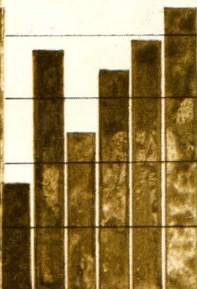
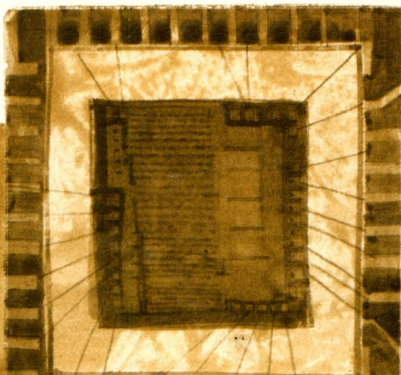
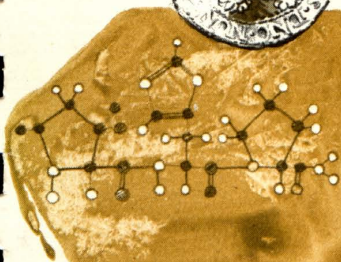


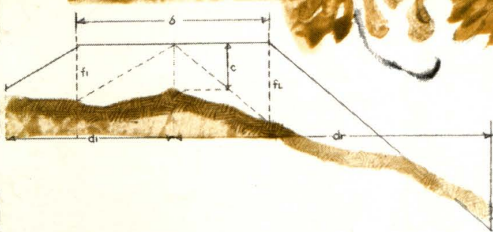
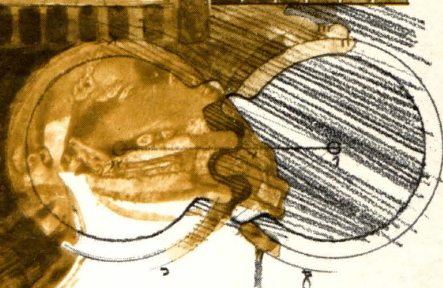
HEWLETT-PACKARD

HIP-67

Standard Paket



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100



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

Einleitung

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

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

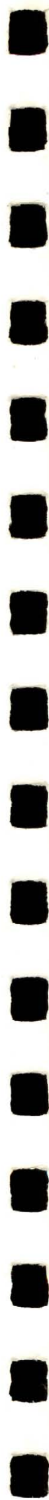
Jedes Programm dieser Sammlung ist ausführlich beschrieben. Neben einer allgemeinen Beschreibung sind die Bedienungsanweisungen zur Ausführung des Programms in Tabellenform ebenso angegeben wie Zahlenbeispiele und die entsprechenden Tastenfolgen. Programmspeicherlisten mit den einzelnen Programmschritten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

14. Mondlandung

Das spannende Spielprogramm simuliert die Abstiegsphase zu einer weichen Mondlandung 92

15. Diagnostik-Programm

Überprüfung der Rechnerfunktionen 96

Verwendung der Programme

Einlesen eines Programms

Entnehmen Sie der 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 Programmkarte 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 Programmkarte 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 Programmkarte nicht fehlerfrei gelesen wurde. Sie müssen in diesem Fall **CLX** drücken und die Karte mit der gleichen Seite voraus erneut einlesen.

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



Abb. 2

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

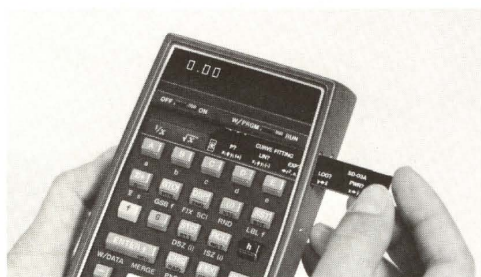


Abb. 3

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 Programmkarten

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

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

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

Beschriftungsweise – Konventionen, Symbole

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

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

Aufbau der Bedienungsanweisungen

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

Die Tabelle setzt sich aus fünf Spalten zusammen:

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

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

In der Spalte **Werte** sind die einzutastenden Daten und gegebenenfalls deren Einheit angegeben. Für die Dateneingabe werden die Zifferntasten **0** bis **9**, die Dezimalpunkt-Taste \square 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 \uparrow 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 Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Auf Wunsch: Pause-Modus einschalten.		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	für lineare Regression		<input type="text"/> f <input type="text"/> b	1.00
	oder Exponential-Kurvenanpassung		<input type="text"/> f <input type="text"/> c	1.00
	oder logarithmische Kurvenanpassung		<input type="text"/> f <input type="text"/> d	1.00
	oder Anpassung einer Potenzfunktion		<input type="text"/> f <input type="text"/> e	1.00
4	x-Wert eingeben*	x_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x
5	y-Wert eingeben	y_i	<input type="text"/> A <input type="text"/>	i+1
6	Schritte 4 und 5 für alle Datenpaare		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wiederholen**		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Berechnung und Anzeige des		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Bestimmtheitsmaßes r^2 und der		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Regressionskoeffizienten a und b		<input type="text"/> C <input type="text"/>	r^2 , a, b
8	Auf Wunsch: Berechnung eines		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schätzwertes zu gegebenem y-Wert.	y	<input type="text"/> D <input type="text"/>	\hat{x}
9	Auf Wunsch: Berechnung eines Schätzwertes		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	zu gegebenem x-Wert	x	<input type="text"/> E <input type="text"/>	\hat{y}
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 3.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Dieser Schritt kann übersprungen werden,		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wenn der einzutastende x-Wert dem		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	angezeigten Zähler (i+1) entspricht.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	** Das zuletzt eingegebene Wertepaar kann		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	durch die Tastenfolge <input type="text"/> R↑ <input type="text"/> B gelöscht		<input type="text"/> R↓ <input type="text"/> B	
	werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	werden gelöscht, indem das Wertepaar		<input type="text"/> B <input type="text"/>	
	eingetastet und anschließend <input type="text"/> B gedrückt		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wird.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

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

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

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

Wenn Sie diesen automatischen Druck/Anzeige-Modus wählen wollen, sind – wie in der Spalte **Tasten** angegeben – die Tasten **f** **a** zu drücken; die Eingabedaten werden dann angezeigt. Drücken Sie also jetzt **f** **a**; wie in der Spalte **Anzeige** angegeben, erhalten Sie die Anzeige 1.00. Mehrfaches Drücken von **f** **a** bewirkt die abwechselnde Anzeige von 0.00 und 1.00. Damit gibt der Rechner an, ob der Druck/Anzeige-Modus ein- (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 \uparrow 2.7 **A** 3 \uparrow 20 **A** 7 \uparrow 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 \uparrow 20 **B** 4 \uparrow 60 **A**.

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

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

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

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

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

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

Notizen

Gleitender Durchschnitt



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

Das vorliegende Programm kann bis zu 22 Werte bei der Mittelwertbildung berücksichtigen. Vor Eingabe der Daten ist anzugeben, aus wieviel Werten jeweils der Durchschnitt gebildet werden soll. Diese Zahl n müssen Sie also als erstes eintasten und dann \boxed{f} \boxed{A} drücken. Jetzt erfolgt die Dateneingabe, indem Sie jeden einzelnen Wert x_k eintasten und jeweils im Anschluß daran die Taste \boxed{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 \boxed{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 Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wenn Sie zuvor auf Magnetkarte gespeicherte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Daten verwenden wollen, lesen Sie die Daten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein und fahren Sie mit Schritt 5 fort.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Geben Sie die Zahl der vom gleitenden		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Durchschnitt zu erfassenden Werte ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	($1 \leq n \leq 22$).	n	f a	n
4	Auf Wunsch: PAUSE-Modus «einschalten»;		f b	1.00/0.00
	der Rechner zeigt autom. nacheinander k, x_k		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	und den berechneten Mittelwert an.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie einen weiteren Wert ein und		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	berechnen Sie den gleitenden		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Durchschnitt (AVG)*	x_k	A <input type="text"/>	«k», AV
6	Wiederholen Sie Schritt 5 für weitere		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Datenwerte.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Auf Wunsch: Zum Speichern der Daten auf		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Magnetkarte, drücken Sie B und lassen Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	dann eine Magnetkarte durch den Rechner		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	laufen.		B <input type="text"/>	Crd
8	Auf Wunsch: Anzeigen der Werte für die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	augenblickliche Mittelwertbildung in der		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Reihenfolge «letzte Eingabe...		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	älteste Eingabe».		C <input type="text"/>	Anzeige
9	Auf Wunsch: Anzeige des Mittelwertes zu		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	beliebigem Zeitpunkt.		D <input type="text"/>	AVG
	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Wenn Ihnen bei der Eingabe der Daten ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Fehler unterläuft, müssen Sie die Rechnung		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	von Beginn an wiederholen – es sei denn, Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	hatten vorher gespeicherte Daten von einer		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Magnetkarte eingelesen. In diesem Fall sind		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	die Daten erneut einzulesen und alle darauf-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	folgenden Eingabeschritte zu wiederholen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie**Anzeige**

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 Programmkarte «Gleitender Durchschnitt» ein.

Beispiel 2:

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

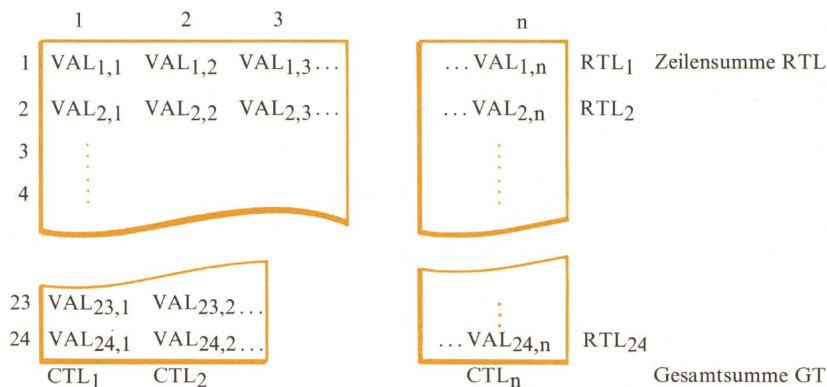


Abb. 1

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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie

Anzeige

12 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	→	0.00	
1012 <input type="checkbox"/> 1235 <input type="checkbox"/> 895 <input type="checkbox"/> 1123 <input type="checkbox"/>	→	1123.00	
1502 <input type="checkbox"/> 1073 <input type="checkbox"/> 973 <input type="checkbox"/> 1250 <input type="checkbox"/>	→	1250.00	
1051 <input type="checkbox"/> 1244 <input type="checkbox"/> 1127 <input type="checkbox"/> 977 <input type="checkbox"/>	→	13462.00	
<input type="checkbox"/>	→	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	
<input type="checkbox"/>	→	1012.00	(Zeilensumme)
		1235.00	
		895.00	
		1123.00	
		1502.00	
		1073.00	
		973.00	
		1250.00	
		1051.00	
		1244.00	
		1127.00	
		977.00	
		13462.00	

Beispiel 2:

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

Bücherumsatz

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

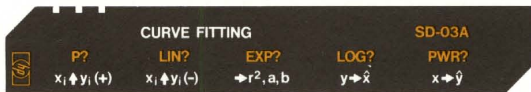
Drücken Sie**Anzeige**

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

Bücherumsatz

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

Kurvenanpassung



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

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

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

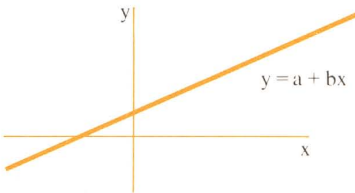
Zur Eingabe der Wertepaare (x_i , y_i) ist jeweils zuerst x_i einzutasten, **ENTER** zu drücken, y_i einzutasten und dann die Taste **A** zu drücken. Die Anzahl der Datenpaare, die Sie eingeben können, ist nicht beschränkt. Wenn Sie nach Drücken von **A** feststellen, daß Sie einen falschen Wert eingegeben haben, müssen Sie warten, bis das Programm anhält. Anschließend drücken Sie **R** und dann **B**. Damit ist das fehlerhafte Wertepaar aus der Rechnung entfernt und Sie können mit der Dateneingabe fortfahren. Mit der Tastenfolge x **↑** y **B** können Sie auch solche Wertepaare löschen, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt eingegeben wurden.

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

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

Verwendete Formeln:

Lineare Regression

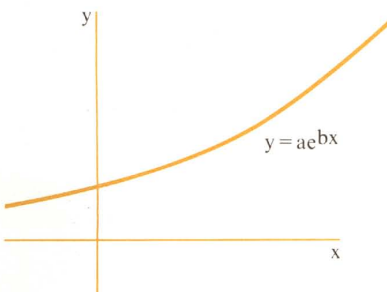


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

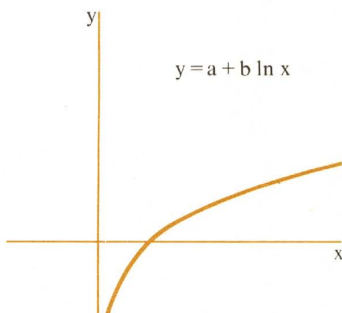


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

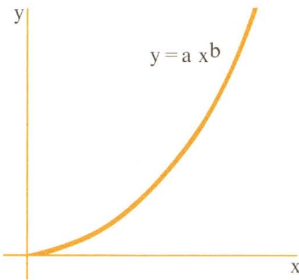


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

Anpassung einer Potenzfunktion



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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

 	_____	→	1.00		
5	 140	A	6	 149	
	A	7	 159	A	
9	 175	A	C	_____	
				→	
				1.00	(r^2)
				96.54	(a, v_0)
				8.77	(b , Beschleunigung)
20	E	_____	→	271.97	(m/sec)

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

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

beschreiben, wobei b die polytropische Konstante dieses Prozesses bezeichnet.

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

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.Tag) angezeigt oder eingetastet. So werden zum Beispiel sieben Wochen und drei Tage als 7.3 dargestellt. Der Wochentag wird durch die Ziffern 0 bis 6 kodiert angezeigt, wobei mit Sonntag (=0) begonnen wird.

