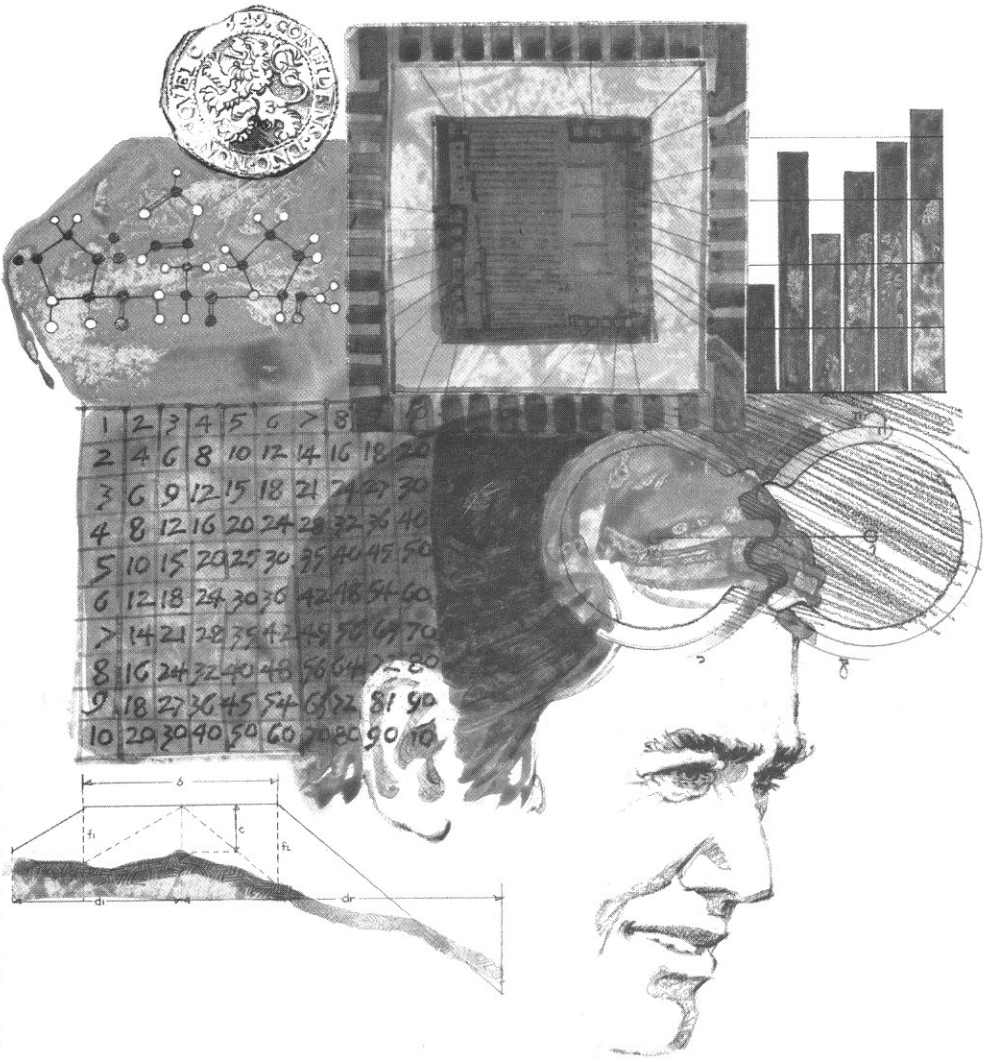


HEWLETT-PACKARD

HP-97

Standard Paket



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

Einleitung

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

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

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

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

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

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

14. Mondlandung

Das spannende Spielprogramm simuliert die Abstiegsphase zu einer weichen Mondlandung 92

