem zuletzt eingegebenen Wert beginnend.
C	225.00 240.00 198.00 222.00 207.00 183.00 6.00 (Anzeige)	

Tabulator



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

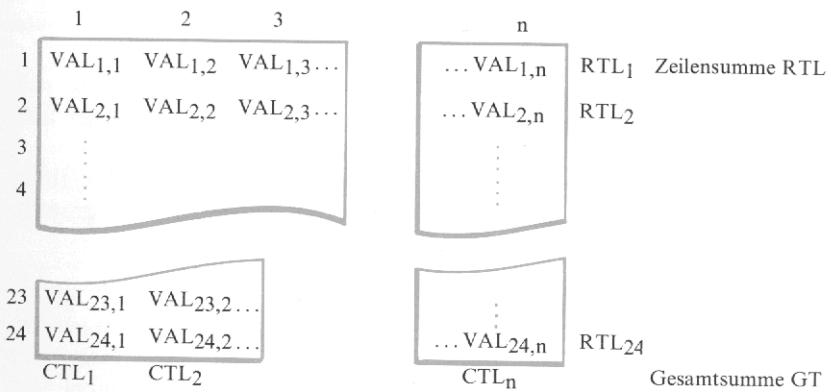


Abb. 1

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

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme_i an der Gesamtsumme

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

Anmerkungen:

Wenn der zuletzt eingegebene Wert falsch war, kann er durch Drücken von **B** aus den verschiedenen Summen entfernt werden. Dabei werden auch die Indizes auf ihre vorherigen Werte zurückgesetzt.

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

Beispiel 1:

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

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

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

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

Beispiel 2:

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

Bücherumsatz

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

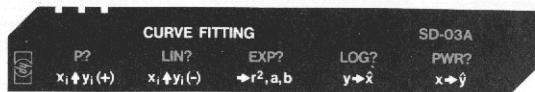
Drücken Sie

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

Bücherumsatz

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

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.

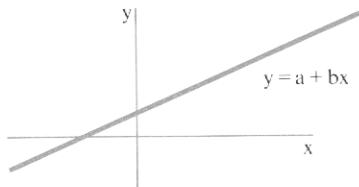
Zur Eingabe der Wertepaare (x_i, y_i) ist jeweils zuerst x_i einzutasten, **ENTER** zu drücken, y_i einzutasten und dann die Taste **A** zu drücken. Die Anzahl der Datenpaare, die Sie eingeben können, ist nicht beschränkt. Wenn Sie nach Drücken von **A** feststellen, daß Sie einen falschen Wert eingegeben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

Wenn Sie alle Datenpaare eingegeben haben, drücken Sie **c**. Damit starten Sie die Berechnung und anschließende Anzeige des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b . Das Bestimmtheitsmaß liefert eine Angabe über die «Qualität» der Anpassung an die vorgegebenen Daten. Liegt der errechnete Wert für r^2 nahe bei 1.00, so spricht dies für eine gute Anpassung. Ist der Wert für r^2 dagegen nur wenig von Null verschieden, bedeutet das, daß die Anpassung schlecht oder sogar sinnlos ist. Sie können in einem solchen Fall überlegen, ob vielleicht die Verteilung der Daten besser durch eine andere als die gewählte Regressionsfunktion beschrieben wird, und dann die Rechnung nach Änderung der Regressionsart wiederholen.

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

Verwendete Formeln:

Lineare Regression

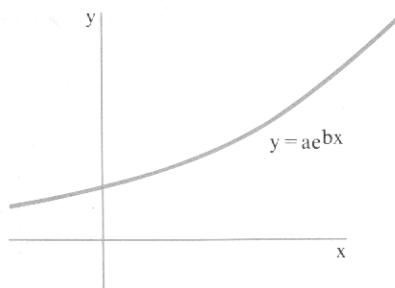


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

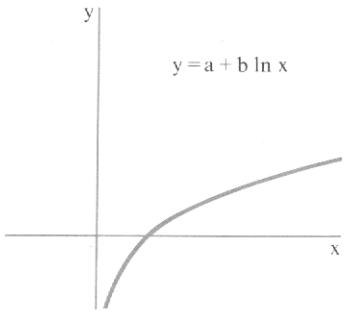


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

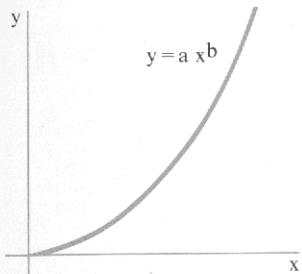


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

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 R_0 bis R_9 werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur freien Verfügung.

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

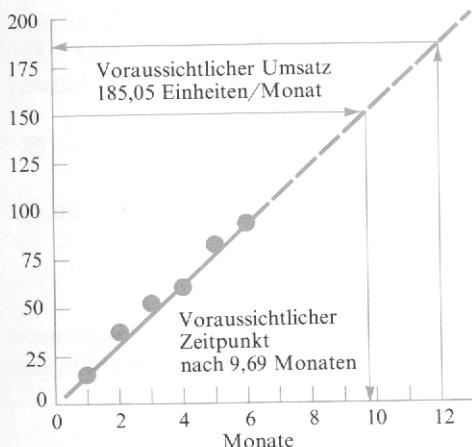
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkkarte einlesen.			
2	Auf Wunsch: Pause-Modus einschalten.		f a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart: für lineare Regression oder Exponential-Kurvenanpassung oder logarithmische Kurvenanpassung oder Anpassung einer Potenzfunktion		f b f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

Beispiel 1:

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

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

Umsatzzahlen

**Drücken Sie**f **b** _____**Anzeige**

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

150 **D** _____

Einheiten

Monate

Beispiel 2:

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

$$v = v_0 + at$$

Dabei gilt:

v = momentane Geschwindigkeit

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

a = konstante Beschleunigung

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

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

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

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

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

Beachten Sie, daß die Formel für die Geschwindigkeit

$$v = v_0 + at$$

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

$$y = a + b x$$

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

Drücken Sie

Anzeige

f b → 1.00

5 **↑** 140 **A** 6 **↑** 149 **A** 7 **↑** 159 **A** → 4.00

9 **↑** 175 **A C** → 1.00 (r^2)

96.54 (a, v_0)

8.77 $(b, \text{Beschleunigung})$

20 **E** → 271.97 (m/sec)

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

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

beschreiben, wobei b die polytropische Konstante dieses Prozesses bezeichnet.

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

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

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

Drücken Sie	Anzeige
f <input type="checkbox"/> e	→ 1.00
10 <input type="checkbox"/> 210 A 30 <input type="checkbox"/> 40 A 50 <input type="checkbox"/> 12 A	→ 4.00
70 <input type="checkbox"/> 9 A 90 <input type="checkbox"/> 6.8 A D	0.99 (r ²) 8599.81 (a) -1.62 (-b)
15 E	→ 108.35

Kalenderrechnungen



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

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

Verwendete Formeln:

Berechnung des Julianischen Datums:

Julianische Tageszahl =

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

Dabei gilt:

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

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

Dann wird die Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten berechnet:

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

Für die Berechnung des Kalenderdatums zu gegebener Jul.Tageszahl:

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

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

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

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

Berechnung des Wochentages:

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

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

Anmerkungen:

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

Das Programm verwendet das Flag 3 für die Entscheidung, welcher Programmteil nach Drücken der Tasten **A**, **B**, **C** oder **D** auszuführen ist. Das Flag 3 wird automatisch «gesetzt» (eingeschaltet), wenn eine der Zifferntasten auf dem Tastenfeld des HP-67 gedrückt wird. Dann wird die Zahl im angezeigten X-Register beim Drücken der entsprechenden Programmaste als Eingabewert «erkannt» und gespeichert. Wenn dagegen keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt wurde, interpretiert der Rechner das Drücken einer der Programmataste als Anweisung zur Berechnung des zugehörigen Wertes. Achten Sie daher darauf, daß zwischen der letzten Eingabe und der Berechnung des gewünschten Resultates keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt werden.

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

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

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

Anzeige

Beispiel 2:

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

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

12.281976*

(bedeutet 28. Dez. 1976)

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

Renten- und Zinseszinsrechnung



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Verwendete Formeln:

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

wobei

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Beispiel 1:

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

**Drücken Sie**

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

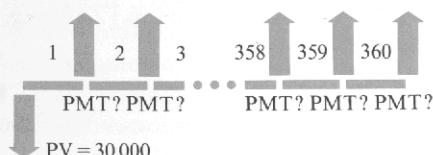
Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

Drücken Sie

	Anzeige
6 ↑ 12 ÷ STO B	0.50
E	265.62

Beispiel 2:

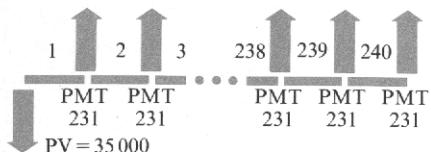
Ein Darlehen in Höhe von 30 000 DM mit einer Laufzeit von 30 Jahren soll bei einem Zinssatz von 9% p.a. durch monatliche Ratenzahlungen vollständig zurückgezahlt werden. Wie hoch sind diese monatlichen Rückzahlungsraten?

**Drücken Sie**

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

Beispiel 3:

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

**Drücken Sie**

f **a** 35000 **STO** **D**

231 **STO** **C**

20 **+** 12 **x** **STO** **A**

B

12 **x**

Anzeige

35000.00

231.00

240.00

0.42

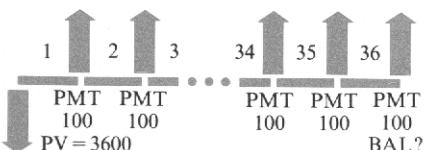
(0.42% pro Monat)

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** **÷**

STO **B** 36 **STO** **A** 100 **STO** **C** **E**

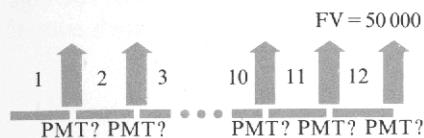
Anzeige

675.27

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

Beispiel 5:

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

**Drücken Sie**

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

Anzeige

3780.69

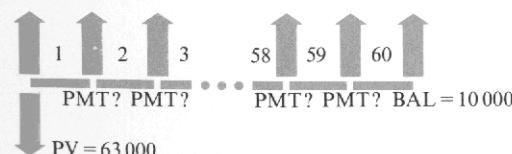
Welcher statt der Ratenzahlungen sofort angelegte Betrag würde den gleichen Effekt bringen?

0 STO C D → 40602.89

Beispiel 6:

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

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

**Drücken Sie**

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

Anzeige

1300.16

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

STO D C → 1457.73

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

1500 **STO C B** → 1.18 (% monatlich)

12 → 14.12 (% p.a.)

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

DSP 5 B → 1.17700

12 → 14.12599

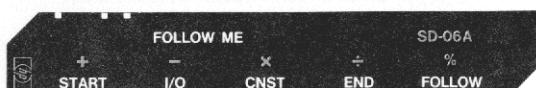
Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



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

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

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

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

Liste der verfügbaren Programmbefehle

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

Programmierbare Operationen:

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

Programmieren Sie die Formel

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

und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

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

Eine bessere Lösung:

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

Die beste Lösung (mit dem geringsten Speicherbedarf):

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

Beispiel 2:

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

Stückkosten-Liste

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

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

Großhandelspreis = 50% des Einzelhandelspreises

Fixkosten = 25 DM/Artikel

Drücken Sie

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

A 17.35 \uparrow 25 C f a 2.7 C f c B \longrightarrow 114.35 (Einzelhandel)

50 C f e \longrightarrow 57.17 (Großhandel).

D \longrightarrow 0.00

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

21.18 E \longrightarrow 124.69

E \longrightarrow 62.34

26.07 E \longrightarrow 137.89

E \longrightarrow 68.94

28.75 E \longrightarrow 145.13

E \longrightarrow 72.56

33.15 E \longrightarrow 157.01

E \longrightarrow 78.50

Anzeige

Beispiel 3:

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

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

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

Drücken Sie

A 1 \uparrow .63 C f c B e^x 2.3 \uparrow .75 C

f c f c \longrightarrow 3.24

D \longrightarrow 0.00

2.0 E 9 e^x 2.8 E \longrightarrow 7.40

4.5 E 9 e^x 3.7 E \longrightarrow 47.26

6.0 E 9 e^x 6.4 E \longrightarrow 210.32

Anzeige

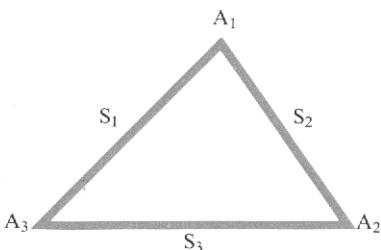
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



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



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

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

Im Anschluß an die Berechnung der Größen steht die Dreiecksfläche in der Anzeige, S_1 in R_9 , A_1 in R_A , S_2 in R_B , A_2 in R_C , S_3 in R_D und A_3 in Register R_E .

Verwendete Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

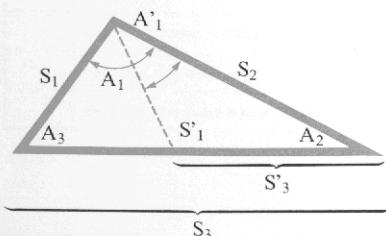
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

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

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



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

Anmerkungen:

Die Register $R_0 - R_6$, $R_{S0} - R_{S9}$ und I werden vom Programm nicht belegt.

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

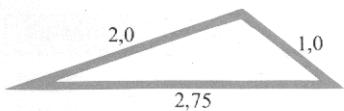
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

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

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.

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

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

RCL 9 →

2.00

RCL A →

129.84

RCL B →

1.00

RCL C →

33.95

RCL D →

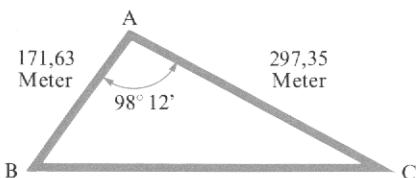
2.75

RCL E →

16.21

Beispiel 2:

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



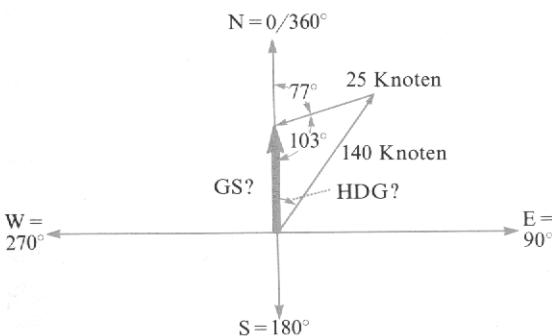
Es sind also zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben:
 $S_1 = 171.63$, $A_1 = 98^\circ 12'$ und $S_2 = 297.35$.