Verwendete Formeln:

Berechnung des Julianischen Datums:

Julianische Tageszahl =

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

Dabei gilt:

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

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

Dann wird die Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten berechnet:

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

Für die Berechnung des Kalenderdatums zu gegebener Jul.Tageszahl:

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

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

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

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

Berechnung des Wochentages:

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

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 Programmtaste als Eingabewert «erkannt» und gespeichert. Wenn dagegen keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt wurde, interpretiert der Rechner das Drücken einer der Programmtasten als Anweisung zur Berechnung des zugehörigen Wertes. Achten Sie daher darauf, daß zwischen der letzten Eingabe und der Berechnung des gewünschten Resultates keine der Zahleneingabe-Tasten gedrückt werden.

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

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

	Anzeige
4.121961 A 7.211969 B C _____	3022. (Tage)
D _____	431.5 (Wochen.Tage)
4.121961 E _____	3. (Mittwoch)
7.211969 E _____	1. (Montag)

Beispiel 2:

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

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

12.281976*

(bedeutet 28. Dez. 1976)

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

Renten- und Zinseszinsrechnung



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

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

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

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

sind, kann der gesuchte Wert durch Drücken der entsprechenden Programmtaste berechnet werden. Zur Berechnung des 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 Programmkarte sollte dagegen grundsätzlich die START-Operation ausgeführt werden.

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

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

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

Verwendete Formeln:

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

wobei

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

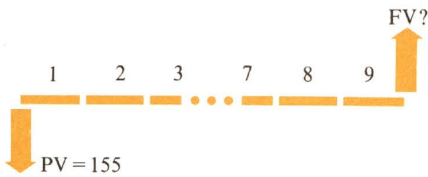
Mit **RCL A**, **RCL B**, **RCL C**, **RCL D** und **RCL E** können Sie die in den entsprechenden Registern gespeicherten Werte für die verschiedenen Variablen in die Anzeige rufen.

Die Register $R_0 - R_2$ und $RS_0 - RS_9$ werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur Verfügung.

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

Beispiel 1:

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

**Drücken Sie**

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

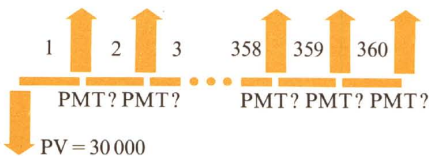
Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

Drücken Sie

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

Beispiel 2:

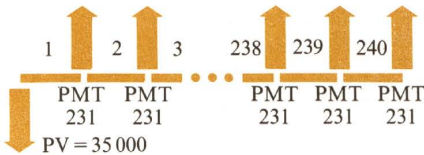
Ein Darlehen in Höhe von 30 000 DM mit einer Laufzeit von 30 Jahren soll bei einem Zinssatz von 9% p.a. durch monatliche Ratenzahlungen vollständig zurückgezahlt werden. Wie hoch sind diese monatlichen Rückzahlungsraten?

**Drücken Sie**

f a 30 ↑ 12 × STO A	→	Anzeige 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 35000 DM die Zahlung monatlicher Rentenbeträge in Höhe von 231 DM für eine Dauer von 20 Jahren an. Welchem Jahreszinssatz entspricht das?



Drücken Sie

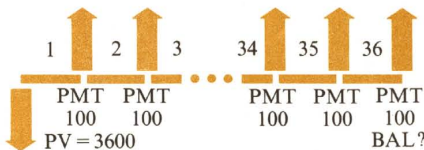
f \square 35000 **STO** **D** \longrightarrow
 231 **STO** **C** \longrightarrow
 20 **+** 12 **x** **STO** **A** \longrightarrow
B \longrightarrow
 12 **x** \longrightarrow

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 \square 3600 **STO** **D** 10 **ENTER** 12 **÷**
STO **B** 36 **STO** **A** 100 **STO** **C** **E** \longrightarrow

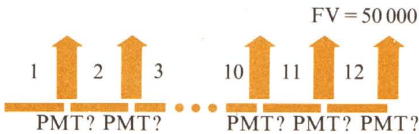
Anzeige

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 (nachsüssigen) 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

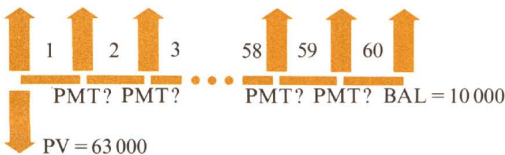
Welcher statt der Ratenzahlungen sofort angelegte Betrag würde den gleichen Effekt bringen?

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 **x** _____ → 14.12 (% p.a.)

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

DSP 5 B _____ → 1.17700

12 **x** _____ → 14.12599

Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 _____ → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



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

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

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

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

Liste der verfügbaren Programmbefehle

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

Programmierbare Operationen:

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

Programmieren Sie die Formel

$y = 3 (P + Q)$

und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

Drücken Sie

Anzeige

(Start)

A _____ → 0.00

(I/0)(I/0) (+) (×)

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

(End)

D _____ → 0.00

3 **E** 5 **E** 8 **E** _____ → 39.00

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

Eine bessere Lösung:

Drücken Sie

Anzeige

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) × 2,7
 Großhandelspreis = 50% des Einzelhandelspreises
 Fixkosten = 25 DM/Artikel

Drücken Sie

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

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

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

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

Anzeige

Beispiel 3:

Berechnen Sie mit Hilfe von **Folg mir** die nachstehende Formel für die angegebenen Daten:
 $y = 0,75 A e^{0,63 t}$

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

Drücken Sie

A 1 **↑** .63 **C** **f** **c** **B** **e^x** 2.3 **↑** .75 **C**
f **c** **f** **c** → 3.24
D → 0.00
 2.0 **E** 9 **e^x** 2.8 **E** → 7.40
 4.5 **E** 9 **e^x** 3.7 **E** → 47.26
 6.0 **E** 9 **e^x** 6.4 **E** → 210.32

Anzeige

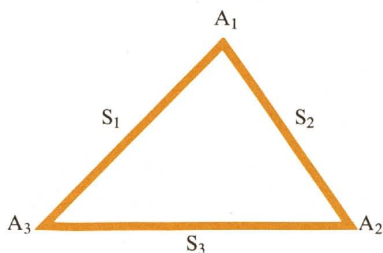
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



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



Sie brauchen lediglich drei bekannte Größen einzutasten und jeweils die zugehörige Programmtaste zu drücken. Die Zuordnung geht dabei aus der Beschriftung der Magnetkarte hervor. Als Ergebnis 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.)

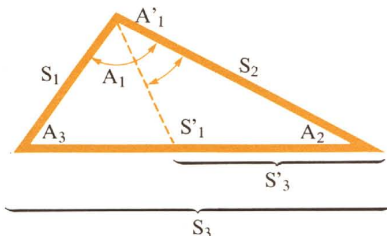
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

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

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



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

Anmerkungen:

Die Register $R_0 - R_6$, $RS_0 - RS_9$ und I werden vom Programm nicht belegt.

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

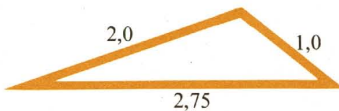
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

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

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.

**Drücken Sie**2 \uparrow 1 \uparrow 2.75 **A** \longrightarrow **Anzeige**

2.00
 129.84 (A_1)
 1.00
 33.95 (A_2)
 2.75
 16.21 (A_3)
 0.77 (Fläche)

RCL 9 \longrightarrow

2.00

RCL A \longrightarrow

129.84

RCL B \longrightarrow

1.00

RCL C \longrightarrow

33.95

RCL D \longrightarrow

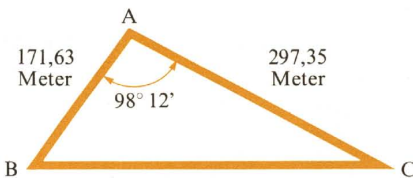
2.75

RCL E \longrightarrow

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.



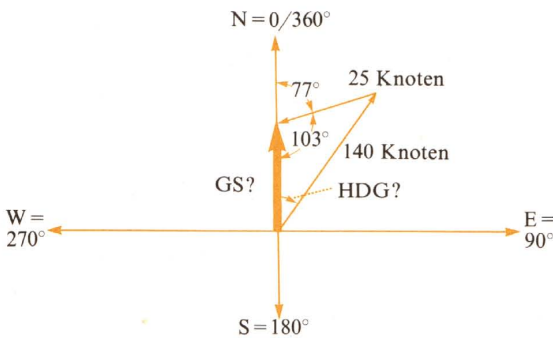
Es sind also zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben:
 $S_1 = 171.63$, $A_1 = 98^\circ 12'$ und $S_2 = 297.35$.

Drücken Sie171.63 \uparrow 98.12 \uparrow **H** \uparrow 297.35 **D** \longrightarrow **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 Sie140 \uparrow 25 \uparrow 103 **E****Anzeige**

140.00 (TAS)

66.98

25.00 (Windge-

103.00 schwindigkeit)

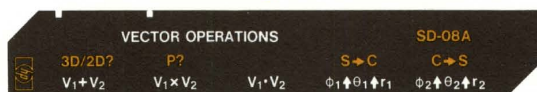
132.24 (GS)

10.02 (HDG)

1610.64

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

Vektor-Operationen



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

Sie können das Programm mit der Tastenfolge $\boxed{f} \boxed{a}$ wahlweise auf zwei- oder dreidimensionale Vektorrechnung einstellen. Beim Einlesen des Programms wird automatisch der zweidimensionale Modus gewählt. Wenn Sie einmal $\boxed{f} \boxed{a}$ drücken, zeigt der Rechner mit der Anzeige 3.00 an, daß er auf dreidimensionale Vektoren «umgeschaltet» hat. Durch wiederholtes Drücken von $\boxed{f} \boxed{a}$ 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 $\boxed{f} \boxed{b}$ können Sie darüber hinaus wählen, ob die eingegebenen Daten vom Programm selbständig angezeigt werden sollen. Bei wiederholtem Drücken von $\boxed{f} \boxed{b}$ wird der Pause-Modus abwechselnd ein- (Anzeige 1.00) und ausgeschaltet (Anzeige 0.00). Die Anzeige der Eingabedaten geschieht programmintern über einen $\boxed{9} \boxed{STK}$ -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

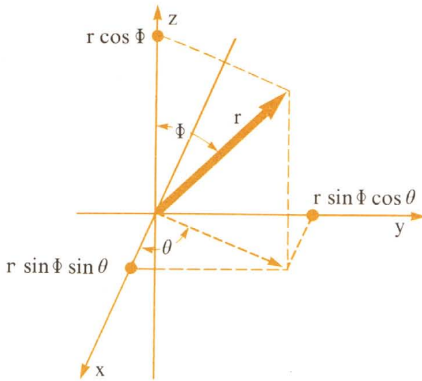
Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)

0.00

z

y

x

Verwendete Formeln:

Dreidimensionale Vektordarstellung

Koordinatentransformation

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

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

$$z = r \cos \Phi$$

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

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

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

Vektoraddition

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

Kreuz- oder Vektorprodukt

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

Punkt- oder Skalarprodukt

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

Von zwei Vektoren eingeschlossener Winkel

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

Anmerkung: Die Register R₀ – R₆ und RS₀ – RS₉ werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur Verfügung.

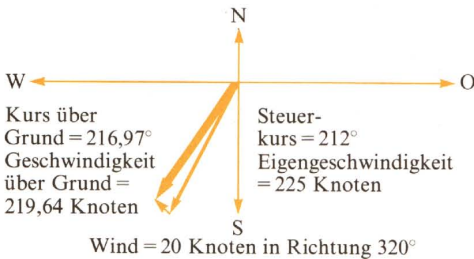
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Vektorrechnung		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	rechtwinklige K. nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Polarkoordinaten nach Zeile 10		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie die Vektoren 1 und 2 ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel Φ_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(Φ_1)	<input type="text"/> <input type="text"/>	Φ_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 Φ_2 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(Φ_2)	<input type="text"/> <input type="text"/>	Φ_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		<input type="text"/> A <input type="text"/>	0, Φ , θ , r
	Kreuzprodukt		<input type="text"/> B <input type="text"/>	0, Φ , θ , r
	Skalarprodukt		<input type="text"/> C <input type="text"/>	$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2$, \angle
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
8	Geben Sie die Polarkoordinaten ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel Φ (entfällt bei 2D-Vektoren)	(Φ)	<input type="text"/> <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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	z-Koordinate (entfällt bei 2D-Vektoren)	(z)	<input type="text"/> <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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	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

212 ↑ 225 D

320 ↑ 20 E

A

Anzeige

2.00

1.00

2.00

0.00

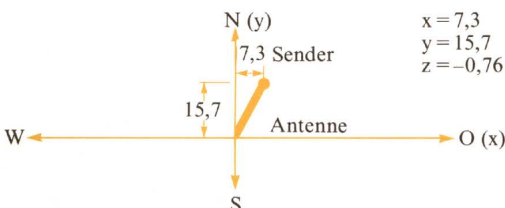
90.00

216.97 (Grad)

219.64 (Knoten)

Beispiel 2:

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

Blick von oben auf die Stationen

x = 7,3

y = 15,7

z = -0,76

Drücken Sie

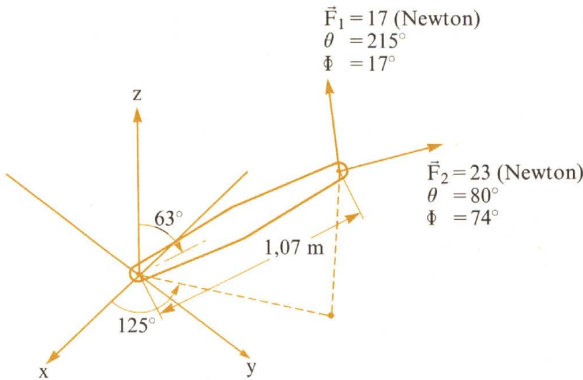
_____ →
 _____ →
 .76 15.7 7.3 _____ →

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...