15. Diagnostik-Programm

Überprüfung der Rechnerfunktionen 96

Verwendung der Programme

Einlesen eines Programms

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

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

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

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

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

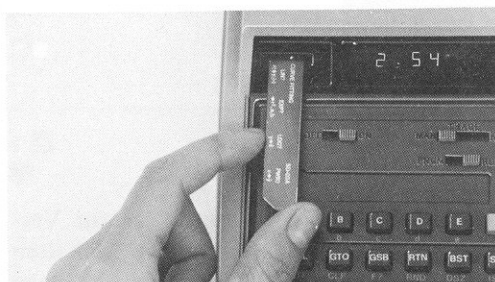


Abb. 1

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

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

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

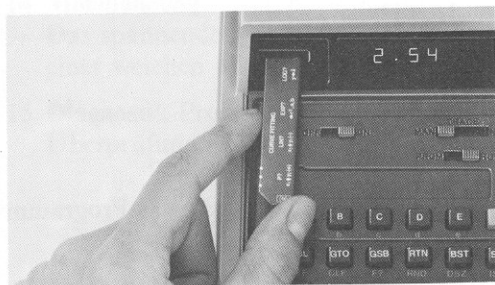


Abb. 2

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

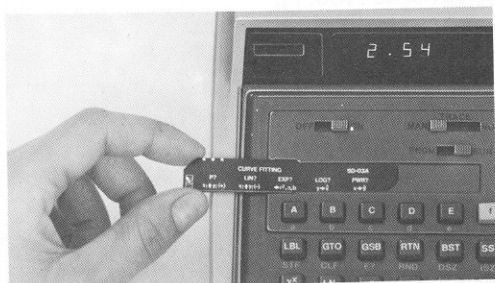


Abb. 3

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

Beschriftung der Programmkarten

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

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

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

Beschriftungsweise – Konventionen, Symbole

Symbol bzw. Schreibweise	Bedeutung
Weiße Zeichen: x 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 gedruckt.

→ x; y; z

A

Diese Schreibweise bedeutet, daß nach Berechnung von x durch Drücken der Taste **A** die weiteren Variablen durch jeweiliges Drücken von **R/S** berechnet werden können.

↔ x

A

Der Doppelpfeil zeigt an, daß dieser Wert wahlweise eingegeben oder berechnet werden kann. Falls zwischen den Programmtasten Zifferntasten gedrückt wurden (Eintasten einer Zahl), wird x mit Drücken von **A** gespeichert; falls nicht, wird x berechnet, wenn Sie **A** drücken.

P?

A

Ein Fragezeichen besagt, daß ein bestimmter Modus gewählt wird, während das davorstehende Symbol angibt, um welchen Modus es sich handelt. Hier geht es um das Ein- bzw. Ausschalten des Druck-Modus. Grundsätzlich erscheint nach Ausführung dieser Operationen in der Anzeige entweder 0.00 oder 1.00; damit wird angezeigt, ob der betreffende Modus nun ein- (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist.

START

A

Das Wort START bedeutet, daß die zugehörige Programmtaste zum Starten des Programms zu drücken ist; es taucht da auf, wo ein Programm einen Vorbereitungsschritt erfordert.

DEL

A

DEL (*delete* – entfernen) besagt, daß der zuletzt eingegebene Wert oder die zuletzt eingegebene Gruppe von Werten durch Drücken dieser Programmtaste entfernt werden kann.

Aufbau der Bedienungsanweisungen

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

Die Tabelle setzt sich aus fünf Spalten zusammen:

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

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

In der Spalte **Werte** sind die einzutastenden Daten und gegebenenfalls deren Einheit angegeben. Für die Dateneingabe werden die Zifferntasten **0** bis **9**, die Dezimalpunkt-Taste \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-97-Tastenfeld. Leere Kästchen in dieser Spalte haben keine Bedeutung und können überlesen werden. In der Spalte **Anzeige** finden Sie die errechneten Zwischen- und Endergebnisse und, soweit zutreffend, deren Einheiten.

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Auf Wunsch: Druck-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 wiederholen**		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Berechnung und Ausdruck des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> C <input type="text"/>	Ausdruck
8	Auf Wunsch: Berechnung eines Schätzwertes zu gegebenem y-Wert.	y	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> D <input type="text"/>	\hat{x}
9	Auf Wunsch: Berechnung eines Schätzwertes zu gegebenem x-Wert	x	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> E <input type="text"/>	\hat{y}
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 3.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn der einzutastende x-Wert dem angezeigten Zähler (i+1) entspricht.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	** Das zuletzt eingegebene Wertepaar kann durch die Tastenfolge R↓ B gelöscht werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten werden gelöscht, indem das Wertepaar eingetastet und anschließend B gedrückt wird. Auf dem Rechnerausdruck wird dieser Korrekturschritt durch die Zahl -1.00 markiert.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<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. Wenn Sie ihn übergehen und unmittelbar Schritt 3 befolgen, werden die Eingabedaten nicht gedruckt. Wollen Sie dagegen den Schritt 2 ausführen, sind – wie in der Spalte **Tasten** angegeben – die Tasten **f** **a** zu drücken; die Eingabedaten werden dann gedruckt. Drücken Sie also jetzt **f** **a**; wie in der Spalte **Anzeige** angegeben, erhalten Sie die Anzeige 1.00. Mehrfaches Drücken von **f** **a** bewirkt die abwechselnde Anzeige von 0.00 und 1.00. Dadurch wird angezeigt, ob der Druck-Modus ein- (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist. Probieren Sie es ruhig aus! Bevor Sie fortfahren, kontrollieren Sie bitte, daß der Druck-Modus eingeschaltet ist, d.h. 1.00 angezeigt wird.