Drücken Sie171.63 **■** 98.12 **■** 297.35 **■** →**Anzeige**

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

Beispiel 3:

Ein Pilot möchte genau nach Norden (0° bzw. 360°) fliegen. Auf seinem Flug wird er aber durch einen aus 77° mit 25 Knoten Stärke wehenden Gegenwind nach links versetzt werden. Da Winde stets mit der Richtung angegeben werden, aus der sie kommen, ist hier $77^\circ + 180^\circ = 257^\circ$ einzusetzen. Die Eigengeschwindigkeit (TAS) (gegenüber der als ruhend angenommenen Luft) beträgt 140 Knoten. Berechnen Sie, welchen Steuerkurs (HDG) der Pilot fliegen muß, damit er sich tatsächlich (einschließlich Windversetzung) nach Norden bewegt, und ermitteln Sie die Geschwindigkeit über Grund (GS), die das Flugzeug dabei noch hat.



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

Drücken Sie

140 25 103

Anzeige

140.00 (TAS)

66.98

25.00 (Windgeschwindigkeit)
103.00

132.24 (GS)
10.02 (HDG)
1610.64

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

Vektor-Operationen

VECTOR OPERATIONS				SD-08A
3D/2D?	P?	S → C	C → S	
 $V_1 + V_2$	$V_1 \times V_2$	$V_1 \cdot V_2$	$\Phi_1 \uparrow \theta_1 \uparrow r_1$	$\Phi_2 \uparrow \theta_2 \uparrow r_2$

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

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

Mit der Tastenfolge **f b** können Sie darüber hinaus wählen, ob die eingegebenen Daten vom Programm selbständig angezeigt werden sollen. Bei wiederholtem Drücken von **f b** wird der Pause-Modus abwechselnd ein- (Anzeige 1.00) und ausgeschaltet (Anzeige 0.00). Die Anzeige der Eingabedaten geschieht programmintern über einen **[STK]**-Befehl, so daß die Werte in folgender Reihenfolge angezeigt werden:

Nr. des Vektors (1.00 oder 2.00)

Φ (oder $\pi/2$ für 2D-Vektoren)

θ

r

Die Vektoren werden in folgenden Formaten angezeigt:

Polarkoordinaten

0.00

Φ

θ

r

Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)

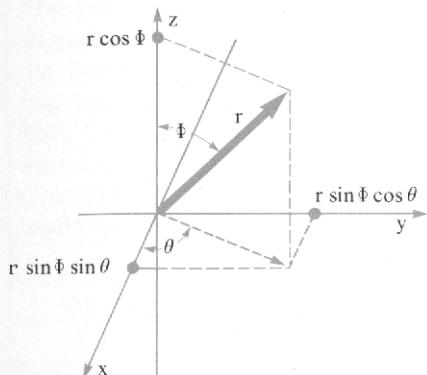
0.00

z

y

x

Verwendete Formeln:



Dreidimensionale Vektordarstellung

Koordinatentransformation

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

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

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

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

$$z = r \cos \Phi$$

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

Vektoraddition

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

Kreuz- oder Vektorprodukt

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

Punkt- oder Skalarprodukt

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

Von zwei Vektoren eingeschlossener Winkel

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

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

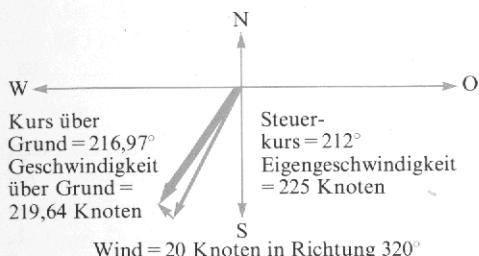
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmcarte einlesen.		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>	
	Vektorrechnung		<input type="button" value="f"/> 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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in rechtwinklige K. nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Gehen Sie für die Umwandlung in 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 α_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(α_1)	<input type="text"/> <input type="text"/>	α_1
	Winkel θ_1	θ_1	<input type="text"/> <input type="text"/>	θ_1
	Betrag r	r ₁	<input type="text"/> D <input type="text"/>	1.00
	Winkel α_2 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(α_2)	<input type="text"/> <input type="text"/>	α_2
	Winkel θ_2	θ_2	<input type="text"/> <input type="text"/>	θ_2
	Betrag r	r ₂	<input type="text"/> E <input type="text"/>	2.00
6	Führen Sie eine der Vektoroperationen aus:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Addition	A	<input type="text"/> <input type="text"/>	0, α , θ , r
	Kreuzprodukt	B	<input type="text"/> <input type="text"/>	0, α , θ , r
	Skalarprodukt	C	<input type="text"/> <input type="text"/>	$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2$
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach 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"/> <input type="text"/>	(ϕ)
	Winkel θ	θ	<input type="text"/> <input type="text"/>	θ
	Betrag r	r	<input type="text"/> f <input type="text"/> d	0, z, y, x
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	z-Koordinate (entfällt bei 2D-Vektoren)	(z)	<input type="text"/> <input type="text"/>	(z)
	y-Koordinate	y	<input type="text"/> <input type="text"/>	y
	x-Koordinate	x	<input type="text"/> f <input type="text"/> e	0, ϕ , θ , r
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<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.

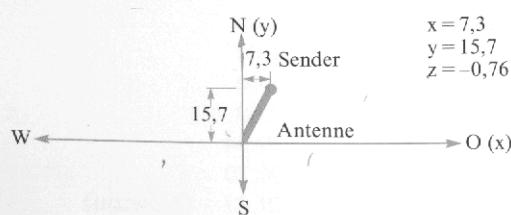
(Da Winde mit der Richtung bezeichnet werden, aus der sie kommen, muß hier mit $140^\circ + 180^\circ = 320^\circ$ gerechnet werden.)

**Drücken Sie**

[f]	[a]	[f]	[a]	→	2.00
212	▲	225	[D]	→	1.00
320	▲	20	[E]	→	2.00
[A]				→	0.00
					90.00
					216.97 (Grad)
					219.64 (Knoten)

Anzeige**Beispiel 2:**

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

Blick von oben auf die Stationen

Drücken Sie

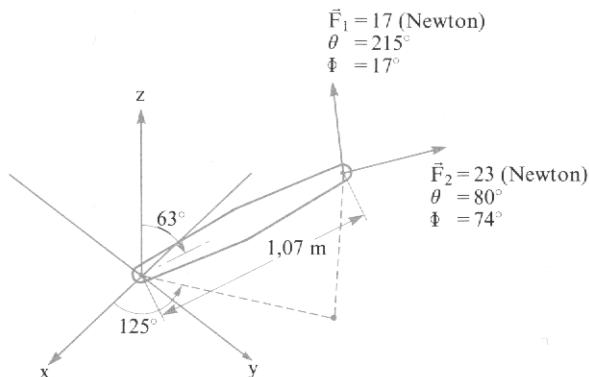
[f] [a] →
 [f] [b] →
 .76 CHS ▲ 15.7 ▲ 7.3 [f] [b] →

Anzeige

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

Beispiel 3:

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

**Drücken Sie**

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

[f] [a] →
 17 ▲ 215 ▲ 17 [c] →
 74 ▲ 80 ▲ 23 [d] →
 [a] →

Anzeige

3.00
 1.00
 2.00
 0.00
 39.34
 90.70
 29.47 (Newton)

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

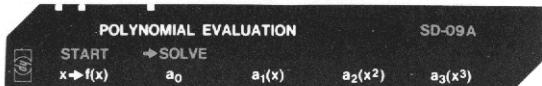
E	→	2.00			
63	125	1.07	D	→	1.00
B	→	0.00			
		124.34			
		55.37			
		18.02			

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

für die Längskomponente:

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

Polynom-Berechnung



Mit Hilfe dieses Programms können Sie die folgenden Polynome berechnen:

Kubische Gleichung (drei Lösungen)

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

Quadratische Gleichung (zwei Lösungen)

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

Lineare Gleichung (eine Lösung)

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

Die Koeffizienten a_0 , a_1 , a_2 und a_3 sind vom Benutzer einzugeben. Das Programm berechnet sowohl reelle als auch komplexe Lösungen, wobei letztere bei der Ausgabe durch eine zuvor angezeigte -1.00 gekennzeichnet werden; anschließend folgen zuerst der Imaginär- und dann der Realteil. Reelle Lösungen werden ohne die vorangestellte -1.00 angezeigt. (Im Beispiel 3 kommen komplexe Lösungen vor.) Sie können das Programm auch zur Berechnung der Polynome für beliebige Werte von x verwenden. Diese Möglichkeit können Sie beispielsweise dann nutzen, wenn Sie an der graphischen Darstellung eines Polynoms interessiert sind.

Verwendete Formeln:

Kubische Gleichung:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Quadratische Gleichung: $a_2^2 = 1.00$

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

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

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

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

Lineare Gleichung

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

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

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

Beispiel 1:

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

Nach den Gesetzen der Mechanik gilt:

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

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

Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige
f a	0.00
2 B 20 C 9.81 ↑ 2 ÷ CHS D f b	4.18 (sec) -0.10 (sec)

Das Ergebnis lautet 4,18 Sekunden. Die zweite Lösung (-0,10) ist zwar mathematisch korrekt, im physikalischen Zusammenhang dagegen unbedeutend.

Beispiel 2:

Die Bindungsenergie von Ammoniak (NH₃) ist in Abhängigkeit von der in Kelvin gemessenen Temperatur durch die folgende Gleichung gegeben:

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

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

Drücken Sie

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

Beispiel 3:

Lösen Sie folgende Gleichung: x³ - 4x² + 8x - 8 = 0

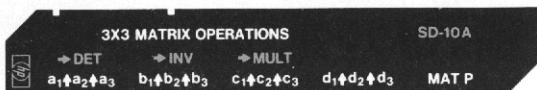
Drücken Sie

Drücken Sie	Anzeige
f a 8 CHS B 8 C 4 CHS D 1 E f b	2.00 (reelle Lösung)
	-1.00 (Hinweis)
	1.73 (Imaginärteil)
	1.00 (Realteil)

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

(Die Zahl –1,00 wird als Hinweis dafür angezeigt, daß die beiden folgenden Werte Imaginär- und Realteil einer komplexen Lösung sind.)

Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)



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

Verwendete Formeln:

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

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

Determinante der Matrix A

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

Inverse der Matrix A

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Multiplikation

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

Anmerkung:

Sie können die Matrizen-Daten jederzeit durch einmaliges Drücken der Taste **E** anzeigen. Die Ausgabe der Matrixelemente geschieht in folgender Reihenfolge: $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, d_1, d_2, d_3$.

Beispiel 1:

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

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

Drücken Sie

	Anzeige
23 ↑ 8 ↑ 4 A	4.00
15 ↑ 11 ↑ 15 B	15.00
17 ↑ 6 CHS ↑ 12 C	12.00
1 ↑ 1 ↑ 1 D	1.00
f a	4598.00 (Determinante)
f b	0.00 (Inverse wurde berechnet)
E	0.05 (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 der Multiplikation)
	0.08 -0.02

Beispiel 2:

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

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

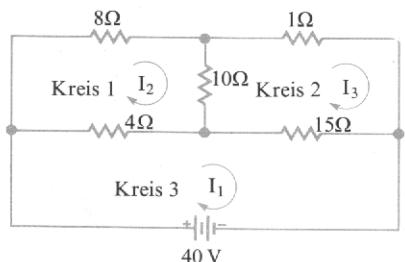
Zuerst werden die Matrizen in dreidimensionaler Form angeordnet (siehe Anmerkung).

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

Drücken Sie	Anzeige
14 ▲ 8 CHS ▲ 0 A	0.00
8 CHS ▲ 12 ▲ 0 B	0.00
0 ▲ 0 ▲ 1 C	1.00
20 ▲ 5 ▲ 0 D	0.00
f a	104.00 (Determinante)
f b	0.00 (Inverse wurde berechnet)
E	0.12 (α_1) 0.08 (α_2) 0.00 (α_3) 0.08 (β_1) 0.13 (β_2) 0.00 (β_3) 0.00 (γ_1) 0.00 (γ_2) 1.00 (γ_3) 20.00 (d_1) 5.00 (d_2) 0.00 (d_3)
f c	2.69 (Ergebnisse der Multiplikation) 2.21 0.00

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

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

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

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

oder 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

19 **↑** 4 **CHS** **↑** 15 **CHS** **A** **→** -15.00

4 **CHS** **↑** 22 **↑** 10 **CHS** **B** **→** -10.00

15 **CHS** **↑** 10 **CHS** **↑** 26 **C** **→** 26.00

40 **↑** 0 **↑** 0 **D** **→** 0.00

f **b** **→** 0.00 (Inverse wurde berechnet)

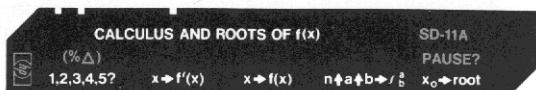
f **c** **→** 7.86 (I₁)

4.23 (I₂)

6.16 (I₃)

Anzeige

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 $y = f(x)$.

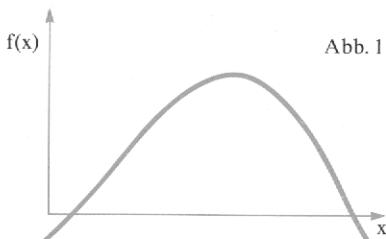


Abb. 1

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

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

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

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

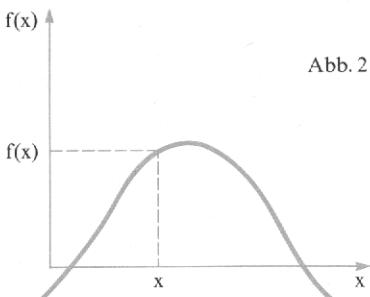


Abb. 2

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

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

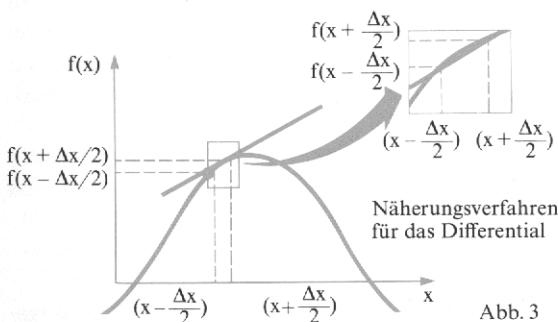


Abb. 3

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

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

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

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

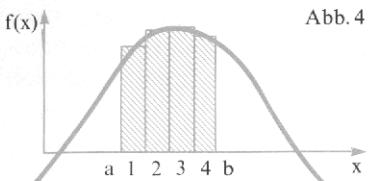


Abb. 4

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

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

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

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:

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

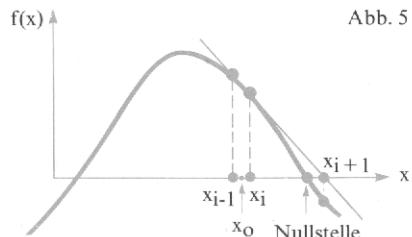


Abb. 5

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 **f** **g** abwechselnd ein- und ausschalten.