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

Anzeige

3.00
 1.00
 2.00
 0.00
 39.34
 90.70
 29.47 (Newton)

...dann berechnen Sie das Moment gemäß

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

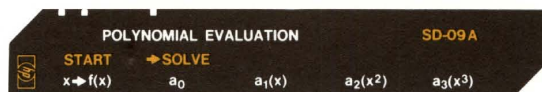
E	_____→	2.00
63	↑ 125 ↑ 1.07 D _____→	1.00
B	_____→	0.00
		124.34
		55.37
		18.02

...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: $a_2' = 1.00$

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

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

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

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

Lineare Gleichung

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

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

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

Beispiel 1:

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

Nach den Gesetzen der Mechanik gilt:

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

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

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:

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

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

Drücken Sie

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

Beispiel 3:

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

Drücken Sie

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

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

(Die Zahl -1.00 wird als Hinweis dafür angezeigt, daß die beiden
folgenden Werte Imaginär- und Realteil einer komplexen Lösung sind.)

Matrizenrechnungen (3 × 3-Matrix)



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

Verwendete Formeln:

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

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

Determinante der Matrix A

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

Inverse der Matrix A

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Multiplikation

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

Anmerkungen:

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

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

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

Die Register RS0 – RS9 werden vom Programm nicht belegt.

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

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

Anmerkung:

Sie können die Matrizen-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 Sie23 **↑** 8 **↑** 4 **A** →15 **↑** 11 **↑** 15 **B** →17 **↑** 6 **CHS** **↑** 12 **C** →1 **↑** 1 **↑** 1 **D** →**f** **a** →**f** **b** →**E** →**Anzeige**

4.00

15.00

12.00

1.00

4598.00 (Determinante)

0.00 (Inverse wurde berechnet)

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

0.08 (Ergebnisse

-0.02 der Multi-

plikation)

Beispiel 2:

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

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

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

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

Drücken Sie

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

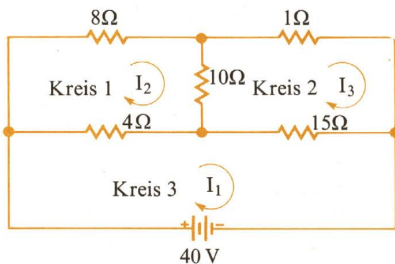
Anzeige

0.00
 0.00
 1.00
 0.00
 104.00 (Determinante)
 0.00 (Inverse wurde berechnet)
 0.12 (α_1)
 0.08 (α_2)
 0.00 (α_3)
 0.08 (β_1)
 0.13 (β_2)
 0.00 (β_3)
 0.00 (γ_1)
 0.00 (γ_2)
 1.00 (γ_3)
 20.00 (d_1)
 5.00 (d_2)
 0.00 (d_3)
 2.69 (Ergebnisse der
 Multiplikation)
 2.21
 0.00

f **c** \longrightarrow

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

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

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

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

oder zusammengefaßt:

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

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

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

Das Gleichungssystem läßt sich wie folgt in Matrixform schreiben:

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

und

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

Drücken Sie

Anzeige

19 \uparrow 4 **CHS** \uparrow 15 **CHS** **A** \longrightarrow -15.00

4 **CHS** \uparrow 22 \uparrow 10 **CHS** **B** \longrightarrow -10.00

15 **CHS** \uparrow 10 **CHS** \uparrow 26 **C** \longrightarrow 26.00

40 \uparrow 0 \uparrow 0 **D** \longrightarrow 0.00

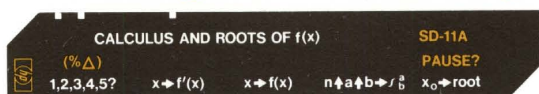
f **b** \longrightarrow 0.00 (Inverse wurde berechnet)

f **c** \longrightarrow 7.86 (I_1)

(I_2)

6.16 (I_3)

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$



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

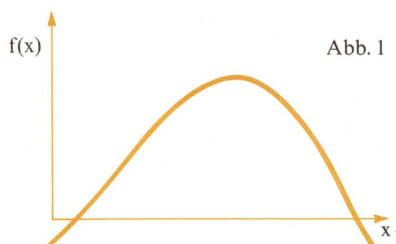


Abb. 1

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

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

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

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

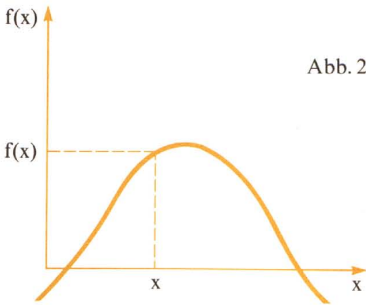


Abb. 2

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

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

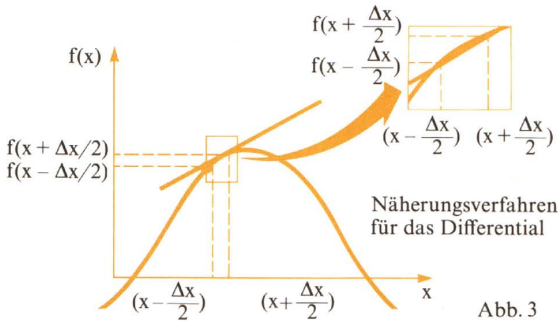


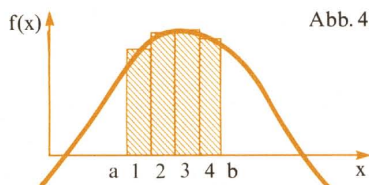
Abb. 3

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

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

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

Die Programmtaste **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.



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

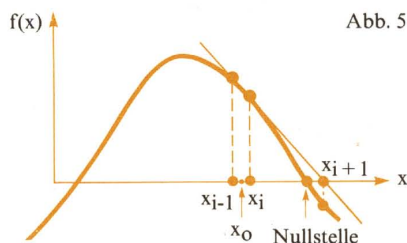
Häufig stellt sich einem die Aufgabe, eine Gleichung zu lösen, die sich in expliziter Form nicht darstellen läßt. Eine solche Funktion ist beispielsweise

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

die im Beispiel 4 gelöst wird.



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

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



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

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

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

Anmerkungen:

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

Die Register R₁ – R₈ und 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 Abändern des Schätzwertes für x_0 unter Umständen erreichen, daß das Verfahren jetzt gegen eine andere Nullstelle konvergiert.

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

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

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

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

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 Programmkarte 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** **TT** 2 **÷** **D** _____ → 1.685750251

Integration über zehn Teilintervalle:

10 **↑** 0 **↑** **h** **TT** 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 Programmkarte unter Marke 2. Schalten Sie den PAUSE-Modus ein und beobachten Sie, wie die Routine gegen die Lösung konvergiert. Wenn Sie zuvor bereits das Beispiel 1 oder 3 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen. Speichern Sie den Wert der Evolute (0.0049819) in R_2 , von wo ihn das Programm bei Bedarf abruft.

Drücken Sie**Anzeige**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO \square 112 **g** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 2 aufrufen:

2 **A** \longrightarrow 2.00

PAUSE-Modus wählen:

DSP 2 **f** **E** \longrightarrow 1.00

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

«0.24»

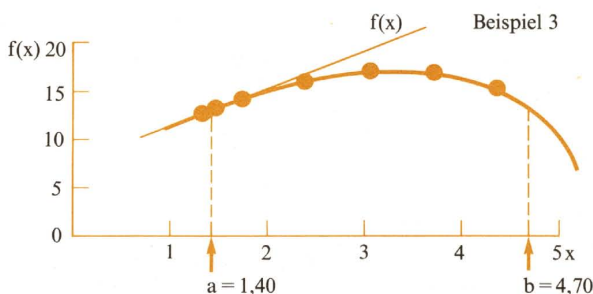
«0.24»

0.24 (rad)

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie**Anzeige**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO \blacksquare 112 **g** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 1 aufrufen:

1 **A** _____ \rightarrow 1.00

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

5 \blacktriangle 1.40 \blacktriangle 4.70 **D** _____ \rightarrow 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]** _____ \rightarrow 2.39

$f(2.39) = 16$

16 **[R/S]** _____ \rightarrow 3.05

$f(3.05) = 17$

17 **[R/S]** _____ \rightarrow 3.71

$f(3.71) = 16.9$

16.9 **[R/S]** _____ \rightarrow 4.37

$f(4.37) = 15.3$

15.3 **[R/S]** _____ \rightarrow 52.40 (Ergebnis)

Ableitung im Punkt $x = a$:

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

$f(1.33) = 12.7$

12.7 **[R/S]** _____ \rightarrow 1.47 $(x + \frac{\Delta x}{2})$

$f(1.47) = 13.3$

13.3 **[R/S]** _____ \rightarrow 4.29 (Steigung)

% Δ wieder auf 0.01% einstellen.

.01 **f** **a** _____ \rightarrow 0.01

Beispiel 4:

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

Da diese Funktion nicht auf Seite 2 der Programmkarte aufgezeichnet ist, müssen Sie sie, mit Schritt 112 beginnend, in den Programmspeicher des Rechners eintasten. Speichern Sie den Koeffizient 3 in R_1 und 10.8074 in R_2 .

Drücken Sie**Anzeige**

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO \blacksquare 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM

112 35 22

f **LBL** 1 _____ \rightarrow

113 31 25 01

f **LN** \times _____ \rightarrow

114 31 52 (1nx)

RCL 1	→	115 34 01
RCL 0	→	116 34 00
×	→	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 Programmkarte sind die Umrechnungsroutinen für folgende physikalischen Größen gespeichert: Länge, Volumen, Kraft und Masse. Die zweite Seite dient der Umwandlung von Temperatur, Energie, Druck, Dichte und Leistung. Beachten Sie, daß immer nur eine Seite der Programmkarte in den Rechner eingelesen und dort gespeichert werden kann.

Umrechnungsfaktoren:

Seite 1 der Programmkarte:

- 1 Zoll (inch, in) = 25,4* Millimeter (mm)
- 1 Fuß (foot, ft) = 0.3048* Meter (m)
- 1 U.S.Gallone (gal) = 3,785411784* Liter (l)
- 1 pound force (lbf) = 4.448221615* Newton (N)
- 1 pound mass (lbm) = 0,45359237* Kilogramm (kg)

Seite 2:

Zwischen Grad Fahrenheit (° F) und Grad Celsius (° C)

besteht folgender Zusammenhang: ° C = (° F - 32)/1,8

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

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

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

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

Anmerkungen:

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

* international festgelegter Umrechnungsfaktor.

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

Seite 1 der Programmkarte einlesen.

3	↑	8	÷	A	→	9.53 (mm)
DSP	0	f	RND	→	10. (mm)	
DSP	2			→	10.00 (mm)	

Anzeige

Beispiel 2:

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

Drücken Sie

Lesen Sie Seite 2 ein.

212	A	→	100.00
0	f a	→	32.00

Anzeige

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)

Anzeige

Beispiel 4:

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

Drücken Sie

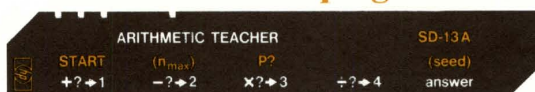
Lesen Sie Seite 1 ein.

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

Anzeige

Notizen

Arithmetik-Lernprogramm



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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

Die Register $R_0 - R_6$ und $RS_0 - RS_9$ werden vom Programm nicht belegt.

Beispiel 1:

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

Drücken Sie**Anzeige**

f a _____	→	0.00	
Größte Zahl soll 8 sein.			
8 f b _____	→	8.00	
Grundrechenart wählen.			
C _____	→	6.8	
48 E _____	→	1.4	
4 E _____	→	7.3	
21 E _____	→	8.8	
64 E _____	→	7.7	
49 E _____	→	7.4	
28 E _____	→	7.6	
40 E _____	→	}	Fehler
45 E _____	→		
42 E _____	→	4.2	
8 E _____	→	8.6	
48 E _____	→	8.8	
64 E _____	→	8.7	
56 E _____	→	8.6	
48 E _____	→	5.8	
40 E _____	→	6.7	
40 E _____	→		Fehler
42 E _____	→	5.8	
40 E _____	→	8.4	
32 E _____	→	4.6	
24 E _____	→	7.4	
28 E _____	→	4.4	
16 E _____	→	4.7	
28 E _____	→	18.0	(richtig)
		20.0	(insgesamt)
		90.0	(% richtig)

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

Beispiel 2:

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

Drücken Sie**Anzeige**

10 f b _____	→	10.0
D _____	→	4.0
		30.06
5 E _____	→	70.07
10 E _____	→	30.06

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

Fehler

(richtig)
(insgesamt)
(% richtig)

Notizen

Mondlandung



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

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

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

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

Notizen

Diagnostik-Programm



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

-7.77777770-77

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

Kartenleser, Programmspeicher, Programmsteuerung, Zahleneingabe, Stackregister, **[X≠Y]**-Operation, **[R↑]**-Operation, Pause-Befehl oder Anzeige.