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

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

x_i	1	3	7
y_i	2.7	20	1100

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

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

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

Das Ergebnis wird wie folgt gedruckt:

1.00 ... (Bestimmtheitsmaß, r^2)

1.02 ... (a)

1.00 ... (b)

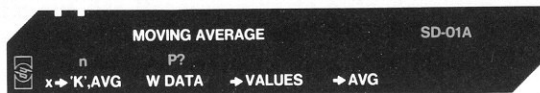
Die Koeffizienten werden in der gleichen Reihenfolge gedruckt, wie sie in der Bedienungsanweisung aufgeführt sind.

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

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

Notizen

Gleitender Durchschnitt



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

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

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

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

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

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
6 →	6.00
125 →	1.00
183 →	2.00
207 →	3.00
→	171.67 Umsatzmittel der ersten drei Monate
222 →	4.00
198 →	5.00
240 →	«6.00», 195.83

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

→ Crd

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

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

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

Beispiel 2:

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

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

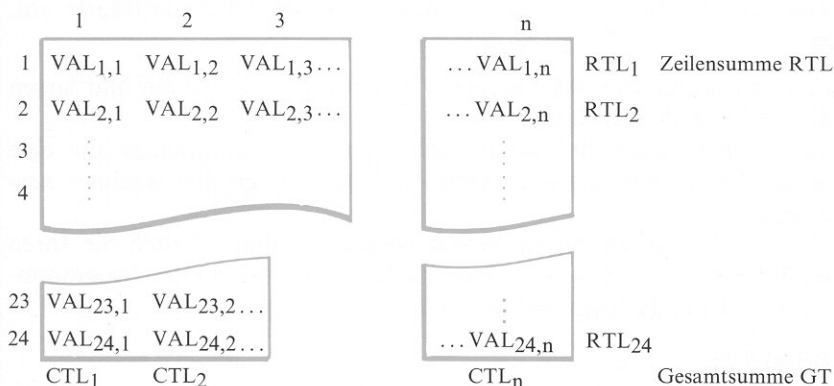
Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
225 →	«7.00», 212.50
→	225.00 ***
	240.00 ***
	198.00 ***
	222.00 ***
	207.00 ***
	183.00 ***
	6.00 (Anzeige)

Die bei der Mittelwertbildung verwendeten Daten, mit dem zuletzt eingegebenen Wert beginnend.

Tabulator



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



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

Abb. 1

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme_j an der Gesamtsumme

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

Anmerkungen:

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

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

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

12 **f** **a** →
 1012 **A** 1235 **A** 895 **A** 1123 **A** →
 1502 **A** 1073 **A** 973 **A** 1250 **A** →
 1051 **A** 1244 **A** 1127 **A** 977 **A** →
D →

Anzeige/Ausdruck

0.00
 1123.00
 1250.00
 13462.00
 7.52 *** (Prozent)

9.17 ***
 6.65 ***
 8.34 ***
 11.16 ***
 7.97 ***
 7.23 ***
 9.29 ***
 7.81 ***
 9.24 ***
 8.37 ***
 7.26 ***

100.00 ***

C →

1012.00 *** (Zeilensumme)
 1235.00 ***
 895.00 ***
 1123.00 ***
 1502.00 ***
 1073.00 ***
 973.00 ***
 1250.00 ***
 1051.00 ***
 1244.00 ***
 1127.00 ***
 977.00 ***
 13462.00 ***

Beispiel 2:

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

Bücherumsatz

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

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%

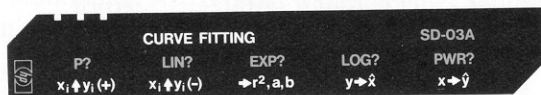
Beispiel 3:

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

Bücherumsatz

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

Kurvenanpassung



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

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

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

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

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

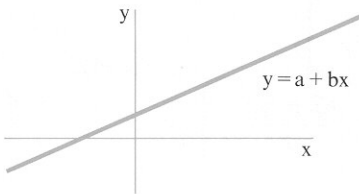
Wenn Sie alle Datenpaare eingegeben haben, drücken Sie **c**. Damit starten Sie die Berechnung und den anschließenden Ausdruck des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b . Das