Anmerkungen:

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

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

Für die vom Benutzer eingetasteten Funktionen ist eine Unterprogrammebene zulässig.

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

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

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

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

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

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

Beispiel 1:

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

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

Berechnen Sie u innerhalb der Integrationsgrenzen 0,0 und $\pi/2$. Verwenden Sie für K den Wert 0,5; dieser Wert ist in R_1 zu speichern, von wo ihn das Programm bei Bedarf abruft. Zerlegen Sie das Intervall zuerst in 3 und dann in 10 Teilintervalle. Die Programmschrittfolge für u ist auf der zweiten Seite der Magnetkarte unter Marke 3 abgespeichert. Wenn Sie zuvor das Beispiel 2 oder 3 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen.

Drücken Sie **Anzeige**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkkarte ein.

GTO **112** **g** **MERGE**

Lesen Sie jetzt Seite 2 ein.

Marke 3 aufrufen:

3 **A** → 3.00

0.50 **STO** 1 → 0.50

Integration über drei Teilintervalle:

DSP **9** **3** **↑** **0** **↑** **h** **TI** **2** **÷** **D** → 1.685750251

Integration über zehn Teilintervalle:

10 **↑** **0** **↑** **h** **TI** **2** **÷** **D** → 1.685750355

Beispiel 2:

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

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

oder umgestellt

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

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

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

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

Drücken Sie

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmcarte ein.

GTO 112 **9** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 2 aufrufen:

2 **A** → 2.00

PAUSE-Modus wählen:

DSP 2 **f** **E** → 1.00

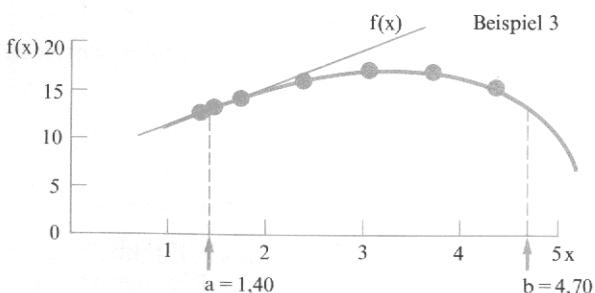
.0049819 **STO** 2 .21 **E** → «0.25»
 «0.24»
 «0.24»
 0.24 (rad)

Anzeige

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie

Anzeige

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmcarte ein.

GTO 112 MERGE

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 1 aufrufen:

1 **A** → 1.00

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

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

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

14.2 **R/S** → 2.39

$f(2.39) = 16$

16 **R/S** → 3.05

$f(3.05) = 17$

17 **R/S** → 3.71

$f(3.71) = 16.9$

16.9 **R/S** → 4.37

$f(4.37) = 15.3$

15.3 **R/S** → 52.40 (Ergebnis)

Ableitung im Punkt $x = a$:

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

$f(1.33) = 12.7$

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

$f(1.47) = 13.3$

13.3 **R/S** → 4.29 (Steigung)

%Δ wieder auf 0.01% einstellen.

.01 **f** → 0.01

Beispiel 4:

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

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

Drücken Sie

Anzeige

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM

112 35 22

f **LBL** 1 → 113 31 25 01

f **LN** **x** → 114 31 52 ($\ln x$)

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

Schalter in Stellung RUN.

Marke 1 aufrufen.

1 **A** → 1.00

3 **STO 1** → 3.00

10.8074 **STO 2** → 10.81

5.0 als Näherung eingeben:

5 **E** → 3.21 (Nullstelle)

Ableitung:

B → 3.31 $f'(3.21)$

Notizen

Umwandlungen zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten



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

Umrechnungsfaktoren:

Seite 1 der Programmkkarte:

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

1 Fuß (foot, ft) = 0,3048* Meter (m)

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

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

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

Seite 2:

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

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

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

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

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

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

Anmerkungen:

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

* international festgelegter Umrechnungsfaktor.

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

Seite 1 der Programmkkarte einlesen.

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

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

Lesen Sie Seite 2 ein.

Drücken Sie	Anzeige
212 A	100.00
0 f a	32.00

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

Lesen Sie Seite 1 ein.

75 f b f b	→ 807.29 (Btu/hr-m ²)
(Seite 2)	

B	→ 851726.70 (J/hr-m ²)
----------	------------------------------------

Beispiel 4:

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

Drücken Sie

Lesen Sie Seite 1 ein.

6 E f c	→ 0.72 (kg/l)
------------------------------	---------------

Notizen

Arithmetik-Lernprogramm



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

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

Das Programm gestattet in der Weise die Wahl des Schwierigkeitsgrades, daß die größte in den Aufgaben vorkommende Zahl n_{\max} vorgegeben werden kann. Wenn Sie beispielsweise 3 eingeben (mit **f** **b**), werden die Operanden für Addition und Multiplikation maximal 3, für Subtraktion $3+3$ und für Division 3^2 sein. Wenn kein Wert vom Benutzer vorgegeben wird, setzt das Programm automatisch $n_{\max} = 9$.

Anmerkungen:

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

Wenn der Schüler ein falsches Ergebnis eintastet und dies erkennt, bevor **E** gedrückt wurde, kann er den Fehler durch Drücken von **R+** beheben; die Aufgabe erscheint dann wieder in der Anzeige.

Wenn versucht wird, den Rechner selbst zur Lösung der gestellten Aufgabe zu verwenden, reagiert der HP-67 darauf mit einer Fehlermeldung, die den Neustart des Programms erforderlich macht.

Da das Programm für die Folge der nacheinander gestellten Aufgaben einen Pseudo-Zufallszahlengenerator verwendet, tritt immer die gleiche Zahlenfolge auf, solange Sie nicht n_{\max} ändern oder einen indi-

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

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

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

Beispiel 1:

Ein Kind soll die Multiplikation mit den Zahlen 1 bis 8 üben.

Drücken Sie	Anzeige
8 <input type="checkbox"/> a	0.00
Größte Zahl soll 8 sein.	
8 <input type="checkbox"/> b	8.00
Grundrechenart wählen.	
8 <input type="checkbox"/> c	6.8
48 <input type="checkbox"/> E	1.4
4 <input type="checkbox"/> E	7.3
21 <input type="checkbox"/> E	8.8
64 <input type="checkbox"/> E	7.7
49 <input type="checkbox"/> E	7.4
28 <input type="checkbox"/> E	7.6
40 <input type="checkbox"/> E	7.6
45 <input type="checkbox"/> E	7.6
42 <input type="checkbox"/> E	4.2
8 <input type="checkbox"/> E	8.6
48 <input type="checkbox"/> E	8.8
64 <input type="checkbox"/> E	8.7
56 <input type="checkbox"/> E	8.6
48 <input type="checkbox"/> E	5.8
40 <input type="checkbox"/> E	6.7
40 <input type="checkbox"/> E	6.7
42 <input type="checkbox"/> E	5.8
40 <input type="checkbox"/> E	8.4
32 <input type="checkbox"/> E	4.6
24 <input type="checkbox"/> E	7.4
28 <input type="checkbox"/> E	4.4
16 <input type="checkbox"/> E	4.7
28 <input type="checkbox"/> E	18.0 (richtig)
	20.0 (insgesamt)
	90.0 (% richtig)

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

Beispiel 2:

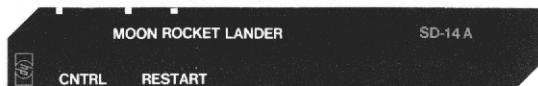
Jetzt soll die Division mit den Zahlen 1 bis 10 geübt werden.

Drücken Sie	Anzeige
10 <input type="checkbox"/> b	10.0
D	4.0
	30.06
5 <input type="checkbox"/> E	70.07
10 <input type="checkbox"/> 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 Bremstriebe und bei äußerst knapp bemessinem Treibstoffvorrat weich auf der Mondoberfläche landen soll. Sie stürzen mit einer ständig größer werdenden Fallgeschwindigkeit auf den felsigen Untergrund zu. Um den Abstieg verlangsamen zu können, haben Sie Ihr Fahrzeug gewendet, so daß der Raketenantrieb jetzt dem Mond zugewandt ist. Durch Angabe der Menge des zu verbrennenden Treibstoffs können Sie verschiedene starke Bremsschub-Stöße auslösen, die die Bewegungsenergie Schritt für Schritt abbauen. Die so erreichte und immer kleiner werdende Annäherungsgeschwindigkeit muß aber in einem bestimmten Verhältnis zu der Höhe über der Mondoberfläche stehen – wenn Sie nämlich zu früh zu stark abbremsen, geht Ihnen unter Umständen vor dem Aufsetzen der Treibstoff aus und Sie erleben noch einige «letzte Sekunden» im freien Fall. Sie müssen folglich versuchen, den Bremsschub so zu verteilen, daß die Sinkgeschwindigkeit gerade bei Erreichen der Mondoberfläche völlig abgebaut ist.

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

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

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

oder

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

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

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

Verwendete Formeln:

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

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

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

Anmerkungen:

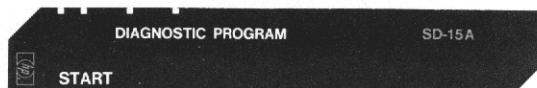
Für die einzelnen Bremsschub-Stöße dürfen nur ganzzahlige Brennstoffmengen verwendet werden.

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

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

Notizen

Diagnostik-Programm



Dieses Prüfprogramm wird dazu verwendet, die ordnungsgemäß 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, **[R4]**-Operation, Pause-Befehl oder Anzeige.

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

1. 07
10.000 06
1.0000 07

Dieses Ergebnis bestätigt, daß die Routinen für die Anzeigeformatisierung ordnungsgemäß funktionieren. Wenn der Rechner anhält, bevor diese Werte angezeigt werden, erscheint in der Anzeige eine Code-Zahl, zu der die nachstehende Tabelle einen oder mehrere mögliche Fehler angibt. Hält der Rechner z.B. mit der Anzeige 27 an, wurde der Fehler offensichtlich von der Tangens- oder Arkustangensfunktion verursacht.

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

Fehlerverursachende Funktionen, Befehle oder Register	Code
[STO] , [RCL] , R ₀ , GTO 0, [LBL] 0, [x=y] , [x#y]	0
[ISZ [0] , R ₁	1
R ₂	2
R ₃	3
R ₄	4
R ₅	5

Fehlerverursachende Funktion, Befehle oder Register	Code
R ₆	6
R ₇	7
R ₈	8
R ₉	9
R _{S0}	10
R _{S1}	11
R _{S2}	12
R _{S3}	13
R _{S4}	14
R _{S5}	15
R _{S6}	16
R _{S7}	17
R _{S8}	18
R _{S9}	19
R _A	20
R _B	21
R _C	22
R _D	23
R _E	24
RCL , RND , SIN , SIN⁻¹	25
COS , COS⁻¹	26
TAN , TAN⁻¹	27
R[↑] , →P	28
H[↑] , →H.MS	29
LOG , 10^x	30
LN , e^x	31
x² , 1/x	32
ENTER↑ , y^x , 1/y	33
+ , -	34
× , ÷	35
INT , FRAC	36
D[↑] , →R	37
%	38
x≤y	39
x>y	40
x=0	41
x≠0	42
x<0	43
x>0	44
Flag 0, gelöscht	45
Flag 1, gelöscht	46
Flag 2, gelöscht	47
Flag 3, gelöscht	48

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

Anmerkung:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

Notizen

Programm-Liste

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

Notizen

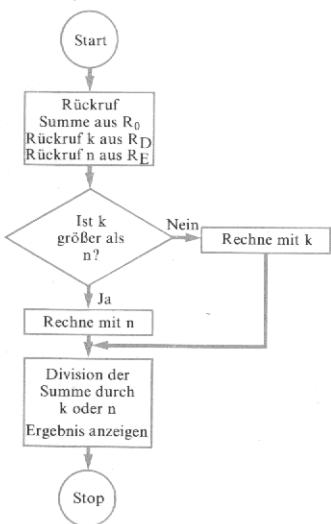
Vergleichsfunktionen

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

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

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

Das Flußdiagramm für das Unterprogramm D sieht folgendermaßen aus:



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

t: unbekannter Wert

z: Summe

y: k

x: n

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

Vor dem Vergleich:

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

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

Nach dem Vergleich und dem nächsten Schritt

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

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

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

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

Gleitender Durchschnitt

001 *LBL1	Löschen der Speicherregister	051 F.	Pause zur Anzeige von n
002 CLRG		052 FTR	
003 FT5	Sprung nach A, falls n < 1 oder n > 22	053 *LBL6	Berechnung des Durchschnitts
004 CLRS		054 RZ	
005 1	Speichere n in RD und (n + n/100) in R1	055 F01	Einstellen der Anzeige
006 X=Y		056 GT00	
007 GT01	Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe	057 FSE	Abspeichern der Daten
008 CLV		058 *LBL8	
009 - 2	k um 1 erhöht	059 RCL0	Einschalten des automatischen Druck/Anzeige-Modus
010 2		060 PCLO	
011 X=Y	k und Eingabewert anzeigen, falls Flag 0 gesetzt	061 F	Anzeigen der Werte in zeitlicher Reihenfolge
012 X=Y		062 *LBL8	
013 GT01	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere Eingabewert	063 RDTA	Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms
014 ST00		064 RTN	
015 1	Falls n ≤ k: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	065 *LBL0	Rücksetzen des Index für neue Schleife
016 1		066 SPC	
017 +	Falls I ≠ 0: Sprung nach 5 zur Anzeige	067 F00	Anzeige des Durchschnitts oder n
018 ST01		068 *LBL3	
019 INT	Speichere k	069 RCLD	
020 RTN		070 X=Y	
021 *LBL1	Falls I = 0: Rücksetzen des Index für neue Schleife	071 RTN	Rücksetzen des Index für neue Schleife
022 R↓		072 1	
023 *LBL4	Anzeige des Durchschnitts oder n	073 2	Anzeige des Durchschnitts oder n
024 PSE		074 +	
025 GT04	Anzeige des Durchschnitts oder n	075 0	
026 *LBL4		076 RTN	
027 F00	Anzeige des Durchschnitts oder n	077 *LBL6	Anzeige des Durchschnitts oder n
028 SPC		078 1	
029 RCLE	Anzeige des Durchschnitts oder n	079 0	
030 1		080 *LBL3	
031 +	Anzeige des Durchschnitts oder n	081 RCLD	Anzeige des Durchschnitts oder n
032 F00		082 X=Y	
033 PRTA	Anzeige des Durchschnitts oder n	083 CF0	
034 X=Y		084 RTN	
035 F00	Anzeige des Durchschnitts oder n	085 *LBL0	
036 PRTX		086 SPC	
037 RCLI	Anzeige des Durchschnitts oder n	087 F	
038 ST-0		088 *LBL3	
039 X=Y	Anzeige des Durchschnitts oder n	089 RCLD	
040 ST01		090 X=Y	
041 ST+0	Anzeige des Durchschnitts oder n	091 RTN	
042 R↓		092 1	
043 X=Y	Anzeige des Durchschnitts oder n	093 2	
044 ST0E		094 +	
045 RCLD	Anzeige des Durchschnitts oder n	095 RCLI	
046 X≤Y?		096 X=Y	
047 GSBE	Anzeige des Durchschnitts oder n	097 FRC	
048 DSZ1		098 ST01	
049 GT05	Anzeige des Durchschnitts oder n	099 ISZ1	
050 RCLI		100 RCLI	
051 1	Anzeige des Durchschnitts oder n	101 PRTA	
052 0		102 F	
053 1	Anzeige des Durchschnitts oder n	103 1	
054 X		104 +	
055 ST01	Anzeige des Durchschnitts oder n	105 GT03	
056 *LBL5		106 *LBL0	

REGISTER

0 Σ 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 n	E k	F	G	H	I Kontrolle	

117	÷	124
114	RTN	124
115	R/S	124

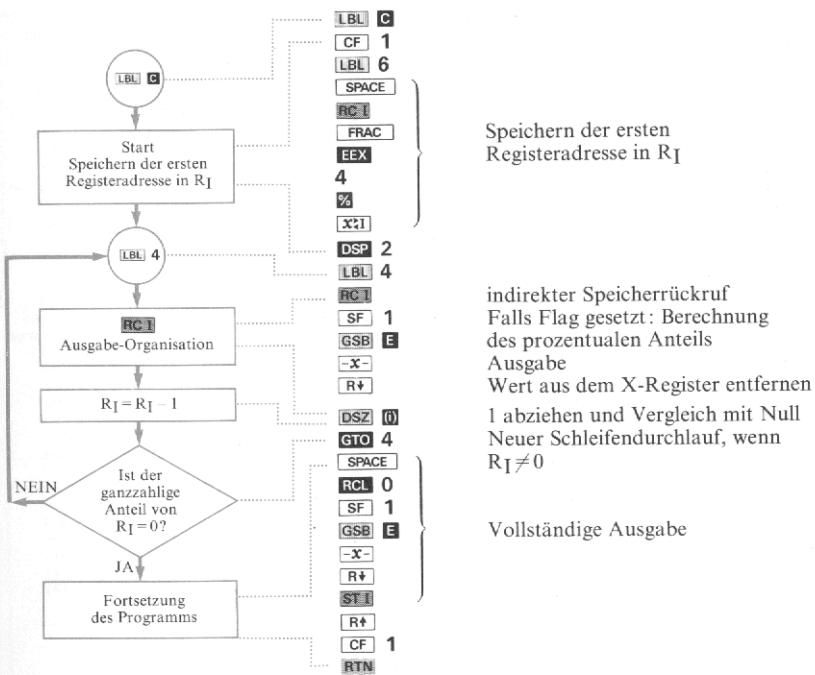
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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 **RC1** 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 **RC1**. Dieser Zusammenhang macht es möglich, mit einem einzigen **RC1**-Befehl alle 16 Speicherregister zurückzurufen.

Der **DSZ I**-Befehl dient dazu, den Vorteil des **RC1**-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 **RC1**. Hier sollen die Werte der Zeilensummen nacheinander aus den Speichern zurückgerufen und ausgegeben werden.

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



Tabulator

001	*LBL0								
002	CF2								
003	CRG								
004	FIS								
005	CLRG								
006	INT								
007	1								
008	X>Y?								
009	GT02								
010	CLX								
011	2								
012	4								
013	X>I								
014	X<Y?								
015	GT08								
016	GT07								
017	*LBL0								
018	1								
019	%								
020	+								
021	STOI								
022	R								
023	ENT†								
024	ENT†								
025	ENT†								
026	RTN								
027	*LBLA								
028	F2?								
029	GSB1								
030	ST+i								
031	ST+0								
032	X>Y								
033	R†								
034	+								
035	LSTX								
036	F0?								
037	PRTX								
038	DSZ1								
039	RTN								
040	F0?								
041	SPC								
042	SF2								
043	RCLI								
044	EEX								
045	4								
046	%								
047	+								
048	STOI								
049	CLX								
050	ENT†								
051	R†								
052	F0?								
053	PRTX								
054	F0?								
055	SPC								
056	RTN								

REGISTER

0	GT	1	belegt	2	belegt	3	belegt	4	belegt	5	belegt	6	belegt	7	belegt	8	belegt	9	belegt
S0	S1	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	Index		

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
Val	Del	→Tot	→% Tot	Val→% Tot	0	1	DEG	FIX	DISP
^a # Zeilennr.	^b P?	c	d	e	0	1	ON OFF	SCI	98
⁰ belegt	¹ belegt	² Fehler	³	⁴ Tot	² belegt	³	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
5	^b % Tot	⁷ Fehler	⁸	⁹	³	⁴	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
							2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
							3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input 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 Rückrufbefehle. Die übrigen 10 Sekundärspeicherregister können nicht direkt adressiert werden. Der Speicherinhalt dieser Sekundärregister kann jedoch jederzeit mit dem Inhalt der Primärspeicherregister R_0 bis R_9 vertauscht werden. Hierfür wird die Taste **PS** benutzt. Nach der Ausführung des Befehls **PS** steht der Inhalt des Registers R_{S0} in Register R_0 , während der Registerinhalt von R_0 nun in R_{S0} steht; Die Speicherinhalte von R_{S1} – R_{S9} vertauschen in gleicher Weise ihre Plätze mit den Speicherinhalten von R_1 – R_9 . Die nachstehende Skizze soll den Vorgang bei der Ausführung des Befehls **PS** noch einmal verdeutlichen.

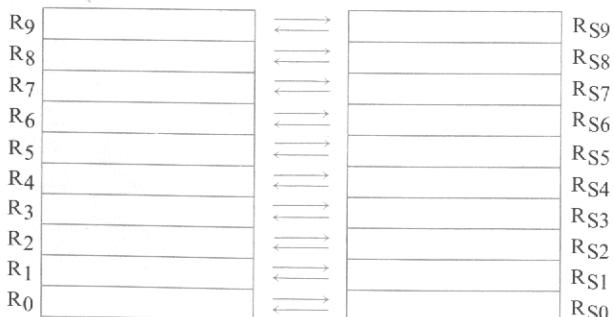
PS

Primärspeicherregister

I

RE	
RD	
RC	
RB	
RA	

Sekundärspeicherregister



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

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

Vor Beginn der Summation müssen die Register RS4 bis RS9 gelöscht werden. Die Anweisung zum Löschen der Register bewirkt aber nur das Löschen der Primärspeicherregister, so daß die Primär- und Sekundärspeicherregister zunächst vertauscht werden müssen; dies geschieht mit dem Befehl **PS**. Die entsprechenden Programmschritte im Programm «Kurvenanpassung» sind:

PS Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

CL REG Löschen der Primärspeicherregister

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

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

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

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

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

Kurvenanpassung

001 *LBL _a		Flag für Pause-Modus umschalten.	057 X _Y		Löschen des Pause-Flags
002 0			058 PRTX		
003 F2 ²			059 X _Z ²		
004 RTN			060 PRTX		
005 1			061 SF2		
006 SF2			062 RTN		
007 RTN			063 *LBL _E		Setzen des Flags für Σ
008 *LBL _b			064 SF3		
009 CF0		Löschen der Register und Flags für lineare Regression	065 F2 ²		ggf. Löschanzeige drücken
010 CF1			066 GSB3		Eingaben löschen
011 P _{ZS}			067 GT08		Austausch Primär- und Sekundärregister
012 CLR _E			068 *LBL _C		
013 P _{ZS}			069 P _{ZS}		
014 1			070 SPC		
015 RTN			071 RCL8		Berechnung von b
016 *LBL _c		LBL b aufrufen, Flag setzen für Exponentialfunktion	072 RCL4		
017 GSB _b			073 RCL6		
018 SF1			074 x		
019 RTN			075 RCL9		
020 *LBL _d		LBL b aufrufen, Flag setzen für Logarithmusfunktion	076 ÷		
021 GSB _b			077 -		
022 SF0			078 ENT [†]		
023 RTN			079 ENT [†]		
024 *LBL _E		LBL d aufrufen, Flag setzen für Potenzfunktion	080 RCL4		
025 GSB _d			081 X ²		
026 SF1			082 RCL9		
027 RTN			083 z		
028 *LBL _A		Flag für Σ löschen	084 RCL5		
029 CF3			085 X _Z ²		
030 *LBL _B			086 -		
031 F2 ²		Falls Flag 2, Anzeige	087 ÷		
032 GSB9			088 ST08		
033 ST0D			089 x		
034 F1?			090 RCL6		Berechnung von r^2
035 LN		Falls Flag 1, ln y	091 X ²		
036 X _Z ²			092 RCL9		
037 ST0C		Falls Flag 0, ln x	093 z		
038 F0?			094 CHS		
039 LN			095 RCL7		
040 F3?		Falls Flag 3, Σ -	096 +		
041 GT08			097 ÷		
042 Ì [†]		Berechnung der Summen	098 PRTX		
043 *LBL ₇		Berechnung von $i + 1$	099 RCL6		
044 ENT [†]			100 RCL4		Berechnung von a
045 1			101 RCLB		
046 +			102 x		
047 RCLC		Eingaben im Stackregister umordnen	103 -		
048 X _Z ²		für evtl. Löschen	104 RCL9		
049 RCLD			105 ÷		
050 X _Z ²			106 F1?		
051 RTN			107 e ^x		
052 *LBL _B		Subtraktion von den Summen	108 ST08		Ausgabe von a und b
053 Ì-			109 PRTX		
054 GT07			110 RCLB		Austausch der Primär- und Sekundärregister
055 *LBL ₉		Anzeige der Eingaben	111 PRTX		
056 SPC			112 P _{ZS}		

REGISTER

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

113	RTN		169	÷								
114	#LBL1	Umordnen der	170	F ⁰								
115	STOE	Koeffizienten in den	171	GT01								
116	RCL _A	Stackregistern zur	172	LN								
117	RCLB	Berechnung von	173									
118	RCLE	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	174	F ²								
119	F1?	Falls Flag 1, Berechnung	175	GT09								
120	GT01	mit der Potenz- oder	176	RTN								
121	F ⁰	Exponentialfunktion	177	#LBL1								
122	LN	Logarithmus?	178	X ^Y								
123	X		179	Y ^X								
124	+	Berechnung mit linearer	180	F ²								
125	F ²	od. Logarithmusfunktion	181	GT09								
126	GT09		182	RTN								
127	RTN	Pause für Anzeige?	183	R/S								
128	#LBL1	Stop										
129	F ⁰	Falls Flag 0, Kurvenan-										
130	GT02	passung f. Potenzfunktion										
131	X											
132	e ^X	Berechnung mit										
133	X	Exponentialfunktion										
134	F ²											
135	GT09	Pause für Anzeige?										
136	RTN	Stop										
137	#LBL2	Berechnung mit										
138	X ^Y	Potenzfunktion										
139	Y ^X											
140	X											
141	F ²											
142	GT09	Pause für Anzeige?										
143	RTN	Stop										
144	#LBL3	Hinweis «-1» anzeigen										
145	SPC											
146	1											
147	CHS											
148	PRTX											
149	SF2											
150	R4											
151	RTN											
152	#LBL0	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	RCLE											
158	X ^Y	Potenz- oder										
159	F1?	Exponentialfunktion?										
160	GT01											
161	-	Berechnung mit linearer										
162	X	od. Logarithmusfunktion										
163	F ⁰											
164	e ^X	Logarithmisch										
165	F ²											
166	GT09	Pause für Anzeige?										
167	RTN	Stop										
168	#LBL1											
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	^G Exp	^H Potenz?	^I ON OFF	^J DEG	^K FIX	^L SCI	^M ENG
^A P?	^B LIN?	^C EXP?	^D LOG?	^E Potenz?	^F Potenz?	^G Log	^H Exp	^I OFF	^J RAD	^K RAD	^L RAD	^M RAD
^A Σ-	^B belegt	^C Potenz	^D 3	^E 4	^F 2	^G 3	^H 2	^I ON	^J RAD	^K RAD	^L RAD	^M RAD
^A 5	^B 6	^C Anzeige	^D 7	^E 8	^F 9	^G 3	^H Σ	^I OFF	^J RAD	^K RAD	^L RAD	^M RAD