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

1. 07

10.000 06

1.0000 07

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

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

Fehlerverursachende Funktionen, Befehle oder Register	Code
[ST 1] , [RC 1] , R ₀ , [GTO 0] , [LBL 0] , [X=Y] , [X≠Y]	0
[ISZ @] , R ₁	1
R ₂	2
R ₃	3
R ₄	4
R ₅	5

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

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

Anmerkung:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Programm einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Diagnose starten.		<input type="text"/> A <input type="text"/>	-7.77777770-77
3	Ergebnisse mit Code-Tabelle vergleichen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Notizen

Programm-Liste

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

Notizen

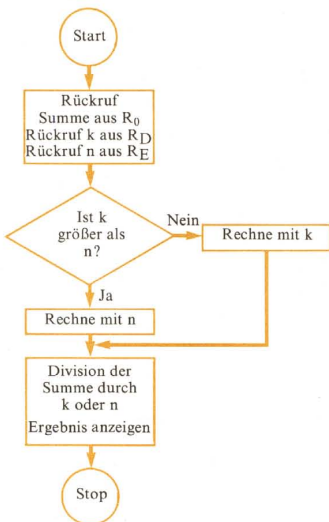
Vergleichsfunktionen

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

Das Unterprogramm enthält folgende Befehle: **LBL D**, **RCL 0**, **RCL E**, **RCL D**, **$x \leq y$** , **$x \neq y$** , **$R \uparrow$** , **\div** , **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 $\boxed{x \leq y}$ (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, $\boxed{x \div y}$, wird ausgeführt. Wäre k kleiner als 6, beispielsweise 4, dann würde der Befehl $\boxed{x \div y}$ 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
z: Summe
y: 6
x: 15 } vertauscht

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

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

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

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

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

Gleitender Durchschnitt

001	*LBLA	Löschen der Speicherregister	057	R4	Pause zur Anzeige von n														
002	CLR6		058	F70															
003	P75		059	*LBLB															
004	CLR6		060	XZ1															
005	1	Sprung nach A, falls n < 1 oder n > 22	061	F00															
006	X=V0		062	GT00															
007	GT01		063	PSE															
008	CLX		064	*LBLC															
009	+ 2		065	RCL0															
010	2		066	PCLD															
011	XZY		067	+															
012	X=V0		068	ENT+															
013	GT01		069	F00															
014	ST0D	Speichere n in R _D und (n + n/100) in R ₁	070	PRTX															
015	1		071	RTN															
016	+		072	*LBLE															
017	+		073	MDTA															
018	ST01		074	RTN															
019	INT		075	*LBLE															
020	RTN		076	F00															
021	*LBL1		077	GT00															
022	R4	Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe	078	1															
023	*LBL4		079	SF0															
024	PSE		080	PTN															
025	GT04		081	*LBLE															
026	*LBLA	k um 1 erhöht	082	0															
027	F00	k und Eingabewert anzeigen, falls Flag 0 gesetzt	083	CF0															
028	SPC		084	RTN															
029	RCLC		085	*LBLC															
030	1		086	SPC															
031	+		087	0															
032	F00		088	*LBL3															
033	PRTX		089	RCLD															
034	XZY		090	X=V0															
035	F00		091	RTN															
036	PRTX		092	1															
037	RCL1	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere	093	+															
038	ST+0	Eingabewert	094	+															
039	XZY		095	RCL1															
040	ST01		096	X=V0															
041	ST+0		097	FRC															
042	R4	Speichere k	098	ST01															
043	XZY		099	1S21															
044	ST0E		100	RCL1															
045	RCLD	Falls n ≤ k: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	101	PRTX															
046	X=V0		102	R4															
047	GSB6		103	1															
048	DS21	Falls 1 ≠ 0: Sprung nach 5 zur Anzeige	104	+															
049	GT05		105	GT03															
050	RCL1		106	*LBLE															
051	1	Rücksetzen des Index für neue Schleife	107	RCL0															
052	0		108	RCLC															
053	1		109	RCLD															
054	X	Anzeige des Durchschnitts oder n	110	X=V0															
055	ST01		111	XZY															
056	*LBL5		112	R4															
REGISTER																			
0	Σ	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	I	Kontrolle								

113	+	-24			
114	RTN	24			
115	R/S	50			

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E		FLAGS	TRIG	DISP
x→"k,"Avg	W DATA	→VAL	→AVG		0	ON OFF		
n	P?				1	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
belegt	Fehler				2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
Anzeige				Fehler	3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

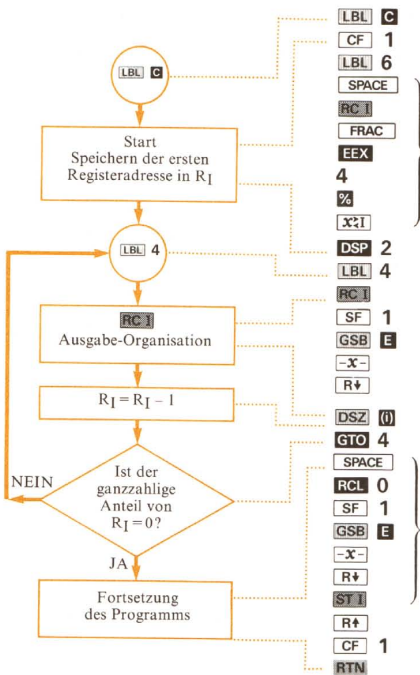
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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

Der **DSZ I**-Befehl dient dazu, den Vorteil des **RC I**-Befehls und weiterer indirekter Adressierungsbefehle voll auszuschöpfen. Mit einem **DSZ I**-Befehl wird der Inhalt des I-Registers um 1,00 verringert. Anschließend wird der Inhalt von I mit Null verglichen. Ist der 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 **RC I**. Hier sollen die Werte der Zeilensummen nacheinander aus den Speichern zurückgerufen und ausgegeben werden.

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



Speichern der ersten
Registeradresse in R1

indirekter Speicherrückruf
Falls Flag gesetzt: Berechnung
des prozentualen Anteils
Ausgabe
Wert aus dem X-Register entfernen
1 abziehen und Vergleich mit Null
Neuer Schleifendurchlauf, wenn
 $R_1 \neq 0$

Vollständige Ausgabe

Tabulator

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GT	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt
A	B	C	D	E	F	Index			
001	*LBL0				057	*LBL1			
002	CF2				058	6			
003	CRG				059	ENT↑			
004	PS				060	ENT↑			
005	CLRG				061	R↑			
006	INT				062	RTN			
007	1				063	*LBL8			
008	X>Y?				064	F2?			
009	GT02				065	GT01			
010	CLX				066	ISZ!			
011	2				067	-			
012	4				068	LSTX			
013	XZ?				069	ST-0			
014	X<Y?				070	ST-i			
015	GT00				071	F0?			
016	GT07				072	SPC			
017	*LBL0				073	RTN			
018	1				074	*LBL1			
019	%				075	R↑			
020	+				076	RCL1			
021	ST01				077	FRC			
022	0				078	1			
023	ENT↑				079	+			
024	ENT↑				080	ST01			
025	ENT↑				081	R↓			
026	RTN				082	-			
027	*LBLA				083	LSTX			
028	F2?				084	ST-0			
029	GSB1				085	ST-i			
030	ST+i				086	F0?			
031	ST+0				087	SPC			
032	XZ?				088	RTN			
033	R↓				089	*LBL6			
034	+				090	F0?			
035	LSTX				091	GT00			
036	F0?				092	SF0			
037	PRTX				093	CLX			
038	DSZ1				094	SPC			
039	RTN				095	1			
040	F0?				096	RTN			
041	SPC				097	*LBL0			
042	SF2				098	CF0			
043	RCL1				099	CLX			
044	EEX				100	0			
045	4				101	RTN			
046	%				102	*LBLC			
047	+				103	CF1			
048	ST01				104	*LBL6			
049	CLX				105	SPC			
050	ENT↑				106	RCL1			
051	R↑				107	FRC			
052	F0?				108	EEX			
053	PRTX				109	4			
054	F0?				110	%			
055	SPC				111	XZ1			
056	RTN				112	DSP2			

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

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

Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

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

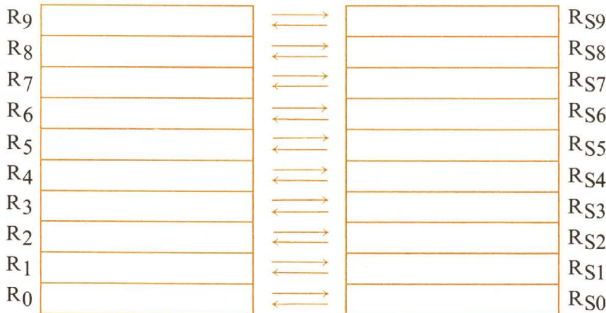
P↔S

Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister

I

R_E
R_D
R_C
R_B
R_A



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

Σx	→	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 r^2 zur Verfügung stehen. Da die Summen jedoch in den Sekundärspeicherregistern stehen, können sie nicht unmittelbar durch die Speicher- und Rückruffbefehle erreicht werden. Wiederum ist die Tastenfunktion **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.

RTN

Kurvenanpassung

001 *LBLa	Flag für Pause-Modus umschalten.	057 XZY	Löschen des Pause-Flags
002 6		058 PRTX	
003 F2?		059 XZY	
004 RTN		060 PRTX	
005 1		061 SF2	
006 SF2		062 RTN	
007 RTN		063 *LBLb	Setzen des Flags für Σ -
008 *LBLb	Löschen der Register und Flags für lineare Regression	064 SF3	ggf. Löschanzeige drücken
009 CF0		065 F2?	
010 CF1		066 GSB3	Eingaben löschen
011 P \pm S		067 GT08	Austausch Primär- und Sekundärregister
012 CLRG		068 *LBLc	
013 P \pm S		069 P \pm S	Berechnung von b
014 1		070 SPC	
015 RTN		071 RCL8	
016 *LBLc	LBL b aufrufen, Flag setzen für Exponentialfunktion	072 RCL4	
017 GSBb		073 RCL6	
018 SF1		074 X	
019 RTN		075 RCL9	
020 *LBLd	LBL b aufrufen, Flag setzen für Logarithmusfunktion	076 +	
021 GSBb		077 -	
022 SF0		078 ENT \uparrow	
023 RTN		079 ENT \uparrow	
024 *LBLd	LBL d aufrufen, Flag setzen für Potenzfunktion	080 RCL4	
025 GSBd		081 X 2	
026 SF1		082 RCL9	
027 RTN		083 +	
028 *LBLA	Flag für Σ - löschen	084 RCL5	
029 CF3		085 XZY	
030 *LBL8		086 -	
031 F2?	Falls Flag 2, Anzeige	087 +	
032 GSB9		088 ST08	
033 ST0D		089 X	Berechnung von r^2
034 F1?	Falls Flag 1, ln y	090 RCL6	
035 LN		091 X 2	
036 XZY		092 RCL9	
037 ST0C	Falls Flag 0, ln x	093 +	
038 F0?		094 CHS	
039 LN		095 RCL7	
040 F3?	Falls Flag 3, Σ -	096 +	
041 GT08		097 +	
042 Σ +	Berechnung der Summen	098 PRTX	
043 *LBL7	Berechnung von $i+1$	099 RCL6	
044 ENT \uparrow		100 RCL4	Berechnung von a
045 1		101 RCLB	
046 +		102 X	
047 RCLC	Eingaben im Stack-register umordnen für evtl. Löschen	103 -	
048 XZY		104 RCL9	
049 RCLD		105 +	
050 XZY		106 F1?	
051 RTN		107 e x	
052 *LBL0	Subtraktion von den Summen	108 ST0A	
053 Σ -		109 PRTX	Ausgabe von a und b
054 GT07		110 RCLB	Austausch der Primär- und Sekundärregister
055 *LBL9	Anzeige der Eingaben	111 PRTX	
056 SPC		112 P \pm S	

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

113	RTN	Umordnen der	169	÷	Exponenten berechnen-
114	#LBL1	Koeffizienten in den	170	F0?	Zur Potenz gehe nach 1
115	STOE	Stackregistern zur	171	GT01	
116	RCLA	Berechnung von	172	LN	Berechnung mit der
117	RCLB	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	173		Exponentialfunktion
118	RCLC	Falls Flag 1, Berechnung	174	F2?	
119	F1?	mit der Potenz- oder	175	GT09	Pause für Anzeige?
120	GT01	Exponentialfunktion	176	RTN	
121	F0?	Logarithmus?	177	#LBL1	Stop
122	LN		178	X \rightarrow Y	Berechnung mit der
123	x		179	Y \times	Potenzfunktion
124	+	Berechnung mit linearer	180	F2?	Pause für Anzeige?
125	F2?	od. Logarithmusfunktion	181	GT09	
126	GT09	Pause für Anzeige?	182	RTN	Stop
127	RTN	Stop	183	R/S	
128	#LBL1	Falls Flag 0, Kurvenan-			
129	F0?	passung f. Potenzfunktion			
130	GT02				
131	x	Berechnung mit			
132	e \times	Exponentialfunktion			
133	x				
134	F2?	Pause für Anzeige?			
135	GT09				
136	RTN	Stop			
137	#LBL2				
138	X \rightarrow Y	Berechnung mit			
139	Y \times	Potenzfunktion			
140	x				
141	F2?				
142	GT09	Pause für Anzeige?			
143	RTN	Stop			
144	#LBL3				
145	SPC	Hinweis «-1» anzeigen			
146	1				
147	CHS				
148	PRTX				
149	SF2				
150	R↓				
151	RTN				
152	#LBLD	Umordnen der			
153	STOE	Koeffizienten in den			
154	RCLB	Stackregistern zur			
155	1/X	Berechnung von			
156	RCLA	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}			
157	RCLC				
158	X \rightarrow Y				
159	F1?	Potenz- oder			
160	GT01	Exponentialfunktion?			
161	-	Berechnung mit linearer			
162	x	od. Logarithmusfunktion			
163	F0?	Logarithmisch			
164	e \times				
165	F2?	Pause für Anzeige?			
166	GT09				
167	RTN	Stop			
168	#LBL1				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A $x_i \uparrow y_i(+)$	B $x_i \uparrow y_i(-)$	C $\rightarrow r^2, a, b$	D $y \rightarrow \hat{x}$	E $x \rightarrow \hat{y}$	0 Log	FLAGS		DISP
a P?	b LIN?	c EXP?	d LOG?	e Potenz?	1 Exp	ON OFF	TRIG	FIX
0 $\Sigma-$	1 belegt	2 Potenz	3	4	2	0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	n <input type="checkbox"/>
5	6	7 Anzeige	8 $\Sigma-$	9	3 $\Sigma-$	3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