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

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

Verwendete Formeln:

Lineare Regression

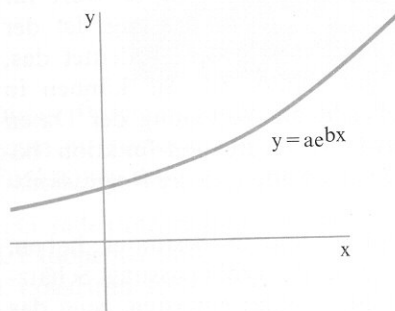


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

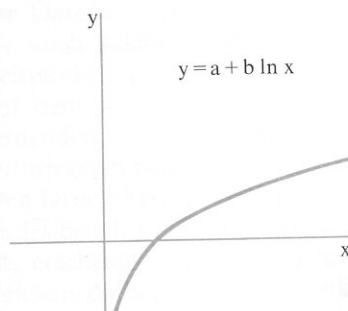


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

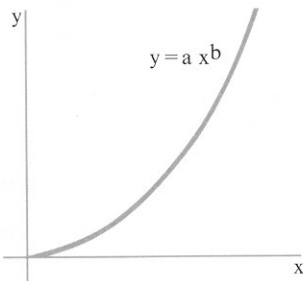


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

Anpassung einer Potenzfunktion



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

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

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

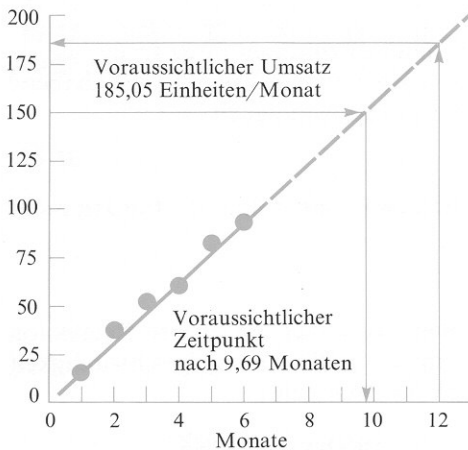
Anmerkungen:

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

Beispiel 1:

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

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

Umsatzzahlen**Drücken Sie****Anzeige/Ausdruck**

f b	→	1.00	
15 A 37 A 52 A 59 A 83 A 92 A	→	7.00	
C	→	0.98	*** (r ²)
	→	3.33	*** (a)
	→	15.14	*** (b)
12 E	→	185.05	Einheiten
150 D	→	9.69	Monate

Beispiel 2:

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

$$v = v_0 + at$$

Dabei gilt:

v = momentane Geschwindigkeit

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

$$y = a + bx$$

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/Ausdruck

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

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

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

beschreiben, wobei b die polytropische Konstante dieses Prozesses bezeichnet.

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

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

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

f e _____	→ 1.00	
10 ↑ 210 A 30 ↑ 40 A 50 ↑ 12 A _____	→ 4.00	
70 ↑ 9 A 90 ↑ 6.8 A D _____	→ 0.99	*** (r ²)
	8599.81	*** (a)
	-1.62	*** (-b)
15 E _____	→ 108.35	

Kalenderrechnungen



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

Das Kalenderdatum ist in der Form mm.ddyyyy einzugeben; mm bezeichnet den Monat, dd (stets zweistellig) den Tag und yyyy schließlich das Jahr. So wird beispielsweise der 3. Juni 1975 als 6.031975 eingegeben. Achten Sie darauf, daß aufgrund des gewählten Formates das Tagesdatum stets 2stellig (gegebenenfalls mit vorangestellter Null) einzusetzen ist. Wochen werden im Format WKS.DYS (Wochen.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.

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

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

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

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-97.

Anmerkungen:

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

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

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der 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 Sie4.121961 **A** 7.211969 **B C** _____**D** _____4.121961 **E** _____7.211969 **E** _____**Anzeige/Ausdruck**

→ 3022. (Tage)

→ 431.5 (Wochen.Tage)

→ 3. (Mittwoch)

→ 1. (Montag)

Beispiel 2:

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

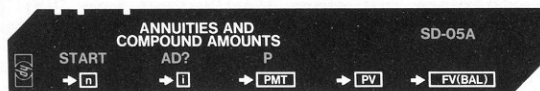
Drücken Sie6.111976 **A** 200 **C** **B****Anzeige/Ausdruck**

12.281976*

(bedeutet 28. Dez. 1976)