Mehrfaches Belegen von Speicherregistern

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

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

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

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

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

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

Kalenderrechnungen

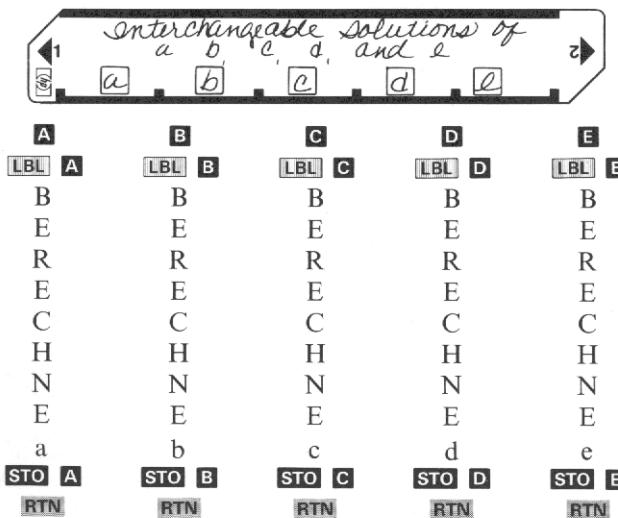
001	*LBLA				057	X7			
002	RCL4	ΔTage berechnen			058	RCL6			
003	RCLC	und 3 als			059	1			
004	-	Steuercode anzeigen			060	INT			
005	3				061	-			
006	GT00				062	ST08			
007	*LBLB				063	RCL7			
008	RCL3	ΔTage berechnen			064	1			
009	RCLC	und 4 als Steuercode			065	RCL8			
010	+	anzeigen			066	2			
011	4				067	-			
012	*LBLB				068	-			
013	ST01	Steuercode speichern			069	RCL7			
014	R4				070	1			
015	3	Konstanten			071	4			
016	6	speichern			072	÷			
017	5				073	GSB2			
018	.				074	RCL9			
019	2				075	EEX			
020	5				076	6			
021	ST05				077	÷			
022	3				078	+			
023	6				079	DSP6			
024	.				080	RTN			
025	6				081	*LBL1			
026	8				082	R4			
027	0				083	ENT†			
028	1				084	INT			
029	ST06				085	ST07			
030	R4	ΔTage anzeigen			086	-			
031	R4				087	EE%			
032	F3?	Falls Dateneingabe,			088	2			
033	GT01	GTO 1			089	×			
034	ST01	ΔTage entsprechend			090	ENT†			
035	1	dem Steuercode			091	INT			
036	2	speichern			092	ST08			
037	2	y' berechnen			093	-			
038	.				094	EE%			
039	1				095	4			
040	-				096	×			
041	RCL5				097	ST05			
042	÷				098	RCL7			
043	INT				099	1			
044	ST05	m' berechnen			100	+			
045	RCL5				101	ENT†			
046	×				102	1/X			
047	INT				103	÷			
048	RCL1				104	7			
049	-				105	+			
050	CHS				106	CHS			
051	ST04				107	GSB2			
052	RCL6				108	RCL6			
053	÷				109	×			
054	INT				110	INT			
055	ST07	Tag im Monat			111	RCL9			
056	RCL4	berechnen			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			I	Kontrolle

113	x				169	X ²		
114	INT				170	FRC		
115	*				171	1		
116	RCL8				172	0		
117	+				173	x		
118	STO1				174	+		
119	1				175	STOC		
120	?				176	RTN		
121	2				177	*LBL1		
122	0				178	SF3		
123	9				179	RCL5		
124	8				180	5		
125	2				181	GSB8		
126	+				182	RCL1		
127	DSP0				183	5		
128	RTN				184	+		
129	*LBL2				185	GSB3		
130	INT				186	LSTX		
131	ST+9				187	1		
132	1				188	0		
133	2				189	x		
134	x				190	RTN		
135	-				191	R/S		
136	RTN							
137	*LBLC							
138	DSP0							
139	STOC							
140	F3?							
141	RTN							
142	RCL4							
143	RCL3							
144	-							
145	STOC							
146	RTN							
147	*LBL0							
148	F3?							
149	GTO4							
150	GSBC							
151	DSP1							
152	*LBL3							
153	?							
154	÷							
155	INT							
156	LSTX							
157	FRC							
158	.							
159	?							
160	x							
161	+							
162	RTN							
163	*LBL4							
164	DSP0							
165	ENT↑							
166	INT							
167	?							
168	x							
LABELS								
^A ↔DT ₁	^B ↔DT ₂	^C ↔ΔDays	^D ↔ΔW. Days	^E DT→DOW	0	FLAGS	SET STATUS	
a	b	c	d	e	1	FLAGS	TRIG	DISP
⁰ Calc	DT→days	² m-12	³ mod 7	⁴ Δwk→Δday	²	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
5	6	7	8	9	³ Input	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	n <input checked="" type="checkbox"/>	

Berechnungen verschiedener Variablen

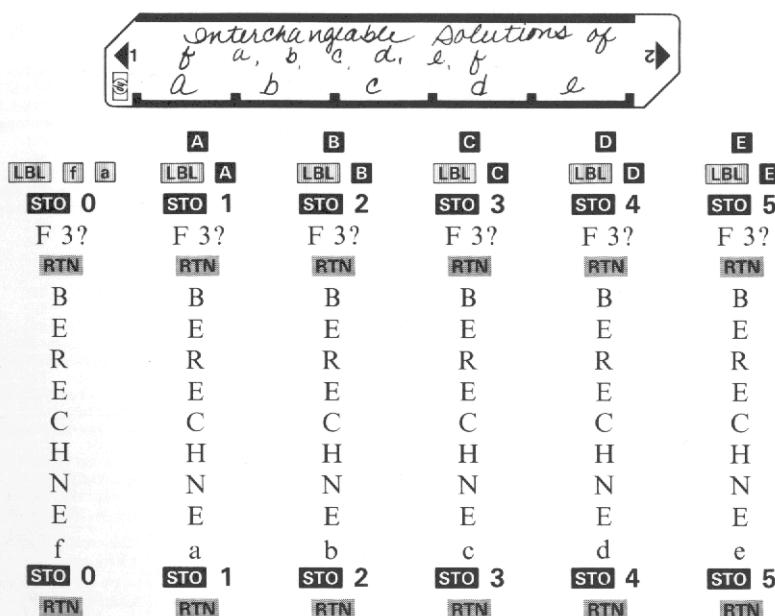
In Programmen wie «*Renten- und Zinseszinsrechnungen*» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders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

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



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

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



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

Renten- und Zinseszinsrechnung

001	*LBLA	Speichern einer Null	057	ST05	-	abs.pv von $i + 1$ in R_5
002	0	für n	058	ST07	-	$i + 1$ in R_7 abspeichern
003	ST0A	Unterprogramm-	059	RCL <i>A</i>	($i + 1$) $^{-n}$ berechnen	berechnung
004	GSB8	berechnung	060	CHS	und in R_8 abspeichern	
005	RCLE		061	Y ⁰		
006	LSTX		062	ST08	FV($i + 1$) $^{-n}$	
007	-	n berechnen und	063	RCLE	$[1 - (i + 1)^{-n}]$	
008	RCLD	in R_A abspeichern	064	x	berechnen und in R_4	
009	LSTX		065	1	abspeichern	
010	-		066	RCL <i>B</i>	Berechnung von	
011	\div		067	-	$\pm (PMT/i)$	
012	LN		068	ST04	(- gilt, falls Modus	
013	RCL <i>C</i>		069	RCL <i>C</i>	vorschüssige	
014	LN		070	RCL <i>D</i>	Annuitäten)	
015	\div		071	\div	abspeichern in R_5	
016	ST0A	I für PMT abspeichern	072	F10		
017	RTN		073	CHS	Berechnung von	
018	*LBLC		074	ST03	$+ PMT$	
019	1		075	RCL <i>C</i>	i	
020	ST0C	Unterprogramm-	076	x	$[1 - (1 + i)^{-n}]$	
021	GSB8	berechnung	077	x		
022	1 \div		078	RTN		
023	RCLD	PMT berechnen und	079	*LBL <i>A</i>	Beginn mit Löschen	
024	R \uparrow	in R_C abspeichern	080	CLX	der Register für PMT,	
025	-		081	ST0C	PV, FV (BAL) und des	
026	x		082	ST0D	Flags für vorschüssige	
027	ST0C		083	ST0E	Annuitäten	
028	RTN		084	CF0		
029	*LBLD	I für PV abspeichern	085	RTN		
030	1		086	*LBL <i>B</i>	Flag für vorschüssige	
031	ST0D	Unterprogr.-berechnung	087	FB?	Annuitäten umschalten	
032	GSB8		088	GT03		
033	$+$	PV berechnen und in	089	1		
034	ST0D	R_D abspeichern	090	SF0		
035	RTN		091	RTN		
036	*LBLE	Unterprogramm-	092	*LBL <i>I</i>		
037	GSB8	berechnung	093	0		
038	RCLD	FV oder BAL	094	CF0		
039	X \div Y	berechnen	095	RTN		
040	-	und in R_E abspeichern	096	*LBL <i>B</i>	R_B für Summe der	
041	RCL <i>B</i>		097	0	Zinsperioden löschen	
042	\div		098	ST0B		
043	ST0E		099	2	Adresse von R_B in I	
044	RTN		100	1	abspeichern für	
045	*LBL <i>B</i>		101	ST01	indirekte Adressierung	
046	CF1	FV-Flag löschen	102	RCLE		
047	RCLD		103	RCL <i>A</i>	FV, n und PMT in Stack	
048	X \div ?	Falls PV = 0, Setzen	104	RCL <i>C</i>	zurückrufen	
049	SF1	des FV-Flags	105	X \div ?	Ist PMT = 0, Sprung zur	
050	1		106	GT08	Berechn. von n, i, PV, FV	
051	ST05	Modus für vorschüssige	107	x	Schätzwert von nPMT	
052	RCL <i>B</i>	Annuitäten abschalten	108	+	+ BAL	
053	\div	($r_5 = 1$)	109	RCL <i>D</i>	Ist PV = 0, Sprung zum	
054	ST09	i als Dezimalzahl in R_9	110	X \div ?	Schätzwert für FV	
055	+	abspeichern	111	GT03		
056	FB?	i + 1 berechnen	112	-	Schätzwert von PV für i	
Falls AD-Flag gesetzt,						
REGISTER						
0	1	2	3	$\pm PMT/i$	4	$[1 - (1 + i)^{-n}]$
					5	$1 \text{ or } 1 + i$
S0	S1	S2	S3	S4	S5	$n(1 + i)^{-n-1}$
A	n	B	i	C	PMT	D
						PV
						E
						FV (BAL)
						G
						21

LABELS						FLAGS		SET STATUS		
^a n	^b i	^c PMT	^d PV	^e FV(BAL)	^f AD	FLAGS	TRIG	DISP		
^a Start	^b AD	^c 0	^d 0	^e 0	^f PV = 0	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/> FIX <input checked="" type="checkbox"/>			
^a berechnen	^b AD	^c 2	^d FV Schätz	^e Schätzwert	^f 2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/>			
^a i \rightarrow %	^b Schleife	^c ?	^d FV, PV-i	^e ?	^f 3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/>	^f 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 g** 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_1 abgespeichert, wenn mit dem Programm zum ersten Mal eine Aufgabe gerechnet wird. (In der Folge ruft der Rechner die Code-Zahlen von dort ab und führt den zugehörigen Rechenschritt aus.)

Die Anweisung **GTO (0)** in Zeile 83 bestimmt die als nächstes auszuführende Operation. Die Befehle **RCL (i)** und **[x]y** 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 *LBLA	Löschen der Register und Setzen des Index auf 24, um die Folge der Rechenoperationen zu beginnen			057 ST01	speichern und Wert der Konstante zurückrufen		
002 CLR6				058 CLX			
003 F2S				059 RCLE			
004 CLR6				060 *LBLB			
005 2				061 DSZ1	R1 ≠ 0: speichern		
006 4				062 GT01	Sprung zur Fehlermeldung.		
007 ST01				063 GT09	Code speichern und ursprüngliche Anzeige wieder herstellen		
008 CLX				064 *LBL1	24 in R1 speichern, um Zähler auf Null zu setzen und Löschen von R0, zum automatischen Rücksetzen am Ende der Programmfolge		
009 RTN				065 ST01	Anzeigewert speichern, Code aufrufen und zu entsprechender Marke springen		
010 *LBLa	Addition ausführen und 1 als Code anzeigen			066 CLX	24 nach R1, Ausgabe nach Anzeige		
011 +				067 RCLE			
012 1				068 RTN			
013 GT06	Subtraktion ausführen und 2 als Code anzeigen			069 *LBLD			
014 *LBLb				070 CLX	Addition ausführen und zur Marke E springen für die nächste Anweisung		
015 -				071 2			
016 2				072 4	Subtraktion ausführen		
017 GT08				073 ST01			
018 *LBLc	Multiplikation ausführen und 3 als Code anzeigen			074 CLX			
019 ×				075 ST08	Multiplikation ausführen		
020 3				076 RTN			
021 GT08				077 *LBLE	Division ausführen		
022 *LBLa				078 ST0E			
023 ÷	Division ausführen und 4 als Code anzeigen			079 R↓			
024 4				080 DSZ1			
025 *LBLb				081 RCL1			
026 DSZ1	i um 1 verringern			082 X2I			
027 GT01	Speichern GTO-Befehl			083 GT01			
028 GT09	Sprung zur Fehlermeldung.			084 *LBL0			
029 *LBL1				085 CLX			
030 ST01	Operationscode speichern u. Ergebnis anz.			086 2			
031 R↓				087 4			
032 RTN				088 ST01			
033 *LBLE				089 CLX			
034 %	% -Funktion ausführen, Wert des Anzeigeregisters speichern und 5 als Code anzeigen			090 RCLE			
035 ST0E				091 RTN			
036 CLX				092 *LBL1			
037 5				093 X2I			
038 GT08	Anzeigewert speichern und 6 als Code für Ein-/Ausgabestop anzeigen			094 CLX			
039 *LBLB				095 RCLE			
040 ST0E				096 +			
041 CLX				097 GT0E			
042 6				098 *LBL2			
043 GT08				099 X2I			
044 *LBLC	Anzeigewert speichern und 7 als Code für Konstante anzeigen			100 CLX			
045 ST0E				101 RCLE			
046 CLX				102 -			
047 7				103 GT0E			
048 DSZ1	Code speichern, wenn R1 ≠ 0			104 *LBL3			
049 GT01				105 X2I			
050 *LBL9	«24» blinkend anzeigen, wenn zu vielen Operationen eingegeben werden			106 CLX			
051 CLX				107 RCLE			
052 2				108 X			
053 4				109 GT0E			
054 PSE				110 *LBL4			
055 GT09				111 X2I			
056 *LBL1	Code für Konstante			112 CLX			

REGISTER

0	1 belegt	2 belegt	3 belegt	4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt	8 belegt	9 belegt
S0	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

Schrittzähler

113	RCL E							
114	\div							
115	GTO E							
116	*LBL5							
117	X ² I							
118	CLX							
119	RCL E							
120	$\%$							
121	GTO E							
122	*LBL6							
123	X ² I							
124	CLX							
125	RCL E							
126	RTN							
127	*LBL7							
128	X ² I							
129	CLX							
130	RCL E							
131	DSZ1 16							
132	RCL i							
133	GTO E							
134	R/S							

LABELS						FLAGS	SET STATUS	
A	B	C	D	E	F	FLAGS	TRIG	DISP
Start	Var	Const	End	Follow	0	ON OFF	DEG	FIX
^a +	^b -	^c x	^d :	^e %	^f 1	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0 belegt	1 +	2 -	3 x	4 :	2	1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^g %	^h var	ⁱ const	^j	^k Fehler	^l 3	2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n 2

Variable Eingabe

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

S₁ ▲ S₂ ▲ S₃

Die Daten stehen jetzt wie folgt im Stack:

T: unbekannter Wert

Z: S_1

Y: S_2

X: S_3

Im angezeigten X-Register steht der Wert S_3 .