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	ΔTage berechnen	057 X?Y		
002 RCL4	und 3 als	058 RCL6		
003 RCLC	Steuercode anzeigen	059 ÷		
004 -		060 INT		
005 3		061 -		
006 GT08		062 ST08		
007 #LBLB	ΔTage berechnen	063 RCL7		(m' - 1).dd zur
008 RCL3	und 4 als Steuercode	064 1		Anzeige
009 RCLC	anzeigen	065 RCL8		zusammensetzen
010 +		066 %		
011 4		067 -		
012 #LBL0	Steuercode speichern	068 -		
013 ST01		069 RCL7		m' - 1 und y' in
014 R4	Konstanten	070 1		m und y ändern
015 3	speichern	071 4		
016 6		072 ÷		
017 5		073 GSB2		
018 .		074 RCL9		Endergebnis als
019 2		075 EEX		mm.ddyyyy
020 5		076 6		anzeigen
021 ST05		077 ÷		
022 3		078 +		
023 0		079 DSP6		
024 .		080 RTN		
025 6		081 #LBL1		Eingabedatum in seine
026 0		082 R4		Bestandteile mm,
027 0		083 ENT†		dd, yyyy zerlegen
028 1		084 INT		
029 ST06		085 ST07		
030 R4	ΔTage anzeigen	086 -		
031 R4		087 EEX		
032 F3?	Falls Dateneingabe,	088 2		
033 GT01	GTO 1	089 x		
034 ST0i	ΔTage entsprechend	090 ENT†		
035 1	dem Steuercode	091 INT		
036 2	speichern	092 ST08		
037 2	y' berechnen	093 -		
038 .		094 EEX		
039 1		095 4		
040 -		096 x		
041 RCL5		097 ST09		
042 ÷		098 RCL7		m + 1
043 INT		099 1		
044 ST09	m' berechnen	100 +		
045 RCL5		101 ENT†		m + 1 → m'
046 x		102 1/X		
047 INT		103 .		y → y'
048 RCL i		104 7		
049 -		105 +		
050 CHS		106 CHS		
051 ST04		107 GSB2		
052 RCL6		108 RCL6		Anzahl der Tage
053 ÷		109 x		berechnen
054 INT	Tag im Monat	110 INT		
055 ST07	berechnen	111 RCL9		
056 RCLA		112 RCL5		
REGISTER				
0	1	2	3 d ₁	4 d ₂
			5 365.25	6 30.6001
S0	S1	S2	S3	S4
			S5	S6
			S7	S8
				S9
A belegt	B	C ΔTage	D	E
				I Kontrolle

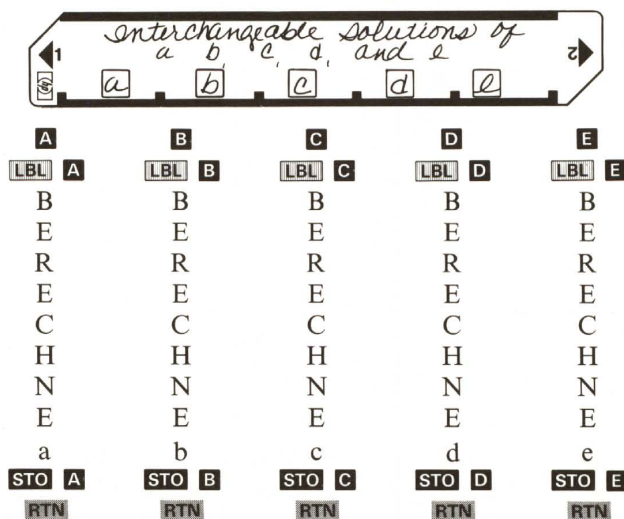
113	x				169	XZV			
114	INT				170	FRC			
115	+				171	1			
116	RCL8				172	0			
117	+				173	x			
118	STO1				174	+			
119	1				175	STOC			
120	7				176	RTN			
121	2				177	*LBL5			
122	0				178	SF3			
123	9				179	RCL5			
124	8				180	5			
125	2				181	GSB0			
126	+				182	RCL1			
127	DSP0				183	5			
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	*LBLD								
148	F3?								
149	GTO4								
150	GSBC								
151	DSP1								
152	*LBL3								
153	7								
154	÷								
155	INT								
156	LSTX								
157	FRC								
158	.								
159	7								
160	x								
161	+								
162	RTN								
163	*LBL4								
164	DSP0								
165	ENT↑								
166	INT								
167	7								
168	x								

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A ↔DT ₁	B ↔DT ₂	C ↔ΔDays	D ↔ΔW.Days	E DT→DOW	0	FLAGS	TRIG	DISP
a	b	c	d	e	1	ON OFF		
0 Calc	1 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	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 type="checkbox"/>

Berechnungen verschiedener Variablen

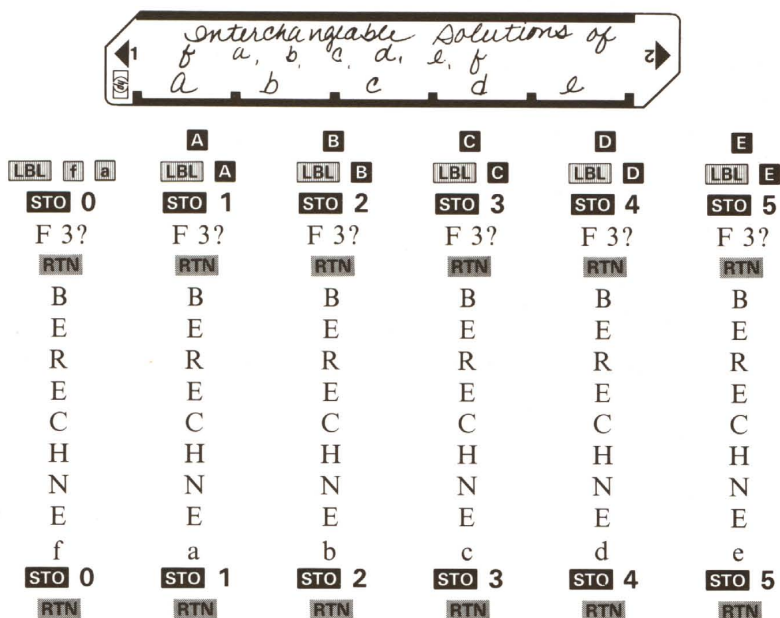
In Programmen wie «Renten- und Zinseszinsrechnungen» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders 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 für n	057	ST05	absp. von i+1 in R5
002	0		058	ST07	i+1 in R7 abspeichern
003	ST04	Unterprogramm-berechnung	059	RCLA	(i+1) ⁻ⁿ berechnen und in R8 abspeichern
004	GSB0		060	CHS	
005	RCLC		061	Y*	
006	LSTX	n berechnen und in R _A abspeichern	062	ST08	FV(i+1) ⁻ⁿ
007	-		063	RCLC	
008	RCLD		064	x	
009	LSTX		065	1	[1-(i+1) ⁻ⁿ] berechnen und in R4 abspeichern
010	-		066	RCL8	
011	÷		067	-	
012	LN		068	ST04	Berechnung von ±(PMT/i)
013	RCL7		069	RCLC	(- gilt, falls Modus vorschüssige Annuitäten)
014	LN		070	RCL9	abspeichern in R5
015	÷		071	÷	
016	ST04		072	F1?	
017	RTN		073	CHS	
018	*LBLC	1 für PMT abspeichern	074	ST03	
019	1		075	RCL5	Berechnung von $\frac{+PMT}{i} [1-(1+i)^{-n}]$
020	ST0C	Unterprogramm-berechnung	076	x	
021	GSB0		077	x	
022	1/X		078	RTN	
023	RCLD	PMT berechnen und in R _C abspeichern	079	*LBLA	Beginn mit Löschen der Register für PMT, PV, FV (BAL) und des Flags für vorschüssige Annuitäten
024	R+		080	CLX	
025	-		081	ST0C	
026	x		082	ST0D	
027	ST0C		083	ST0E	
028	RTN		084	CF0	
029	*LBLD	1 für PV abspeichern	085	RTN	
030	1		086	*LBLB	Flag für vorschüssige Annuitäten umschalten
031	ST0D		087	F0?	
032	GSB0	Unterprogr.-berechnung	088	ST01	
033	+		089	1	
034	ST0D	PV berechnen und in R _D abspeichern	090	SF0	
035	RTN		091	RTN	
036	*LBLC	Unterprogramm-berechnung	092	*LBL1	
037	GSB0		093	0	
038	RCLD	FV oder BAL berechnen und in R _E abspeichern	094	CF0	
039	X↔Y		095	RTN	R _B für Summe der Zinsperioden löschen
040	-		096	*LBLB	
041	RCL8		097	0	
042	÷		098	ST0B	Adresse von R _B in I abspeichern für indirekte Adressierung
043	ST0E		099	2	
044	RTN		100	1	
045	*LBL0	FV-Flag löschen	101	ST01	
046	CF1		102	RCLC	FV, n und PMT in Stack zurückrufen
047	RCLD	Falls PV = 0, Setzen des FV-Flags	103	RCLA	
048	X=0?		104	RCLC	Ist PMT = 0, Sprung zur Berechn. von n, i, PV, FV
049	SF1		105	X=0?	
050	1	Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten (r _s = 1)	106	GT08	Schätzwert von nPMT + BAL
051	ST05		107	x	
052	RCLB	i als Dezimalzahl in R ₉ abspeichern	108	+	
053	%		109	RCLD	Ist PV = 0, Sprung zum Schätzwert für FV
054	ST09		110	X=0?	
055	+	i+1 berechnen	111	GT03	
056	F0?	Falls AD-Flag gesetzt,	112	-	Schätzwert von PV für i

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

113	RCL4	$n \text{PMT} + \text{BAL} - \text{PV}$	169	+				
114	\div	n	170	RCLC				
115	RCLD	und Rückruf von PV	171	\times				
116	GT04		172	RCL9				
117	*LBL3	Schätzwert von FV für i	173	\div				
118	RCL6	Zähler: $2(\text{FV} - n\text{PMT})$	174	RCL6				
119	LSTX		175	RCL6				
120	-		176	\times				
121	ENT1		177	-				
122	+	und Nenner:	178	\div				
123	RCL4	$(n-1)^2 \text{PMT} + \text{FV}$	179	CHS				$f(i)/f(i)$
124	1		180	GSB5				$f(i)/f(i)$ vom gegen-
125	-		181	RCL6				wärtigen i abziehen
126	$\times 2$		182	\div				Neue Schleife, wenn
127	RCLC		183	RND				Wert ungleich 0
128	λ		184	$X \neq 0$				
129	RCL6		185	GT06				
130	+		186	RCL6				
131	*LBL4	Schätzwert für i	187	RTN				Stop und Anzeige
132	\div		188	*LBL6				
133	.	Ist der Schätzwert	189	RCL6				Berechnung von i bei
134	.9	kleiner als 0,9,	190	RCLD				Aufgaben mit n, i, PV
135	CHS	wähle für ihn 0,9	191	\div				und FV
136	$X \neq Y$		192	RCL4				
137	$X \neq Y$		193	1/X				
138	GSB5	Speichern des Schätz-	194	Y^X				
139	$X = 0$	wertes als Prozentwert	195	1				
140	RTN	Stop, falls Schätzwert	196	-				
141	*LBL6	$= 0$	197	*LBL5				
142	GSB0	Berechnung von f(i)	198	EEV				i in Prozent umrechnen
143	+		199	2				und zu r_B addieren
144	F1?		200	\times				
145	CHS		201	ST+i				
146	RCLD		202	RTN				
147	-		203	*LBL6				Anzeige von n, i, PMT,
148	RCL8	Berechnung von $f(i)$	204	SPC				PV und FV bzw. BAL.
149	RCL4		205	RCL4				
150	RCL7		206	PRTX				
151	\div		207	RCL6				
152	\times		208	PRTX				
153	F1?		209	RCLC				
154	CLX		210	PRTX				
155	ST06		211	RCLD				
156	F1?		212	PRTX				
157	R4		213	RCL6				
158	F1?		214	PRTX				
159	LSTX		215	RTN				
160	RCL4		216	R/S				
161	RCL9							
162	\div							
163	-							
164	RCL5							
165	\times							
166	F0?							
167	RCL4							
168	F0?							

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A n	B i	C PMT	D PV	E FV(BAL)	F AD	PV = 0	FLAGS	TRIG	DISP
¹ Start	² AD	³	⁴	⁵	⁶	⁷	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁸ berechnen	⁹ AD	¹⁰	¹¹ FV Schätzw	¹² Schätzwert	¹³	¹⁴	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
¹⁵ i → %	¹⁶ Schleife	¹⁷	¹⁸ FV, PV-i	¹⁹	²⁰	²¹	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
							3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Indirekte Programmverzweigung

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

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

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

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

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

Notizen

[illegible]

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

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A Start	B Var	C Const	D End	E Follow	F	FLAGS		TRIG	DISP
1 +	2 -	3 x	4 ÷	5 %	1	ON	OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
6 belegt	7 +	8 -	9 x	10 ÷	2	0	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
11 %	12 var	13 const	14	15 Fehler	3	1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>
						3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Variable Eingabe

In vielen Fällen ist es zweckmäßig, einer Programmtaste mehr als eine Eingabe-Variable zuzuordnen. Im Programm *Dreiecksberechnungen* werden die Längen aller drei Seiten mit einem einzigen Druck auf die Taste **A** eingegeben. Vor dem Drücken dieser Programmtaste sind die Daten (S₁, S₂ und S₃) 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: S₁

Y: S₂

X: S₃

Im angezeigten X-Register steht der Wert S₃.