Für den korrekten Programmablauf muß jetzt S_1 nach R₉, S_2 nach R_B und S_3 nach R_D gespeichert werden. Da S_3 im X-Register steht, kann es mittels **STO D** auf einfache Weise nach R_D gespeichert werden. Jetzt muß der Wert S_2 in das X-Register verschoben werden, damit auch er über den entsprechenden **STO**-Befehl in das gewünschte Register kopiert werden kann. Dazu wird der **R_Y**-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_Y STO B**, die den Wert S_2 nach R_B speichert, stehen die Daten wie folgt im Stack:

T: S_2

Z: unbekannter Wert

Y: S_1

X: S_2

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

T: S_2

Z: S_3

Y: unbekannter Wert

X: S_1

Die vollständige Tastenfolge zum Abspeichern der Daten lautet demnach:

LBL A

STO D (S₃ speichern)

R↓

STO B (S₂ speichern)

R↓

STO 9 (S₁ speichern)

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

Dreiecksberechnungen

<pre> 001 *LBLA 002 ST0C 003 R↓ 004 ST0B 005 R↓ 006 ST09 007 R↓ 008 R↓ 009 + 010 + 011 2 012 + 013 ST07 014 X² 015 LSTX 016 RCLB 017 X 018 - 019 RCL9 020 RCLD 021 X 022 + 023 R↓ 024 COS⁻¹ 025 2 026 X 027 ST05 028 SIN 029 RCL9 030 X 031 ST08 032 RCL7 033 X² 034 LSTX 035 RCL9 036 X 037 - 038 RCLB 039 + 040 RCLD 041 + 042 R↓ 043 COS⁻¹ 044 Z 045 X 046 ST0C 047 RCLE 048 GSB0 049 ST0A 050 GT01 051 *LBLB 052 ST0A 053 R↓ 054 ST09 055 R↓ 056 ST0E </pre>		<p>Länge der Seiten speichern</p> $P = (S_1 + S_2 + S_3)/2$ $A_3 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_2)}{S_1 S_3}}$ $h = S_1 \sin A_3$ $A_2 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_1)}{S_2 S_3}}$ <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>GSB-Ausgabe</p>	<p>057 RCLA</p> <p>058 GSB0</p> <p>059 ST0C</p> <p>060 RCLE</p> <p>061 RCL9</p> <p>062 +R</p> <p>063 XZY</p> <p>064 ST0B</p> <p>065 RCLC</p> <p>066 1</p> <p>067 +R</p> <p>068 R↓</p> <p>069 +</p> <p>070 ST0B</p> <p>071 R*</p> <p>072 x</p> <p>073 +</p> <p>074 ST0D</p> <p>075 GT01</p> <p>076 *LBLC</p> <p>077 ST0C</p> <p>078 R↓</p> <p>079 ST0H</p> <p>080 R↓</p> <p>081 ST09</p> <p>082 RCLC</p> <p>083 RCLA</p> <p>084 GSB0</p> <p>085 RCL9</p> <p>086 RCLA</p> <p>087 ST0B</p> <p>088 *LBLD</p> <p>089 ST0B</p> <p>090 R↓</p> <p>091 ST0A</p> <p>092 R↓</p> <p>093 ST09</p> <p>094 RCLA</p> <p>095 RCLB</p> <p>096 +R</p> <p>097 RCL9</p> <p>098 -</p> <p>099 +P</p> <p>100 ST00</p> <p>101 RCL9</p> <p>102 RCLB</p> <p>103 RCLD</p> <p>104 GT0A</p> <p>105 *LBLA</p> <p>106 ST0C</p> <p>107 R↓</p> <p>108 ST0B</p> <p>109 R↓</p> <p>110 ST09</p> <p>111 RCLC</p> <p>112 SIN</p>	<p>GSB-Routine f. 3. Winkel</p> <p>$Y = S_1 \sin A_3$</p> <p>$X = S_1 \cos A_3$</p> <p>$h = X$</p> <p>$Y = \sin A_2$</p> <p>$X = \cos A_2$</p> <p>$S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$</p> <p>$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$</p> <p>GTO Anzeige</p> <p>S_1, A_1 und A_2 speichern</p> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>Stack für S_1, A_1-Lösung besetzen</p> <p>S_2, A_1, S_1 speichern</p> <p>$S_2^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 S_2 \cos A_1$</p> <p>$S_1, S_2$ und S_3 zurückrufen, GTO A</p> <p>A_2, S_2, S_1 speichern</p>					
<p>057 RCLA</p> <p>058 GSB0</p> <p>059 ST0C</p> <p>060 RCLE</p> <p>061 RCL9</p> <p>062 +R</p> <p>063 XZY</p> <p>064 ST0B</p> <p>065 RCLC</p> <p>066 1</p> <p>067 +R</p> <p>068 R↓</p> <p>069 +</p> <p>070 ST0B</p> <p>071 R*</p> <p>072 x</p> <p>073 +</p> <p>074 ST0D</p> <p>075 GT01</p> <p>076 *LBLC</p> <p>077 ST0C</p> <p>078 R↓</p> <p>079 ST0H</p> <p>080 R↓</p> <p>081 ST09</p> <p>082 RCLC</p> <p>083 RCLA</p> <p>084 GSB0</p> <p>085 RCL9</p> <p>086 RCLA</p> <p>087 ST0B</p> <p>088 *LBLD</p> <p>089 ST0B</p> <p>090 R↓</p> <p>091 ST0A</p> <p>092 R↓</p> <p>093 ST09</p> <p>094 RCLA</p> <p>095 RCLB</p> <p>096 +R</p> <p>097 RCL9</p> <p>098 -</p> <p>099 +P</p> <p>100 ST00</p> <p>101 RCL9</p> <p>102 RCLB</p> <p>103 RCLD</p> <p>104 GT0A</p> <p>105 *LBLA</p> <p>106 ST0C</p> <p>107 R↓</p> <p>108 ST0B</p> <p>109 R↓</p> <p>110 ST09</p> <p>111 RCLC</p> <p>112 SIN</p>		<p>GSB-Routine f. 3. Winkel</p> <p>$Y = S_1 \sin A_3$</p> <p>$X = S_1 \cos A_3$</p> <p>$h = X$</p> <p>$Y = \sin A_2$</p> <p>$X = \cos A_2$</p> <p>$S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$</p> <p>$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$</p> <p>GTO Anzeige</p> <p>S_1, A_1 und A_2 speichern</p> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>Stack für S_1, A_1-Lösung besetzen</p> <p>S_2, A_1, S_1 speichern</p> <p>$S_2^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 S_2 \cos A_1$</p> <p>$S_1, S_2$ und S_3 zurückrufen, GTO A</p> <p>A_2, S_2, S_1 speichern</p>							
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A A1	B S2	C A2	D S3	E A3	F				

113	RCLB						169	2	
114	x						170	4	
115	RCL9						171	PRTX	
116	÷						172	RTN	
117	SIN ⁻¹						173	*LBL9	
118	STOE						174	R4	
119	RCLC						175	R1	
120	GSB8						176	RTN	
121	STO4						177	R/S	
122	RCL8								
123	RCL9								
124	RCLA								
125	GSB8								
126	RCL9								
127	RCLB								
128	X ² Y ⁰								
129	GT09								
130	RCL8								
131	COS								
132	CHS								
133	COS ⁻¹								
134	STOE								
135	RCLC								
136	GSB8								
137	STOA								
138	RCL8								
139	RCL9								
140	RCLA								
141	GT08								
142	*LBL8								
143	+								
144	COS								
145	CHS								
146	COS ⁻¹								
147	RTN								
148	*LBL1								
149	SPC								
150	SPC								
151	RCL9								
152	PRTX								
153	RCLA								
154	PRTX								
155	SPC								
156	RCLB								
157	PRTX								
158	RCLC								
159	PRTX								
160	SPC								
161	RCLD								
162	PRTX								
163	RCL8								
164	PRTX								
165	SPC								
166	RCL8								
167	RCLD								
168	x								
LABELS						FLAGS	SET STATUS		
^A S ₁ , S ₂ , S ₃	^B A ₃ , S ₁ , A ₁	^C S ₁ , A ₁ , A ₂	^D S ₁ , A ₁ , S ₂	^E S ₁ , S ₂ , A ₂	0		^{FLAGS}	^{TRIG}	^{DISP}
a	b	c	d	e	1		ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0	3. Winkel	1 Druck	2	3	4		0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5	6	7	8	9	0		1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
					3		2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

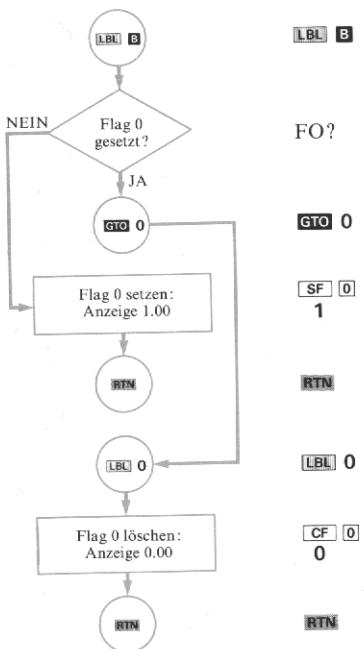
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

Im Programm *Vektor-Operationen* können die Eingabewerte auf Wunsch nacheinander angezeigt werden. Dieser Anzeige-Pause-Modus wird beim Einlesen des Programms automatisch abgeschaltet. Der Benutzer kann nun durch wiederholtes Drücken von **f b** den Pause-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 Pause-Modus eingeschaltet ist und 0.00, daß die Eingabedaten nicht angezeigt werden.

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

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

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020

**LBL B**

FO?

GTO 0**SF 0****1****RTN****LBL 0****CF 0****0****RTN**

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

Vektor-Operationen

001	*LBL0	2- oder 3dimensionale Vektorrechnung auswählen	057	SIN-	überspringen Vektorcode nach T
002	F1?		058	*LBL0	
003	GTO0		059	R↓	
004	SF1		060	CLX	
005	3		061	RCL1	
006	RTN		062	R↑	
007	*LBL0		063	F0?	
008	2		064	PRST	
009	CF1		065	XZ?	
010	RTN		066	1	
011	*LBLb	Pause-Modus wählen	067	+R	Eingabewert anzeigen? Umwandlung S→C
012	F0?		068	R↑	
013	GTO0		069	R↑	
014	SF0		070	+R	
015	1		071	XZY	
016	RTN		072	R↑	
017	*LBL0		073	XZY	
018	CF0		074	z	
019	0		075	LSTX	
020	RTN		076	R↑	
021	*LBLD	Betrag speichern und Code 1 eingeben	077	z	C→S beginnen Falls 2D-Modus, dann 0 nach Z
022	ST07		078	GTO2	
023	1		079	*LBL0	
024	GTO0		080	R↑	
025	*LBL0		081	R↑	
026	ST08		082	F1?	
027	2		083	GTO0	
028	*LBL0		084	CLX	
029	SF2		085	*LBL0	
030	GSB5		086	R↓	
031	GTO1	Betrag speichern und Code 2 eingegeben	087	CLX	0 nach T
032	*LBL1		088	R↑	
033	ST09		089	F0?	
034	R↓		090	PRST	
035	ST0A		091	*LBL6	
036	R↓		092	+P	
037	ST0B		093	XZY	
038	1		094	X(B?)	
039	RTN		095	GSB3	
040	*LBL2		096	R↑	
041	ST0C	1. Vektor speichern	097	XZY	Eingabewert anzeigen? Umwandlung C→S
042	R↓		098	F1?	
043	ST0D		099	GTO0	
044	R↓		100	CLX	
045	ST0E		101	*LBL0	
046	2		102	+P	
047	RTN		103	R↑	
048	*LBLd		104	XZY	
049	0		105	*LBL2	
050	*LBL5		106	R↑	
051	ST0I	2. Vektor speichern	107	CLX	0 nach T
052	R↑		108	R↑	
053	F1?		109	F2?	
054	GTO0		110	RTN	
055	CLX		111	F0?	
056	1		112	PRST	
REGISTER					
0	1	2	3	4	5
S0	S1	S2	S3	S4	S5
A	Y1	B	Z1	C	X2
D				y2	
E					Z2
I					code

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

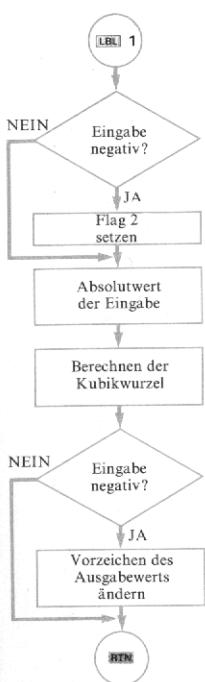
Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

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

Mit Marke 1 ist die Routine zur Berechnung der Kubikwurzel einer Zahl bezeichnet. Dieser Rechenschritt würde keine Probleme aufwerfen, wenn die Funktion y^x auch für negative y und nicht ganzzählige 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

LBL 1

X<0?

SF 2

ABS

3
1/x
y^x

F? 2

CHS

RTN

X-Register
(positiver Wert)

8

8

8

3
0.333...
2

2

2

2

X-Register
(negativer Wert)

-8

-8

-8

3
0.333...
2

2

-2

-2

Polynom-Berechnungen

001	*LBL _a	Start: für Grad des Polynoms 0 speichern	857	RCLB		
002	0		858	-		
003	STO _E		859	X<0?		Komplexe Lösung
004	RTN		860	GT00		
005	*LBL _b	a_0 speichern und Grad-Index (= Grad + 1) auf 1 setzen	861	JX	x ₁ berechnen	
006	STO _I		862	F2?		
007	1		863	CHS		
008	RTN		864	+	x ₂ berechnen	
009	*LBL _C	a_1 speichern und Index auf 2	865	÷		
010	STO ₂		866	LSTX		
011	2		867	GT06		
012	GT06		868	*LBL _E	Imaginärteil berechnen	
013	*LBL _D		869	ABS		
014	STO ₃	a_2 speichern und Index auf 3	870	JX	Imaginärkode anzeigen	
015	3		871	1		
016	GT06		872	CHS		
017	*LBL _E		873	PRTX		
018	STO ₄	a_3 speichern und Index auf 4	874	R↓	Imaginärteil nach X	
019	4		875	*LBL _E	x ₂ oder Imaginärteil anzeigen	
020	*LBL _E	Größten Index auffinden	876	PRTX	x ₁ oder Realteil anzeigen	
021	X ⁰ Y		877	*LBL ₂		
022	X<0?		878	X ⁰ Y		
023	RTN		879	PRTX		
024	X ⁰ Y		880	RCLA		
025	RCL _E		881	*LBL ₅		
026	X ⁰ Y		882	STX4		
027	X ⁰ Y ⁰		883	STX3		
028	STO _E		884	STX2		
029	X ⁰ Y		885	STX1		
030	R↓		886	R↓	Stop und Anzeige	
031	RTN		887	CF2		
032	*LBL _b	Beginn der Berechnung des Polynoms	888	RTN		
033	SPC		889	*LBL ₄	Beginn für Lösungen 3. Grades durch Berechnen von Q	
034	RCL _E		890	3		
035	STO _I	Gradindex nach R↓	891	÷		
036	÷		892	RCL3		
037	RCL _I		893	X ²		
038	STO ₄	Division aller Koeff. durch den Koeff. des größten Index	894	9		
039	1/X		895	÷		
040	GSBS		896	-		
041	RCL1	Richtigen Polynomgrad auswählen	897	STO _D		
042	CHS		898	3		
043	RCL2		899	YX	Q ³ berechnen	
044	GT04		900	STO _C		
045	*LBL ₃	Beginn der quadratischen Gleichung	901	RCL3	R berechnen	
046	RCL1		902	RCL2		
047	*LBL ₉	Berechnung:	903	X		
048	STO _B	a_1	904	RCL1		
049	X ⁰ Y	a_2	905	3		
050	CHS		906	X		
051	2		907	-		
052	÷		908	6		
053	X<0?	Flag für richtige Reihenfolge setzen	909	÷		
054	SF2		910	RCL3		
055	ENT1	$(a_1/2a_2)^2 - (a_0/a_2)$	911	3		
056	X ⁰		912	Y*		
REGISTER						
0	¹ a ₀	² a ₁	³ a ₂	⁴ a ₃	⁵	⁶
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
A belegt	B R, X, a ₀ /a ₂		C Q ³		D Q	E Grad
						Kontrolle

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A $x \rightarrow f(x)$	B a_0	C a_1	D a_2	E a_3	0	FLAGS	TRIG	DISP	
^a $x \rightarrow f(x)$	^b a_0	^c a_1	^d $x \rightarrow f(x)$	^e 1		ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
^a Start	^b \rightarrow Lösung	^c 0	^d $x \rightarrow f(x)$	^e 1			GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
^a belegt	^b 1 Kubikwurzel	^c 1. Ordnung	^d 2. Ordnung	^e 3. Ordnung	^f 2 Vorzeichen		RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
^a belegt	^b 6	^c 7 belegt	^d syn div	^e 5	^f deg 2			n 2	

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

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

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

Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

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

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

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

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

022	*LBL _a			
023	0			
024	STOI			
025	RCL6			
026	RCL8			
027	GSB7			
028	RCL4			
029	RCL9			
030	GSB7			
031	RCL5			
032	RCL7			
033	GSB7			
034	CHS			
035	RCL3			
036	RCL8			
037	GSB7			
038	RCL1			
039	RCL9			
040	GSB7			
041	RCL2			
042	RCL7			
043	*LBL ₇			
044	ISZI	I = 1	I = 2	I = 6
045	RCL i	RCL 1	RCL 2	RCL 3
046	x	R ₈ × R ₁	R ₉ × R ₂	R ₇ × R ₆
047	x	R ₆ × R ₈ × R ₁	R ₄ × R ₉ × R ₂	R ₂ × R ₇ × R ₆
048	+	0 + R ₆ × R ₈ × R ₁	Untersumme	Gesamtsumme
049	RTN	Zurück zum Aufruf	Zurück zum Aufruf	Stop

Jedesmal, wenn das Programm zu dem Befehl **GSB 7** kommt, geht der Rechner zur Marke 7, führt den Befehl **ISZ** aus (erhöht den Inhalt von I um 1) und ruft den Inhalt desjenigen Registers zurück, das durch die Zahl in I bezeichnet wird (R₁ bis R₆); danach werden die Schritte **x** **x** **+** ausgeführt. Anschließend wird die Programmausführung ab der Zeile fortgesetzt, die auf den **GSB 7**-Befehl folgt. Hier die Ergebnisse nach dem ersten, zweiten und sechsten Durchlauf des Unterprogramms.

Matrizenrechnungen

(3 × 3-Matrix)

801 *LBL4	0 nach x für	857 RCL7							
802 0	indirekte Speicherung	858 GSB3							
803 GT05		859 ST00							
804 *LBL5	3 nach x für	860 CLX							
805 3	indirekte Speicherung	861 RCL3							
806 GT05		862 RCL4							
807 *LBL6	6 nach x für	863 x							
808 6	indirekte Speicherung	864 RCL1							
809 FT05		865 RCL6							
810 *LBLD	9 nach x für	866 GSB3							
811 1	indirekte Speicherung	867 ST0E							
812 5		868 CLX							
813 *LBL5	Code in R1 speichern	869 RCL2							
814 ST01		870 RCL7							
815 GSB6	3 Eingabewerte in die	871 x							
816 GSB6	dem Code ent- sprechenden Register	872 RCL1							
817 *LBL6	abspeichern	873 RCL6							
818 R1		874 GSB3							
819 ISZ1		875 ST01							
820 ST01		876 CLX							
821 RTN		877 RCL1							
822 *LBL6	Determinante berechnen	878 RCL5							
823 0		879 x							
824 ST01		880 RCL2							
825 RCL6		881 RCL4							
826 RCL8		882 GSB3							
827 GSB7		883 ST08							
828 RCL4		884 CLX							
829 RCL9		885 RCL3							
830 GSB7		886 RCL8							
831 RCL5		887 x							
832 RCL7		888 RCL2							
833 GSB7		889 RCL9							
834 CHS		890 GSB3							
835 RCL3		891 ST01							
836 RCL8		892 CLX							
837 GSB7		893 RCL2							
838 RCL1		894 RCL6							
839 RCLS		895 x							
840 GSB7		896 RCL3							
841 RCL2		897 RCL5							
842 RCL7		898 GSB3							
843 *LBL7		899 ST03							
844 ISZ1		900 CLX							
845 RCL1		901 RCL5							
846 x		902 RCL9							
847 x		903 x							
848 +		904 RCL6							
849 RTN		905 RCL8							
850 *LBL6	Kehrwert der	906 GSB3							
851 GSB6	Determinante	907 ST02							
852 1/x	berechnen	908 CLX							
853 RCL1		909 RCL6							
854 RCL9	Inverse berechnen	910 RCL7							
855 x		911 x							
856 RCL3		912 RCL4							
REGISTER									
0 γ3	1 a _{1,1}	2 a _{2,1}	3 a _{3,1}	4 b _{1,1}	5 b _{2,1}	6 b _{3,1}	7 c _{1,1} , γ ₁	8 c _{2,1} , γ ₂	9 c _{3,1} , γ ₃
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A d ₁	B d ₂	C d ₃		D β ₂	E β ₃				Kontrolle

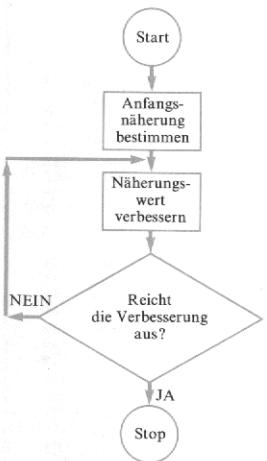
113 RCL9		169 *LBL0	Erster Wert der Multiplikation
114 GSB3		170 SPC	
115 ST06		171 1	
116 CLX		172 ST01	
117 RCL4		173 GSB1	
118 RCL8		174 ST00	
119 >		175 2	
120 RCL5		176 ST01	
121 RCL7		177 GSB1	
122 GSB3		178 ST00	
123 RCLI		179 3	
124 RCL8	Inverse Werte in richtige Register speichern	180 ST01	Zweiter Wert der Multiplikation
125 GSB0		181 GSB1	
126 RCL2		182 ST00	
127 RCL1		183 0	
128 RCL3		184 RCL0	
129 GSB0		185 RCL4	
130 RCL6		186 RCL0	
131 RCL0		187 RTN	
132 RCL4		188 *LBL1	
133 GSB0		189 0	
134 CLX		190 RCL4	
135 RTN	0 anzeigen und Halt	191 GSB4	
136 *LBL3		192 RCL6	
137 x	Unterprogramm: Inverse	193 GSB4	
138 -		194 RCL0	
139 x	Anzeige-Schleife starten	195 GSB4	
140 RTN		196 PRTX	
141 *LBL4		197 RTN	
142 SPC		198 *LBL4	
143 1		199 RCL4	
144 ST01		200 x	
145 *LBL2		201 +	
146 RCL1	Register R ₁ bis R ₉ anzeigen.	202 ISZI	
147 PRTX		203 ISZI	
148 9		204 ISZI	
149 RCL1		205 RTN	
150 x ^a y ^b		206 R'S	
151 GT08			
152 3			
153 ÷			
154 FRC			
155 x=0?			
156 SPC			
157 RCLI			
158 ISZI			
159 GT02			
160 *LBL0	Register R _A bis R _C anzeigen.		
161 SPC			
162 RCLA			
163 PRTX			
164 RCLB			
165 PRTX			
166 RCLC			
167 PRTX			
168 RTN			
LABELS			
^A a ₁ , a ₂ , a ₃	^B b ₁ , b ₂ , b ₃	^C c ₁ , c ₂ , c ₃	^D d ₁ , d ₂ , d ₃
^A →Det	^B →Inv	^C →Mult	^D d
0	¹ mult	²	³ inv
^E Code	^F Eingabe	^G det	^H
FLAGS			
0	1	2	3
0	1	2	3
0	1	2	3
0	1	2	3
SET STATUS			
ON OFF	DEG	FIX	
0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			
3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			

Iterationsschleifen

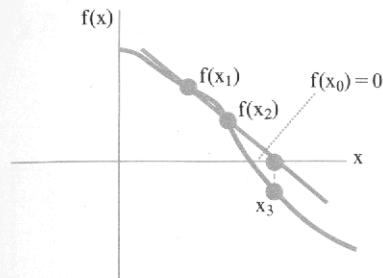
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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

Im Flußdiagramm sieht das folgendermaßen aus:



Im Programm «*Infinitesimalrechnung und iterative 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, besserer 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):

$$\text{Testwert} = \text{RND}(0,1/(10-9,9)) = \text{RND}(0,01010101) = 0,01$$

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:

$$\text{Testwert} = \text{RND}(0,0; 9,9 - 9,89) = \text{RND}(0,001011122) = 0,00$$

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

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$

001	#LBLA	Nummer der Funktion speichern	057	ST06	
002	ST01		058	÷	
003	RTN		059	ST0C	b-a/n
004	#LBLe	Pausenbefehl umschalten	060	÷	
005	F0?		061	÷	b-a
006	GT08		062	ST+0	$\frac{b-a}{2n}$
007	SF0		063	0	Integral Null setzen
008	1		064	ST05	Anzahl der Intervalle nach RI
009	RTN		065	RCL6	
010	#LBLB		066	X#I	
011	0		067	#LBL7	Nummer der Funktion nach RI und n nach RB
012	CF0		068	X#I	
013	RTN		069	ST0B	
014	#LBLc	%Δ speichern und Flag setzen	070	RCL6	
015	SF1		071	GSB:1	
016	ST0E		072	RCLC	
017	RTN		073	ST+0	$f'(R_0)$
018	#LBLB	Fehlergrenze %Δ wählen oder 0.01% ausreichend?	074	x	$R_0 + (b-a)/n$
019	EEX		075	ST+9	Add f(R0) (b-a)/n
020	CHS		076	RCL6	n verringern um 1
021	2		077	X#I	Funktionsr. in Anzeige
022	RCL6		078	DSZ1	
023	F1?		079	GT07	Funktionsr. nach RI
024	X#Y		080	ST01	
025	R4		081	RCL9	Integrationsergebnis anzeigen
026	%		082	RTN	
027	X#0?	x = 0: statt % von x %Δ für Δx	083	#LBLB	
028	LSTX		084	FIX	
029	ST0C		085	GSBB	
030	2		086	RCL6	
031	÷		087	GT06	
032	-		088	#LBL6	Numerische Differenziation, um x_i für Anfangswert zu berechnen
033	ST0A		089	RCL6	
034	ST08		090	GSB:1	
035	GSB:1		091	ST0B	
036	ST0D		092	#LBLB	
037	RCLA		093	RCLA	Berechne $f(x_i)$
038	RCLC		094	RCL6	
039	+		095	ST0A	
040	ST08		096	-	Regula Falsi:
041	GSB:1		097	RCLD	Berichtigung für x und Werte für neue Schleife
042	ST08		098	RCL6	
043	RCLD	$f(x + \Delta x/2) - f(x - \Delta x/2)$	099	ST0D	
044	-		100	-	
045	RCLC		101	÷	
046	÷		102	x	
047	RTN		103	ST-0	Berichtigung abziehen
048	#LBLc		104	RCL6	Falls Flag gesetzt: Pause und Lösung anzeigen
049	ST08		105	F0?	
050	GSB:1		106	PSE	RND (Änderung/ $x_i + 1$)
051	RTN		107	÷	Anzeigegenauigkeit erreicht?
052	#LBLD	a speichern	108	RND	Falls ja, Ergebnis anzeigen
053	X#Y		109	X#0?	
054	ST08	b-a	110	GT06	
055	-		111	RCL6	
056	X#Y	n speichern	112	RTN	

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		Funktion

<pre> 001 *LBL1 002 F S 003 RTN 004 *LBL2 005 RAD 006 TAN 007 LSTX 008 - 009 RCL2 010 - 011 DEG 012 RTN 013 *LBL3 014 RAD 015 SIN 016 RCL1 017 X 018 X^2 019 1 020 X^2Y 021 - 022 JX 023 1/X 024 DEG 025 RTN </pre>		<p>Unterprogramm: graphische Lösung</p> $f(x) = \tan(x) - \text{Inv}(x) - x$ $f(\theta) = \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}}$	
⁵ Function #	⁶ x→f(x)	⁷ x→f(x)	⁸ n↑a↑b→ ⁹ Pauses
¹⁰ %Δ	¹¹ 0	¹² 0	¹³ Pause
¹⁴ belegt	¹⁵ 1	¹⁶ 2	¹⁷ 3
¹⁸ 5	¹⁹ Iteration	²⁰ Integration	²¹ 9
LABELS		FLAGS	SET STATUS
²² Function #	²³ x→f(x)	²⁴ ON OFF	²⁵ FLAGS
²⁶ %Δ	²⁷ 0	²⁸ DEG <input checked="" type="checkbox"/>	²⁹ TRIG
³⁰ belegt	³¹ 1	³² GRAD <input type="checkbox"/>	³³ DISP
³⁴ 5	³⁵ Iteration	³⁶ 2	³⁷ FIX <input checked="" type="checkbox"/>
		³⁸ 3	³⁹ SCI <input type="checkbox"/>
			⁴⁰ RAD <input type="checkbox"/>
			⁴¹ ENG <input type="checkbox"/>
			⁴² n <u>2</u>