Für den korrekten Programmablauf muß jetzt S₁ nach R₉, S₂ nach R_B und S₃ nach R_D gespeichert werden. Da S₃ im X-Register steht, kann es mittels **STO D** auf einfache Weise nach R_D gespeichert werden. Jetzt muß der Wert S₂ in das X-Register verschoben werden, damit auch er über den entsprechenden **STO**-Befehl in das gewünschte Register kopiert werden kann. Dazu wird der **R←**-Befehl in Speicherzeile 003 verwendet. Dabei wird der Inhalt von Y nach X, der von Z nach Y und der Inhalt von T nach Z geschoben. Der Inhalt von X wird dafür in das T-Register umgespeichert. Nach Ausführung der Tastenfolge **R← STO B**, die den Wert S₂ nach R_B speichert, stehen die Daten wie folgt im Stack:

T: S₂

Z: unbekannter Wert

Y: S₁

X: S₂

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

T: S₂

Z: S₃

Y: unbekannter Wert

X: S₁

Die vollständige Tastenfolge zum Abspeichern der Daten lautet demnach:

LBL **A**

STO **D** (S₃ speichern)

R↓

STO **B** (S₂ speichern)

R↓

STO **9** (S₁ speichern)

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

Dreiecksberechnungen





001 #LBLA	Länge der Seiten speichern	057 RCLA	GSB-Routine f. 3. Winkel
002 STOD		058 GSB0	
003 R4		059 STOC	$Y = S_1 \sin A_3$
004 STOB		060 RCLE	
005 R4		061 RCL9	$X = S_1 \cos A_3$
006 ST09		062 +R	
007 R4	$P = (S_1 + S_2 + S_3)/2$	063 XZY	$h = X$
008 R4		064 STOB	
009 +		065 RCLC	$Y = \sin A_2$
010 +		066 1	$X = \cos A_2$
011 2		067 +R	
012 ÷		068 R4	
013 ST07		069 ÷	$S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$
014 X²		070 STOB	
015 LSTX		071 P*	$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$
016 RCLB		072 X	
017 X		073 +	
018 -		074 STOD	
019 RCL9	$A_3 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_2)}{S_1 S_3}}$	075 GT01	GTO Anzeige
020 RCLD		076 #LBLC	S_1, A_1 und A_2 speichern
021 X		077 STOC	
022 ÷		078 R4	
023 FX		079 ST0A	
024 COS⁻¹		080 R4	
025 2		081 ST09	
026 X		082 RCLC	GSB-Routine für 3. Winkel
027 ST0E		083 RCLA	
028 SIN	$h = S_1 \sin A_3$	084 GSB0	
029 RCL9		085 RCL9	Stack für S_1, A_1 -Lösung besetzen
030 X		086 RCLA	
031 STOB		087 GT0E	
032 RCL7		088 #LBLD	S_2, A_1, S_1 speichern
033 X²		089 STOB	
034 LSTX		090 R4	
035 RCL9		091 ST0A	
036 X		092 R4	
037 -		093 ST09	
038 RCLB		094 RCLA	
039 ÷		095 RCLB	
040 RCLD	$A_2 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_1)}{S_2 S_3}}$	096 +R	
041 ÷		097 RCL9	$S_3^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 S_2$ $\cos A_1$
042 FX		098 -	
043 COS⁻¹		099 +P	
044 2		100 STOD	
045 X		101 RCL9	
046 STOC		102 RCLB	S_1, S_2 und S_3 zurückrufen, GTO A
047 RCLE	GSB-Routine für 3. Winkel	103 RCLD	
048 GSB0		104 GT0A	A_2, S_2, S_1 speichern
049 ST0A	GTO Ausgabe	105 #LBL E	
050 GT01		106 STOC	
051 #LBLB	A_1, S_1 und A_3 speichern	107 R4	
052 ST0A		108 STOB	
053 R4		109 R4	
054 ST09		110 ST09	
055 R4		111 RCLC	
056 ST0E		112 SIN	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	h	S1
A	A1	B	S2	C	A2	D	S3	E	A3

113	RCLB				169	2	
114	x				170	÷	
115	RCL9	$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{S_2 \sin A_2}{S_1} \right)$			171	PRTX	
116	÷				172	RTN	
117	SIN ⁻¹				173	#LBL9	
118	STOE				174	R4	
119	RCLC	GSB-Routine für			175	R4	
120	GSB0	3. Winkel			176	RTN	
121	STOA	A_3, S_1 und A_1			177	R4S	
122	RCLC	zurückrufen, GSB B					
123	RCL9						
124	RCLA						
125	GSB6						
126	RCL9	Stop, falls einzige					
127	RCLB	Lösung					
128	X↔Y?						
129	GT09						
130	RCLC	2. Winkel für					
131	COS	Alternativlösung					
132	CHS	berechnen					
133	COS ⁻¹						
134	STOE						
135	RCLC	GSB-Routine für					
136	GSB0	3. Winkel					
137	STOA	A_3, S_1 und A_1					
138	RCLC	zurückrufen, GSB B					
139	RCL9						
140	RCLA						
141	GT0B						
142	#LBL0	3. Winkel = \cos^{-1}					
143	+	[$-\cos(A+B)$]					
144	COS						
145	CHS						
146	COS ⁻¹						
147	RTN						
148	#LBL1						
149	SPC	Werte mit S_1					
150	SPC	beginnend anzeigen.					
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	RCLC						
164	PRTX						
165	SPC						
166	RCLS	Fläche = $(S_1 S_3 \sin A_3)/2$					
167	RCLD	berechnen und					
168	x	anzeigen.					

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E	0	FLAGS	TRIG	DISP
S_1, S_2, S_3	A_3, S_1, A_1	S_1, A_1, A_2	S_1, A_1, S_2	S_1, S_2, A_2	1	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
3. Winkel	Druck				2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
					3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

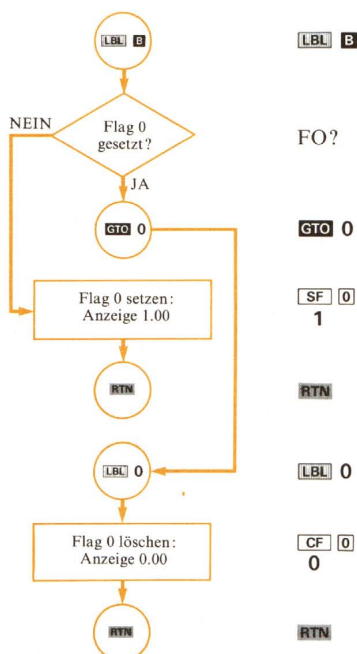
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

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   den Pause-Modus beliebig ein- oder ausschalten. Der Modus ändert sich mit jedem Drücken der Tasten  ; entsprechend wird entweder 1.00 oder 0.00 angezeigt. Dabei bedeutet die Anzeige 1.00, daß der Pause-Modus eingeschaltet ist und 0.00, daß die Eingabedaten nicht angezeigt werden.

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

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

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020



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

Vektor-Operationen

001 *LBL0	2- oder 3dimensionale Vektorrechnung auswählen	057 SIN	überspringen						
002 F1?		058 *LBL0	Vektorcode nach T						
003 GT00		059 R+							
004 SF1		060 CLX							
005 3		061 RCL1							
006 RTN		062 R+							
007 *LBL0		063 F0?	Eingabewert anzeigen?						
008 2		064 PRST	Umwandlung S→C						
009 CF1		065 X≠Y							
010 RTN		066 1							
011 *LBL6	Pause-Modus wählen	067 +R							
012 F0?		068 R+							
013 GT00		069 R+							
014 SF0		070 +R							
015 1		071 X≠Y							
016 RTN		072 R+							
017 *LBL0		073 X≠Y							
018 CF0		074 X							
019 0		075 LSTX							
020 RTN		076 R+							
021 *LBLD	Betrag speichern und Code 1 eingeben	077 X							
022 ST07		078 GT02	C→S beginnen						
023 1		079 *LBL0	Falls 2D-Modus, dann 0 nach Z						
024 GT00		080 R+							
025 *BLE	Betrag speichern und Code 2 eingeben	081 R+							
026 ST08		082 F1?							
027 2		083 GT00							
028 *LBL0		084 CLX							
029 SF2	GSB S→C Routine	085 *LBL0							
030 GSB5		086 R+	0 nach T						
031 GT01	GTO Speicherroutine	087 CLX							
032 *LBL1		088 R+							
033 ST09	1. Vektor speichern	089 F0?	Eingabewert anzeigen?						
034 R+		090 PRST	Umwandlung C→S						
035 ST0A		091 *LBL6							
036 R+		092 +P							
037 ST0B		093 X≠Y							
038 1		094 X<0?							
039 RTN		095 GSB3							
040 *LBL2	2. Vektor speichern	096 R+							
041 ST0C		097 X≠Y							
042 R+		098 F1?							
043 ST0D		099 GT00							
044 R+		100 CLX							
045 ST0E		101 *LBL0							
046 2		102 +P							
047 RTN		103 R+							
048 *LBL4	Tastenfeld S→C beginnt	104 X≠Y							
049 0		105 *LBL2							
050 *LBL5		106 R+	0 nach T						
051 ST01	Code speichern	107 CLX							
052 R+		108 R+							
053 F1?	Falls 3D-Modus, « $\pi/2$ nach Z-Register»	109 F2?	Rücksprung						
054 GT00		110 RTN							
055 CLX		111 F0?	Ergebnis anzeigen?						
056 1		112 PRST							
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
y ₁	z ₁	x ₂	y ₂	z ₂					code

113	RTN			169	X \leftrightarrow Y		
114	*LBL3			170	R1		
115	1			171	CLX		
116	CHS			172	R4		
117	COS \rightarrow			173	PRST		
118	+			174	RTN		
119	LSTX			175	*LBLC		
120	+			176	SPC		
121	RTN			177	RCL7		
122	*LBLA			178	RCL8		
123	RCLB			179	X		
124	RCLC			180	1/X		
125	+			181	RCL9		
126	RCLD			182	RCLC		
127	RCLA			183	X		
128	+			184	RCLA		
129	RCLC			185	RCLD		
130	RCL9			186	X		
131	+			187	+		
132	SF2			188	RCLB		
133	GSB6			189	RCLC		
134	PRST			190	X		
135	RTN			191	+		
136	*LBLB			192	PRTX		
137	RCL9			193	X		
138	RCLD			194	LSTX		
139	X			195	X \leftrightarrow Y		
140	RCLA			196	COS \rightarrow		
141	RCLC			197	PRTX		
142	X			198	RTN		
143	-			199	R/S		
144	RCLB			200	R/S		
145	RCLC						
146	X						
147	RCL9						
148	RCLC						
149	X						
150	-						
151	RCLB						
152	RCLD						
153	X						
154	STOI						
155	CLX						
156	RCLA						
157	RCLC						
158	X						
159	RCLI						
160	-						
161	+P						
162	X \leftrightarrow Y						
163	X \leftrightarrow 0 $^\circ$						
164	GSB3						
165	R4						
166	X \leftrightarrow Y						
167	+P						
168	R \leftrightarrow						

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A $\vec{V}_1 + \vec{V}_2$	B $\vec{V}_1 \times \vec{V}_2$	C $\vec{V}_1 \cdot \vec{V}_2$	D $\phi_2 \uparrow \theta_2 \uparrow r_1$	E $\phi_2 \uparrow \theta \uparrow r_1$	F Anz. Pause?			
1 3D/2D?	2 P?	3	4 S \rightarrow C	5 C \rightarrow S	6 2D/3D?			
7 belegt	8 \vec{V}_1	9 \vec{V}_2	10 0 $^\circ$ - 360 $^\circ$	11	12 S \rightarrow C			
13 S \rightarrow C	14 C \rightarrow S	15	16	17	18			

FLAGS		SET STATUS	
ON	OFF	TRIG	DISP
0 <input type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
1 <input type="checkbox"/>	2 <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
2 <input type="checkbox"/>	3 <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
3 <input type="checkbox"/>	4 <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

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

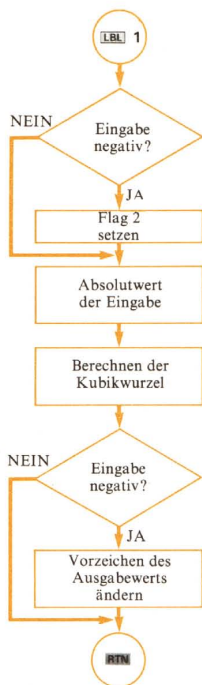
Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

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

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

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

Ablaufdiagramm



Befehle

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

LBL 1

8

-8

X<0?

8

-8

SF 2

8

-8

ABS

8

8

3

3

3

 $\sqrt[3]{x}$

0.333...

0.333...

 y^x

2

2

F7 2

2

2

CHS

2

-2

RTN

2

-2

Polynom-Berechnungen

001 #LBL0	Start: für Grad	057 RCLB							
002 0	des Polynoms 0	058 -							
003 STOE	speichern	059 X<0?	Komplexe Lösung						
004 RTN		060 GT00							
005 #LBL5	a ₀ speichern und	061 JX	x ₁ berechnen						
006 ST01	Grad-Index	062 F2?							
007 1	(= Grad + 1)	063 CHS							
008 RTN	auf 1 setzen	064 +	x ₂ berechnen						
009 #LBL0		065 ±							
010 ST02	a ₁ speichern und	066 LSTX							
011 2	Index auf 2	067 GT06							
012 GT00		068 #LBL0	Imaginärteil						
013 #LBL0		069 ABS	berechnen						
014 ST03		070 JX							
015 3	a ₂ speichern und	071 1	Imaginärcode						
016 GT00	Index auf 3	072 CHS	anzeigen						
017 #LBL5		073 PRX							
018 ST04		074 R4	Imaginärteil nach X						
019 4	a ₃ speichern und	075 #LBL6	x ₂ oder Imaginärteil						
020 #LBL0	Index auf 4	076 PRX	anzeigen						
021 X≠Y		077 #LBL2							
022 X=0?	Größten Index	078 X≠Y	x ₁ oder Realteil						
023 RTN	auffinden	079 PRX	anzeigen						
024 X≠Y		080 RCL4							
025 RCL5		081 #LBL5	Quadratische						
026 X≠Y		082 ST×4	Gleichung in						
027 X>Y?		083 ST×3	ursprüngliche Form						
028 STOE		084 ST×2	zurückführen						
029 X≠Y		085 ST×1							
030 R4		086 R4	Stop und Anzeige						
031 PTN		087 CF2							
032 #LBL6	Beginn der Berechnung	088 RTN							
033 SPC	des Polynoms	089 #LBL4	Beginn für Lösungen						
034 RCL5		090 3	3. Grades durch						
035 ST01	Gradindex nach R ₁	091 ±	Berechnen von Q						
036 ±		092 RCL3							
037 RCL1		093 X²							
038 ST04	Division aller	094 9							
039 1/X	Koeff. durch den Koeff.	095 ÷							
040 GSB5	des größten Index	096 -							
041 RCL1		097 ST00							
042 CHS	Richtigen Polynomgrad	098 3	Q³ berechnen						
043 RCL2	auswählen	099 Y*							
044 GT01		100 ST00							
045 #LBL3	Beginn der	101 RCL3	R berechnen						
046 RCL1	quadratischen Gleichung	102 RCL2							
047 #LBL9		103 X							
048 ST00		104 RCL1							
049 X≠Y	Berechnung:	105 3							
050 CHS	a ₁	106 X							
051 2	2a ₂	107 -							
052 ±		108 6							
053 X<0?	Flag für richtige	109 ±							
054 SF2	Reihenfolge setzen	110 RCL3							
055 ENT1	(a ₁ /2a ₂)² - (a ₀ /a ₂)	111 3							
056 X²		112 Y*							
REGISTER									
0	1 a ₀	2 a ₁	3 a ₂	4 a ₃	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A belegt	B R, X, a ₀ /a ₂		C Q³		D Q		E Grad		I Kontrolle

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

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

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

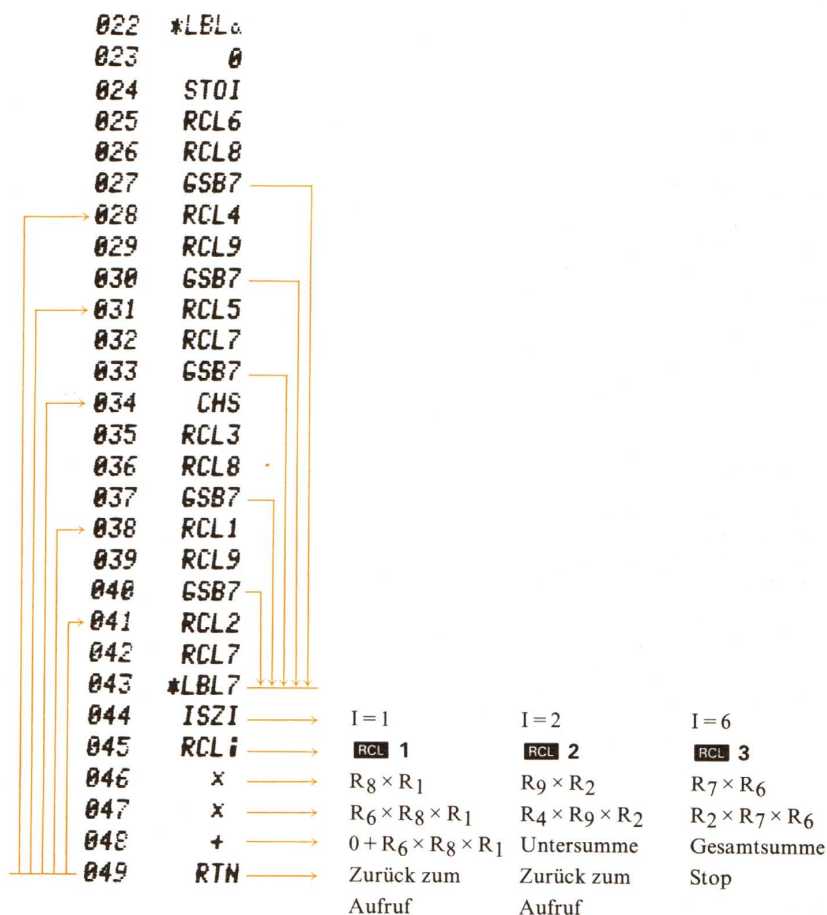
Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

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

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

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

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



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

Matrizenrechnungen (3 × 3-Matrix)

001 *LBL4	0 nach x für	057 RCL 7	
002 0	indirekte Speicherung	058 GSB3	
003 GT05		059 ST00	
004 *LBL6	3 nach x für	060 CLX	
005 3	indirekte Speicherung	061 RCL3	
006 GT05		062 RCL4	
007 *LBL0	6 nach x für	063 X	
008 6	indirekte Speicherung	064 RCL1	
009 GT05		065 RCL6	
010 *LBLD	9 nach x für	066 GSB3	
011 1	indirekte Speicherung	067 STOE	
012 9		068 CLX	
013 *LBL5	Code in R1 speichern	069 RCL2	
014 ST01		070 RCL 7	
015 GSB6	3 Eingabewerte in die	071 X	
016 GSB6	dem Code ent-	072 RCL1	
017 *LBL6	sprechenden Register	073 RCL6	
018 R1	abspeichern	074 GSB3	
019 ISZ1		075 ST01	
020 ST0i		076 CLX	
021 RTN		077 RCL1	
022 *LBL0	Determinante berechnen	078 RCL5	
023 0		079 X	
024 ST01		080 RCL2	
025 RCL6		081 RCL4	
026 RCL8		082 GSB3	
027 GSB7		083 ST00	
028 RCL4		084 CLX	
029 RCL9		085 RCL3	
030 GSB7		086 RCL6	
031 RCL5		087 X	
032 RCL 7		088 RCL2	
033 GSB7		089 RCL9	
034 CHS		090 GSB3	
035 RCL3		091 ST01	
036 RCL8		092 CLX	
037 GSB7		093 RCL2	
038 RCL1		094 RCL6	
039 RCL9		095 X	
040 GSB7		096 RCL3	
041 RCL2		097 RCL5	
042 RCL7		098 GSB3	
043 *LBL7		099 ST03	
044 ISZ1		100 CLX	
045 RCL i		101 RCL5	
046 X		102 RCL9	
047 X		103 X	
048 +		104 RCL6	
049 RTN		105 RCL8	
050 *LBL6	Kehrwert der	106 GSB3	
051 GSB6	Determinante	107 ST02	
052 1/X	berechnen	108 CLX	
053 RCL1		109 RCL6	
054 RCL9	Inverse berechnen	110 RCL 7	
055 X		111 X	
056 RCL3		112 RCL4	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y3	a ₁ , a ₁	a ₂ , a ₂	a ₃ , a ₃	b ₁ , β ₁	b ₂ , β ₂	b ₃ , β ₃	c ₁ , γ ₁	c ₂ , γ ₂	c ₃ , 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
								F	Kontrolle

113	RCL9		169	*LBL1	Erster Wert der Multiplikation
114	GSB3		170	SPC	
115	STO6		171	1	
116	CLX		172	STO1	
117	RCL4		173	GSB1	
118	RCL8		174	STO0	Zweiter Wert der Multiplikation
119	x		175	2	
120	RCL5		176	STO1	
121	RCL7		177	GSB1	
122	GSB3		178	STOE	
123	RCL1		179	3	
124	RCL0	Inverse Werte in richtige Register speichern	180	STO1	Dritter Wert der Multiplikation
125	GSB0		181	GSB1	
126	RCL2		182	STO0	
127	RCL1		183	0	
128	RCL3		184	RCLD	Werte zur Anzeige in Stackregister zurückrufen
129	GSBA		185	RCLC	
130	RCL6		186	RCL0	
131	RCLD		187	RTN	
132	RCLC		188	*LBL1	Multiplikation
133	GSBB		189	0	
134	CLX		190	RCLA	
135	RTN	0 anzeigen und Halt	191	GSB4	
136	*LBL3		192	RCLC	
137	x	Unterprogramm: Inverse	193	GSB4	
138	-		194	RCLC	
139	x		195	GSB4	
140	RTN	Anzeige-Schleife starten	196	PRTX	
141	*LBL5		197	RTN	
142	SPC		198	*LBL4	Unterprogramm Multiplikation
143	1		199	RCL1	
144	STO1		200	x	
145	*LBL2		201	+	
146	RCL1	Register R1 bis R9 anzeigen.	202	ISZ1	
147	PRTX		203	ISZ1	
148	9		204	ISZ1	
149	RCL1		205	PTN	
150	X=Y?		206	R-S	
151	GT00				
152	3				
153	÷				
154	FRC				
155	X=0?				
156	SPC				
157	RCL1				
158	ISZ1				
159	GT02				
160	*LBL0	Register RA bis RC anzeigen.			
161	SPC				
162	RCLA				
163	PRTX				
164	RCLB				
165	PRTX				
166	RCLC				
167	PRTX				
168	RTN				

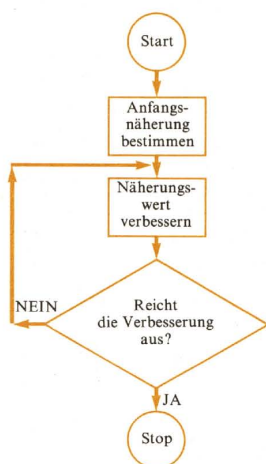
LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E		FLAGS	TRIG	DISP
a ₁ , a ₂ , a ₃	b ₁ , b ₂ , b ₃	c ₁ , c ₂ , c ₃	d ₁ , d ₂ , d ₃	e	0	ON OFF		
→Det	→Inv	→Mult			1	0 <input type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
	mult		inv	mult	2	1 <input type="checkbox"/>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

Iterationsschleifen

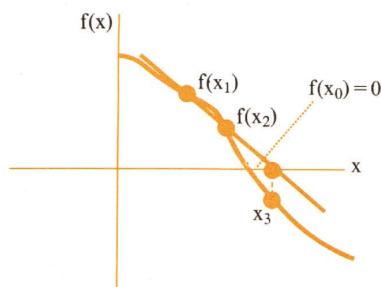
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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

Im Flußdiagramm sieht das folgendermaßen aus:



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



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

Die Gleichung der «regula falsi» lautet:

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

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

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

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

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

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

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

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

001	*LBL1	Unterprogramm:		
002	F S	graphische Lösung		
003	RTN			
004	*LBL2			
005	RAD			
006	TAN	$f(x) = \tan(x) - \ln(x) - x$		
007	LSTX			
008	-			
009	RCL2			
010	-			
011	DEG			
012	RTN			
013	*LBL3			
014	RAD			
015	SIN	$f(\theta) = \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}}$		
016	RCL1			
017	X			
018	X ²			
019	1			
020	X \div Y			
021	-			
022	JX			
023	1/X			
024	DEG			
025	RTN			

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A Function	B x \rightarrow f(x)	C x \rightarrow f(x)	D n \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow f	E x \rightarrow Lösung	F Pause	ON OFF	TRIG	DISP	
% Δ						0 <input type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
belegt	1	2	3	4	5	1 <input type="checkbox"/> ON	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
						2 <input type="checkbox"/> ON	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
	Iteration	Integration				3 <input type="checkbox"/> ON		n <u>2</u>	

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

001 #LBLc	Flag für mm/Zoll	057 1	
002 SF2		058 5	
003 #LBLA		059 F20	
004 2	Eingabe des	060 1/X	
005 5	Umrechnungsfaktors	061 XZY	
006 .		062 x	
007 4		063 RTN	
008 F20	Inch in mm oder	064 #LBLc	Pound/Kilogramm-
009 1/X	mm in Inch?	065 SF2	Umrechnung (Masse)
010 XZY	Stack ordnen für	066 #LBLc	
011 x	LST X	067 .	
012 RTN	Umrechnen	068 4	
013 #LBLb		069 5	
014 SF2	Fuß/Meter-	070 3	
015 #LBLc	Umwandlung	071 5	
016 .		072 9	
017 3		073 2	
018 0		074 3	
019 4		075 7	
020 8		076 F20	
021 F20		077 1/X	
022 1/X		078 XZY	
023 XZY		079 x	
024 x		080 RTN	
025 RTN		081 R/S	
026 #LBLc	Gallon/Liter-		
027 SF2	Umwandlung		
028 #LBLc			
029 3			
030 .			
031 7			
032 8			
033 5			
034 4			
035 1			
036 1			
037 7			
038 8			
039 4			
040 F20			
041 1/X			
042 XZY			
043 x			
044 RTN			
045 #LBLd	Pound/Newton-		
046 SF2	Umwandlung (Kraft)		
047 #LBLd			
048 4			
049 .			
050 4			
051 4			
052 8			
053 2			
054 2			
055 1			
056 6			

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

001 #LBLA	°C = (°F - 32) / 1.8	057 1	
002 3		058 6	
003 2		059 .	
004 -		060 0	
005 1		061 1	
006 .		062 0	
007 8		063 4	
008 +		064 6	
009 RTN		065 3	
010 #LBLa	°F = 1.8 °C + 32	066 F2?	
011 1		067 1/X	
012 .		068 x	
013 8		069 RTN	
014 x		070 #LBLa	hp/W-Umrechnung
015 3		071 SF2	
016 2		072 #LBL	
017 +		073 7	
018 RTN		074 4	
019 #LBLb	BTU-Joule- Umrechnung (British thermal unit)	075 5	
020 SF2		076 .	
021 #LBLB		077 6	
022 1		078 9	
023 0		079 9	
024 5		080 9	
025 5		081 8	
026 .		082 7	
027 0		083 F2?	
028 5		084 1/X	
029 5		085 x	
030 8		086 RTN	
031 5		087 R/S	
032 3			
033 F2?			
034 1/X			
035 X/Y			
036 x			
037 RTN			
038 #LBLc	ps → N/m². Umrechnung		
039 SF2			
040 #LBLC			
041 6			
042 8			
043 9			
044 4			
045 .			
046 7			
047 5			
048 7			
049 2			
050 F2?			
051 1/X			
052 x			
053 RTN			
054 #LBLd	lb/ft³ - kg/m³. Umrechnung		
055 SF2			
056 #LBLD			

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A in-mm	B ft-m	C gal-l	D lbf-N	E lbm-kg	0	ON OFF		
A °F - °C	B Btu-J	C psi-N/m²	D lb/ft³ - kg/m³	E hp-W	1	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	Inv. Oper.	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5	6	7	8	9	3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

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

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

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

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

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

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

* Es können auch andere Eingangswerte gewählt werden; der Quotient aus (Eingangswert $\times 10^7$) und 2 oder 5 darf jedoch keine ganze Zahl ergeben. Es ist außerdem empfehlenswert, von anderen Eingangswerten erzeugte Reihen vor ihrer Verwendung statistisch zu untersuchen.