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

801	*LBLa	Flag für mm/Zoll	857	:					
802	SF2		858	5					
803	*LBLA	Eingabe des	859	F2°					
804	2	Umrechnungsfaktors	860	1 1/2					
805	5		861	X2Y					
806	.		862	x					
807	4		863	RTN					
808	F2°	Inch in mm oder	864	*LBLb					
809	1/X	mm in Inch?	865	SF2					
810	X2Y	Stack ordnen für	866	*LBLB					
811	x	LST X	867	.					
812	RTN	Umrechnen	868	4					
813	*LBLb		869	5					
814	SF2	Fuß/Meter-	870	3					
815	*LBLB	Umwandlung	871	5					
816	.		872	9					
817	3		873	2					
818	8		874	3					
819	4		875	7					
820	8		876	F2°					
821	F2°		877	1/X					
822	1/X		878	X2Y					
823	X2Y		879	x					
824	x		880	RTN					
825	RTN		881	P-S					
826	*LBLc	Gallon/Liter-							
827	SF2	Umwandlung							
828	*LBLC								
829	3								
830	.								
831	7								
832	8								
833	5								
834	4								
835	1								
836	1								
837	7								
838	8								
839	4								
840	F2°								
841	1/X								
842	X2Y								
843	x								
844	RTN								
845	*LBLd	Pound/Newton-							
846	SF2	Umwandlung (Kraft)							
847	*LBLD								
848	4								
849	.								
850	4								
851	4								
852	8								
853	2								
854	2								
855	1								
856	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

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A in-mm	B ft-m	C gal-l	D lbf-N	E lbfm-kg	0	FLAGS	TRIG	DISP
^a °F - ^b °C	^b Btu-J	^c psi-N/m ²	^d lb/ft ³ -kg/m ³	^e hp-W	1	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
0	1	2	3	4	2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> GRAD	GRAD <input type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/>	
5	6	7	8	9	3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> RAD	RAD <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/>	n <u>2</u>
^c C = (^a F - 32)/1.8)					057	1		
^c F = 1.8° C + 32					058	6		
BTU-Joule-Umrechnung (British thermal unit)					059	.		
ps → N/m ² -Umrechnung					060	8		
lb/ft ³ - kg/m ³ -Umrechnung					061	1		
					062	8		
					063	4		
					064	6		
					065	3		
					066	F2?		
					067	1/X		
					068	x		
					069	RTN		
					070	*LBL4		
					071	SF2		
					072	*LBL6		
					073	7		
					074	4		
					075	5		
					076	.		
					077	6		
					078	9		
					079	9		
					080	9		
					081	8		
					082	7		
					083	F2?		
					084	1/X		
					085	x		
					086	RTN		
					087	R/S		
							hp/W-Umrechnung	

Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

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

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

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

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

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

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

* Es können auch andere Eingangswerte gewählt werden; der Quotient aus (Eingangswert \times 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.

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

Alter Eingangswert

9

9

7

x

997

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

Arithmetik-Lernprogramm

001	*LBL1	Konstanten speichern	057	SPC	Operationscode anzeigen.
002	0		058	PRTX	
003	STOP		059	SPC	
004	2		060	*LBL2	
005	0		061	GSB5	
006	STO7		062	STOC	
007	1		063	GSB5	
008	8		064	RCLC	
009	STOD		065	GSB1	
010	STOE		066	RCLH	
011	1		067	X ²	
012	STO4		068	DSPI	
013	.		069	X ²	
014	5		070	R ⁴	
015	2		071	RCLB	
016	8		072	+	
017	4		073	+	
018	1		074	0	
019	6		075	+	
020	3		076	RCL9	
021	*LBL2		077	X=Y ⁿ	
022	STOE		078	GT09	
023	CLX		079	R ⁴	
024	RTN		080	STO9	
025	*LBL3		081	F1?	
026	SF0		082	PRTX	
027	SPC		083	RTN	
028	PRTX		084	*LBL5	
029	SPC		085	RCL4	
030	ABS		086	9	
031	1		087	9	
032	+		088	7	
033	STOD		089	X	
034	1		090	FRC	
035	0		091	STOE	
036	X		092	JX	
037	LOG		093	RCLD	
038	INT		094	X	
039	STOA		095	INT	
040	10 ^x		096	RTN	
041	STOB		097	*LBL1	
042	CLX		098	+	
043	RTN		099	STOC	
044	*LBL4		100	LSTX	
045	1		101	-	
046	GT01		102	LSTX	
047	*LBL5		103	RTN	
048	2		104	*LBL2	
049	GT01		105	STOC	
050	*LBL6		106	X ²	
051	3		107	+	
052	GT01		108	LSTX	
053	*LBLD		109	RTN	
054	4		110	*LBL3	
055	*LBL1		111	X=B ⁿ	
056	STOI		112	X=Y ⁿ	
REGISTER					
0	1	2	3	4	5
S0	S1	S2	S3	S4	S5
A Anzeige	B Skalierung	C Ergebnis	D n _{max} + 1	E Anfangswert	F Falsch
					G Problem
S6	S7	S8	S9		

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
^a + ?	^b × ?	^c ÷ ?	^d : ?	^e Ergebnis	0	FLAGS	TRIG	DISP	
^a Start	^b (n _{max})	^c P?	^d	^e (Anfangsw.)	¹ Pause	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
⁰ Pause	¹ +	² -	³ ×	⁴ ÷	² Fehler	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
⁵ belegt	⁶	⁷ belegt	⁸ Fehler	⁹ Problem	³	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>	

113 X=0?								
114 1								
115 x								
116 STOC								
117 LSTX								
118 ÷								
119 LSTX								
120 RTN								
121 #LBL4								
122 STOC								
123 X=Y								
124 X=0?								
125 GS85								
126 x								
127 LSTX								
128 RTN								
129 #LBL6								
130 LSTX								
131 X≠0?								
132 GT07								
133 R4								
134 RCLC								
135 X≠Y?								
136 GT08								
137 1								
138 F2?								
139 ST+8								
140 ST-7								
141 RCL7								
142 X≠0?								
143 GT09								
144 SPC								
145 2								
146 6								
147 RCL8								
148 -								
149 PRTX								
150 2								
151 0								
152 PRTX								
153 ÷								
154 EEX								
155 2								
156 x								
157 PRTX								
158 SPC								
159 SPC								
160 SPC								
161 SPC								
162 2								
163 0								
164 ST07								
165 0								
166 ST08								
167 GT09								
168 #LBL8								

Neue Lektion beginnen

«Mondlandung»

001 *LBL4	Ausgangsbedingungen speichern	057 RCL9	Bei Landung Geschwindigkeit anzeigen
002 5		058 ST+7	Bei Aufprall Geschwindigkeit berechnen
003 0		059 R↓	
004 0		060 ST06	
005 ST06		061 INT	
006 5		062 X/Y?	
007 0		063 GT09	
008 CHS		064 *LBL3	
009 ST07		065 DSP0	
010 6		066 RCL7	
011 0		067 *LBL4	Neue Treibstoffeingabe
012 ST08		068 PSE	
013 *LBL5	Höhe durch 100000 geteilt: Anzeige	069 GT04	
014 RCL6	kombiniert in der Form	070 *LBL2	Treibstoff verbraucht, Geschwindigkeit im freien Fall
015 DSP4	vv.Ohhh	071 RCL8	
016 EEX		072 2	
017 4	Anzeigeformat	073 *	
018 *	vv.Ohhh aufbauen, dabei negative	074 5	
019 RCL7	Werte berücksichtigen	075 -	
020 CF2		076 ST+6	
021 X/Y?		077 2	
022 SF2		078 X	
023 ABS		079 ST+7	
024 +		080 RCL6	
025 F2?		081 1	
026 CHS	Anzeige von Geschwindigkeit und Höhe	082 0	
027 PSE		083 X	
028 PSE		084 RCL7	
029 DSP0		085 X ²	
030 RCL8	Anzeige der Treibstoffreserve	086 +	
031 PSE		087 X	
032 3		088 CHS	
033 PSE	Count-down für Raketenzündung	089 GT04	
034 . 2		090 *LBL8	
035 PSE		091 5	
036 1		092 ST-8	
037 PSE		093 0	
038 0		094 GT05	
039 PSE	Eingabe annehmen	095 R/S	
040 *LBL5			Aufprallgeschwindigkeit
041 RCL8	Wenn Brennstoff verbraucht, Aufprallgeschwindigk. ermitteln u. aufblitzen lassen		Geschwindigkeit bei weicher Landung
042 X/Z			Ergebnis anzeigen
043 X/Y?			Fehlzündung
044 GT02	Treibstoff subtrahieren		
045 ST-8			
046 2			
047 X	Geschwindigkeit und Höhe bestimmen		
048 5			
049 -			
050 ST09			
051 2			
052 +			
053 RCL6			
054 +			
055 RCL7			
056 +			

REGISTER

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

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

Diagnostik-Programm

801 *LBLA	Register löschen	857 GSB3	Umrechnung in Stunden/Minuten/Sekunden prüfen
		858 SIN	
802 CLR6	Prüfwerteingabe	859 +HMS	Log und 10^x prüfen
		860 HMS+	
803 PIS		861 SIN ⁻¹	Ln und e^x prüfen
		862 GSB3	
804 CLR6		863 LOG	x^2 und Quadratwurzel prüfen
		864 10 ^x	
805 CF3		865 GSB3	y^x und $1/x$ prüfen
		866 LN	
806 7		867 e ^x	
		868 GSB3	
807 .		869 X ²	
		870 1/X	
808 ?		871 GSB3	
		872 ENT↑	
809 ?		873 Y ^x	
		874 LSTX	
810 ?		875 1/X	
		876 Y ^x	
811 CHS		877 GSB3	
		878 ENT↑	
812 EEX		879 +	+,- und LST X prüfen
		880 LSTX	
813 CHS		881 -	
		882 GSB3	
814 ?		883 ENT↑	x und \div prüfen
		884 X	
815 ?		885 LSTX	Int und FRC prüfen
		886 ÷	
816 ?		887 GSB3	
		888 1/X	
817 ?		889 1	
		890 +	
818 ?		891 FRC	
		892 1/X	
819 ?		893 LSTX	
		894 +	
820 ?		895 INT	
		896 GSB3	
821 X#Y		897 D+R	Grad/Bogenmaß-Umwandlung prüfen
		898 R+D	
822 RT↑		899 GSB3	% prüfen
		900 EEX	
823 RT↑		901 2	
		902 X#Y	
824 RT↑		903 %	
		904 GSB3	
825 RT↑		905 GTO4	Bedingter Sprungbefehl
		906 *LBL3	
826 RT↑		907 RND	Zähler erhöhen
		908 RCLI	
827 PSE		909 X#Y?	Funktion prüfen
		910 R+S	
828 *LBLB		911 ISZI	Stop und bei Fehler Code anzeigen
		912 RCLI	
829 STO1			
830 RCLI			
831 X#Y?			
832 GTO1			
833 ISZI			
834 RCLE			
835 RCL0			
836 X#Y?			
837 GTO2			
838 GTO0			
839 *LBL1			
840 RCLI			
841 RTN			
842 *LBL2			
843 2			
844 5			
845 STO1			
846 SIN			
847 SIN ⁻¹			
848 GSB3			
849 COS			
850 COS ⁻¹			
851 GSB3			
852 TAN			
853 TAN ⁻¹			
854 GSB3			
855 +P			
856 +R			
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
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt
E belegt			E belegt
			I belegt

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A Start	B	C	D	E	0 belegt	FLAGS	TRIG	DISP
a	b	c	d	e	1 belegt	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0 Register	1 Register	2 Funktion	3 Funktion	4 x-y	2 belegt	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5 x-0	6 Flag	7	8	9	3 belegt	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>

113	RTN				169	*LBL6		
114	*LBL4				170	ISZI		
115	1	x-y-Vergleiche			171	RCLI		
116	-	prüfen			172	F1?		
117	RCLI				173	GT06		
118	X>Y?				174	RTN		
119	RTN				175	*LBL6		
120	ISZI				176	ISZI		
121	2				177	RCLI		
122	+				178	F2?		
123	RCLI				179	GT06		
124	X>Y?				180	RTN		
125	RTN				181	*LBL6		
126	ISZI				182	ISZI		
127	RCLI				183	RCLI		
128	X=0?				184	F3?		
129	RTN				185	GT06		
130	ISZI				186	RTN		
131	RCLI	x-0-Vergleiche			187	*LBL6		
132	X#0?	prüfen			188	EE%		
133	GT05				189	7		
134	RTN				190	PRTX		
135	*LBL5				191	ENG		
136	ISZI				192	DSP4		
137	RCLI				193	PRTX		
138	X<0?				194	SCI		
139	RTN				195	PRTX		
140	ISZI				196	CF0		
141	RCLI				197	CF1		
142	X<0?				198	F1X		
143	GT05				199	DSP2		
144	RTN				200	RTN		
145	*LBL5	Flag löschen			201	R/S		
146	ISZI	prüfen						
147	RCLI							
148	F0?							
149	RTN							
150	ISZI							
151	RCLI							
152	F1?							
153	RTN							
154	ISZI							
155	F2?							
156	RTN							
157	ISZI							
158	RCLI							
159	F3?							
160	RTN							
161	ISZI	Flags setzen						
162	SF0							
163	SF1							
164	SF2							
165	SF3							
166	F0?							
167	GT06							
168	RTN	Gesetzte Flags testen						

Notizen





172 mal Verkauf und Service in 65 Ländern

Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86
7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 110, Telefon (07031) 667-1
4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. 1, Seestern, Tel. (0211) 5 971-1
6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1
2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 2413 93
3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46
8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85
8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,
Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz:

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

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien,
Österreich, Telefon (0222) 3516 21 bis 27

Für die UdSSR:

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

Europa-Zentrale:

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

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

Original content used with permission.

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

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