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

Alter Eingangswert

9

9

7

997

×

Anfangswert × 997

FRAC

Nachkomma-Anteil von (Anfangswert × 997)

STO E

Pseudo-Zufallszahl wird als neuer Eingangswert für die nächste Schleife gespeichert.

:

Arithmetik-Lernprogramm

001 *LBL 0	Konstanten speichern	057 SPC	Operationscode anzeigen.
002 0		058 PRT	
003 ST08		059 SPC	2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen
004 2		060 *LBL 9	
005 0		061 GSB5	
006 ST07		062 ST0C	
007 1		063 GSB5	Aufgabe stellen
008 0		064 RCLC	
009 ST0C		065 GSB1	Anzeige einstellen
010 ST0E		066 RCL4	
011 1		067 X#1	
012 ST04		068 DSP1	Einen Wert «skalieren»
013 .		069 X#1	
014 5		070 R4	
015 2		071 RCLB	Werte zu der Form x.y addieren
016 8		072 +	
017 4		073 +	
018 1		074 0	0 nach LST X
019 6		075 +	Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe
020 3		076 RCL9	Aufgabe anzeigen
021 *LBL e	Vorprogrammierte oder eingegebene Ausgangszahl speichern	077 X=Y^	
022 ST0E		078 GT09	
023 CLX		079 R4	
024 RTN		080 ST09	
025 *LBL b	Eingabe und speichern von n _{max} + 1. Flag setzen; aussondern des vorprogrammierten Wertes	081 F1?	
026 SF0		082 PRTX	
027 SPC		083 RTN	
028 PRTX		084 *LBL 5	Generieren der Pseudo-Zufallszahlen
029 SPC		085 RCLC	
030 ABS		086 9	
031 1		087 9	
032 +		088 7	
033 ST0D		089 X	
034 1	Anzeigeformat berechnen und für späteren Abruf speichern	090 FRC	
035 0		091 ST0E	
036 X		092 IX	Zahlen verarbeiten
037 LOG		093 RCLD	
038 INT		094 X	Ganzzahlige Werte <n _{max} erzeugen
039 ST0A		095 INT	
040 10^X	«Maßstab» für Aufgaben berechnen und speichern	096 RTN	Additionsaufgabe
041 ST0B		097 *LBL 1	
042 CLX		098 +	
043 RTN	Addition wählen	099 ST0C	
044 *LBL A		100 LSTX	
045 1		101 -	
046 GT01		102 LSTX	
047 *LBL E	Subtraktion wählen	103 RTN	
048 2		104 *LBL 2	Subtraktionsaufgabe
049 GT01		105 ST0C	
050 *LBL C	Multiplikation wählen	106 X#Y	
051 3		107 +	
052 GT01		108 LSTX	
053 *LBL D	Division wählen	109 RTN	
054 4		110 *LBL 3	Multiplikationsaufgabe
055 *LBL 1		111 X=0?	
056 ST01	Code für +, -, ×, ÷ speich.	112 X#Y	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7 20-n	8 Falsch	9 Problem
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9

A Anzeige	B Skalierung	C Ergebnis	D n _{max} + 1	E Anfangswert	F Kontrolle
-----------	--------------	------------	------------------------	---------------	-------------

«Mondlandung»

001 *LBLA	Ausgangsbedingungen speichern	057 RCL9	Bei Landung Geschwindigkeit anzeigen						
002 5		058 ST+7							
003 0		059 R4							
004 0		060 ST06							
005 ST06		061 INT	Bei Aufprall						
006 5		062 X>0?	Geschwindigkeit berechnen						
007 0		063 GT09							
008 CHS		064 *LBL3							
009 ST07		065 DSP0	Neue Treibstoff- eingabe						
010 6		066 RCL7							
011 0		067 *LBL4							
012 ST08	Höhe durch 10000	068 PSE							
013 *LBL5	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	Anzeigeformat	072 2							
017 4	vv.Ohhh aufbauen,	073 .							
018 ÷	dabei negative	074 5							
019 RCL7	Werte berücksichtigen	075 -							
020 CF2		076 ST+6							
021 X<0?		077 2							
022 SF2		078 X							
023 ABS		079 ST+7							
024 +		080 RCL6							
025 F2?		081 1							
026 CHS	Anzeige von	082 0							
027 PSE	Geschwindigkeit	083 X							
028 PSE	und Höhe	084 RCL7							
029 DSP0		085 X^2							
030 RCL8	Anzeige der	086 +							
031 PSE	Treibstoffreserve	087 JX							
032 3		088 CHS							
033 PSE	Count-down für	089 GT04							
034 2	Raketenzündung	090 *LBL6							
035 PSE		091 5	Aufprall- geschwindigkeit						
036 1		092 ST-8							
037 PSE		093 0							
038 0		094 GT05							
039 PSE	Eingabe annehmen	095 R/S	Geschwindigkeit bei weicher Landung						
040 *LBL5									
041 RCL8	Wenn Brennstoff ver- braucht, Aufprallge- schwindigk. ermitteln u. aufblinken lassen		Ergebnis anzeigen						
042 X*Y									
043 X>Y?									
044 GT02	Treibstoff subtrahieren		Fehlzündung						
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 x	7 v	8 Treibstoffr.	9 Beschl.
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

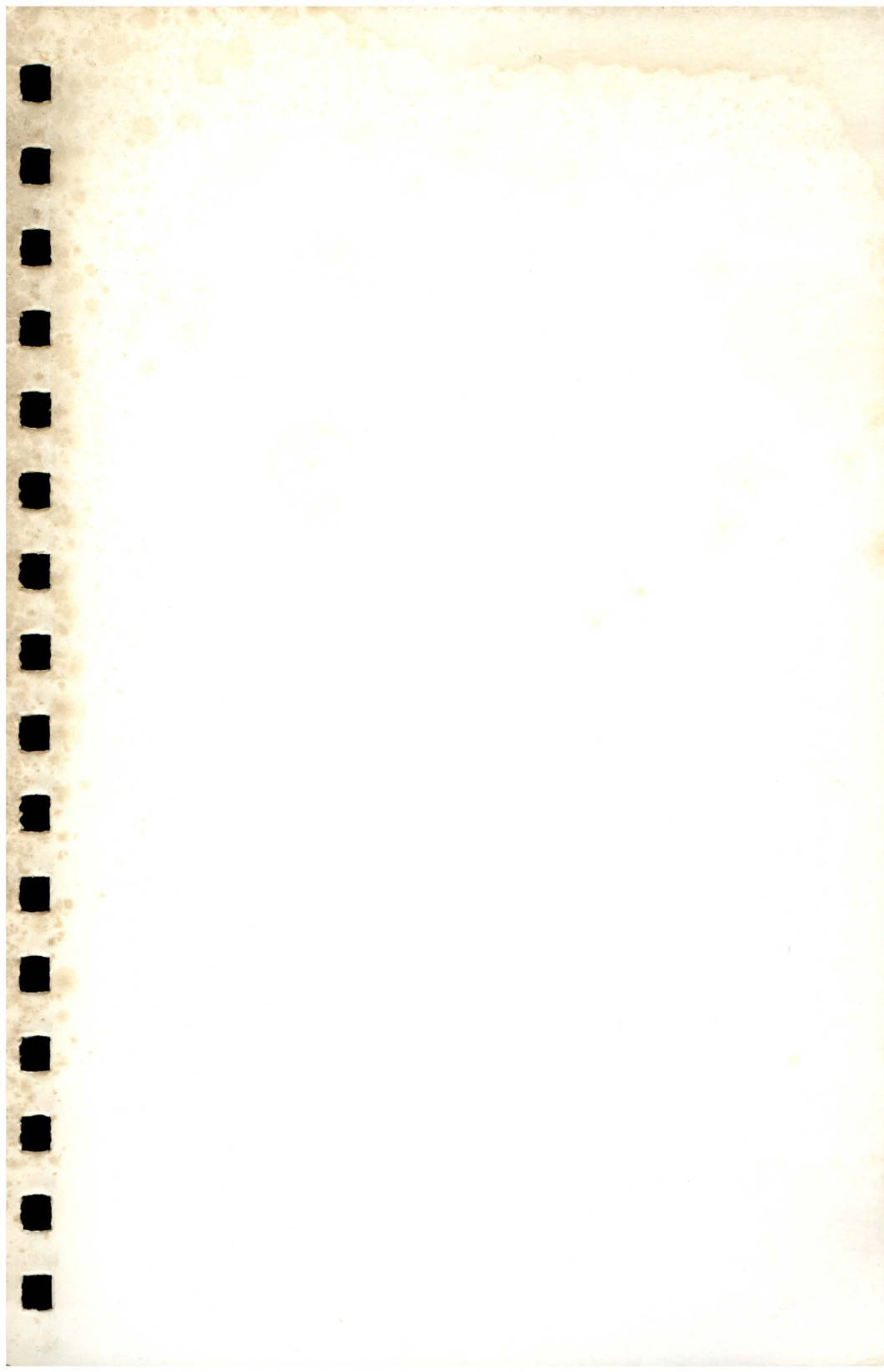
Diagnostik-Programm

001 *LBLA	Register löschen	057 GSB3	Umrechnung in						
002 CLR6		058 SIN	Stunden/Minuten/						
003 F2S		059 +HMS	Sekunden prüfen						
004 CLR6	Prüfwerteingabe	060 HMS+							
005 CF3		061 SIN+							
006 7		062 GSB3							
007 .		063 LOG	Log und 10 ^x prüfen						
008 7		064 10 ^x							
009 7		065 GSB3							
010 7		066 LN	Ln und e ^x prüfen						
011 7		067 e ^x							
012 7		068 GSB3							
013 7		069 X ²	x ² und Quadratwurzel						
014 7		070 Y ^X	prüfen						
015 7		071 GSB3							
016 CHS		072 ENT↑	y ^x und 1/x prüfen						
017 EE ^x		073 Y ^x							
018 CHS		074 LSTX							
019 7	075 1/X								
020 7	076 Y ^y								
021 XZY	Stackregister und	077 GSB3							
022 R↑	Befehle zum	078 ENT↑	+ , - und LST X						
023 R↑	Stackumordnen prüfen	079 +	prüfen						
024 R↑		080 LSTX							
025 R↑		081 -							
026 R4		082 GSB3							
027 PSE	Anzeige prüfen	083 ENT↑	× und ÷ prüfen						
028 *LBL0		084 ×							
029 STO1	Register prüfen	085 LSTX							
030 RCL1		086 ÷							
031 X≠Y?		087 GSB3							
032 GT01		088 1/X	Int und FRC prüfen						
033 ISZ1		089 1							
034 RCLE		090 +							
035 RCL0		091 FRC							
036 X=Y?		092 1/X							
037 GT02		093 LSTX							
038 GT00		094 +							
039 *LBL1	Codezahl für	095 INT							
040 RCL1	Registerspeicher- oder	096 GSB3							
041 RTN	Abruffehler anzeigen	097 D→R	Grad/Bogenmaß-						
042 *LBL2		098 R→D	Umwandlung prüfen						
043 2	Prüfen der	099 GSB3							
044 5	Startfunktion	100 EE ^x	% prüfen						
045 STO1		101 2							
046 SIN	sin, sin ⁻¹ prüfen	102 XZY							
047 SIN+		103 %							
048 GSB3		104 GSB3							
049 COS	cos, cos ⁻¹ prüfen	105 GT04	Bedingter Sprungbefehl						
050 COS+		106 *LBL3							
051 GSB3		107 RNG	Zähler erhöhen						
052 TAN	tan, tan ⁻¹ prüfen	108 RCL1	Funktion prüfen						
053 TAN+		109 X≠Y?							
054 GSB3		110 R/S							
055 +P	Koordinaten-	111 ISZ1	Stop und bei Fehler						
056 +R	umwandlung prüfen	112 RCL1	Code anzeigen						
REGISTER									
0 belegt	1 belegt	2 belegt	3 belegt	4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt	8 belegt	9 belegt
S0 belegt	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt	S5 belegt	S6 belegt	S7 belegt	S8 belegt	S9 belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt	E belegt	F belegt	G belegt	H belegt	I belegt	J belegt

113	RTN				165	*LBL6	
114	*LBL4				170	ISZ1	
115	1	x-y-Vergleiche			171	RCL1	
116	-	prüfen			172	F1?	
117	RCL1				173	GT06	
118	X<Y?				174	RTN	
119	RTN				175	*LBL6	
120	ISZ1				176	ISZ1	
121	2				177	RCL1	
122	+				178	F2?	
123	RCL1				179	GT06	
124	X>Y?				180	RTN	
125	RTN				181	*LBL6	
126	ISZ1				182	ISZ1	
127	RCL1				183	RCL1	
128	X=0?				184	F3?	
129	RTN				185	GT06	
130	ISZ1	x-0-Vergleiche			186	RTN	
131	RCL1	prüfen			187	*LBL6	
132	X#0?				188	EE%	
133	GT05				189	-	
134	RTN				190	PRT%	
135	*LBL5				191	ENG	
136	ISZ1				192	DSP4	
137	RCL1				193	PRT%	
138	X<0?				194	SCI	
139	RTN				195	PRT%	
140	ISZ1				196	CF0	
141	RCL1				197	CF1	
142	X>0?				198	FIX	
143	GT05				199	DSP2	
144	RTN				200	RTN	
145	*LBL5	Flag löschen			201	F 3	
146	ISZ1	prüfen					
147	RCL1						
148	F0?						
149	RTN						
150	ISZ1						
151	RCL1						
152	F1?						
153	RTN						
154	ISZ1						
155	F2?						
156	RTN						
157	ISZ1						
158	RCL1						
159	F3?						
160	RTN						
161	ISZ1	Flags setzen					
162	SF0						
163	SF1						
164	SF2						
165	SF3						
166	F0?						
167	GT06	Gesetzte Flags testen					
168	RTN						

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

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. I, Seestern, Tel. (0211) 5 971-1
6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1
2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93
3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46
8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85
8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,
Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz:

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

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien,
Österreich, Telefon (0222) 35 16 21 bis 27

Für die UdSSR:

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

Europa-Zentrale:

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

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

Original content used with permission.

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

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