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

Renten- und Zinseszinsrechnung



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

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

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

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

sind, kann der gesuchte Wert durch Drücken der entsprechenden Programmtaste berechnet werden. Zur Berechnung des Periodenzinsatzes i ist folglich die Taste **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		Programmstart
	nachschüssige Zahlungen	vorschüssige Zahlungen	
n , i , PMT, PV (Geben Sie drei dieser Größen ein und berech- nen Sie die vierte)	Annuitäten- tilgung von Darlehen Wechseldiskont Hypothecken	Leasing	START verwenden oder BAL gleich Null setzen

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

Verwendete Formeln:

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

wobei

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

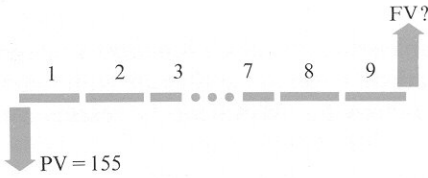
Mit **RCL A**, **RCL B**, **RCL C**, **RCL D** und **RCL E** können Sie die in den entsprechenden Registern gespeicherten Werte für die verschiedenen Variablen in die Anzeige rufen.

Die Register $R_0 - R_2$ 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)		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	0.00
3	Wenn die Zahlungen zu Beginn der Zins-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	perioden erfolgen, ist der Annuitäten-Modus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auf «vorschüssig» zu stellen.*		<input type="text"/> f <input type="text"/> b	1.00/0.00
4	Geben Sie die bekannten Größen ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Anzahl der Perioden	n	<input type="text"/> STO <input type="text"/> A	n
	Periodenzinssatz	i (%)	<input type="text"/> STO <input type="text"/> B	i (%)
	Ratenbetrag	PMT	<input type="text"/> STO <input type="text"/> C	PMT
	Barwert	PV	<input type="text"/> STO <input type="text"/> D	PV
	Endwert	FV, (BAL)	<input type="text"/> STO <input type="text"/> E	FV, (BAL)
5	Berechnen Sie die gesuchte Größe:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Anzahl der Perioden		<input type="text"/> A <input type="text"/>	n
	Periodenzinssatz		<input type="text"/> B <input type="text"/>	i (%)
	Ratenbetrag		<input type="text"/> C <input type="text"/>	PMT
	Barwert		<input type="text"/> D <input type="text"/>	PV
	Endwert		<input type="text"/> E <input type="text"/>	FV, (BAL)
6	Ausdrucken der Daten in der Reihenfolge		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	n, i, PMT, PV, FV – BAL		<input type="text"/> <input type="text"/> C	Ausdruck
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 4 und ändern Sie die Daten ab.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Für eine nicht mehr benötigte Variable ist		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Null einzugeben.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Die nach Drücken von <input type="text"/> <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	_____	→	155.00	
5.75	↑	12	÷	STO	B	_____	→	0.48
9	↑	12	×	STO	A	_____	→	108.00
E	_____						→	259.74

Anzeige/Ausdruck

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

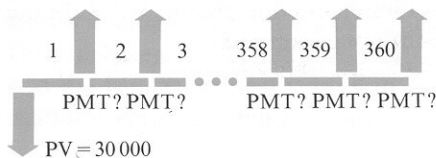
Drücken Sie

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

Anzeige/Ausdruck

Beispiel 2:

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



Drücken Sie

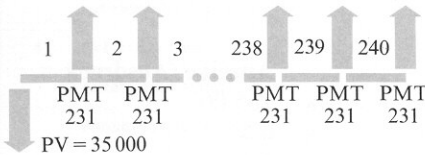
f	a	30	↑	12	×	STO	A	_____	→	360.00		
30000	STO	D	_____							→	30000.00	
9	↑	12	÷	STO	B	_____					→	0.75
C	_____									→	241.39	
f	c	_____									→	360.00

Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 3:

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

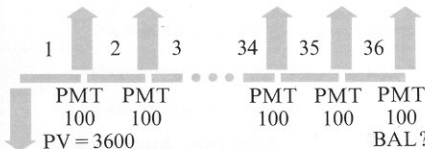


Drücken Sie

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

Beispiel 4:

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



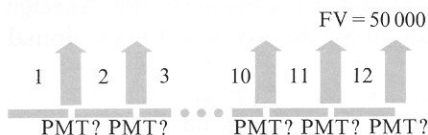
Drücken Sie

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

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

Beispiel 5:

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

**Drücken Sie**f \square 50000 **STO** **E** 3 **ENTER** \uparrow 4 **x****STO** **A** 7 **ENTER** \uparrow 4 **÷** **STO** **B** **C****Anzeige/Ausdruck**

3780.69

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

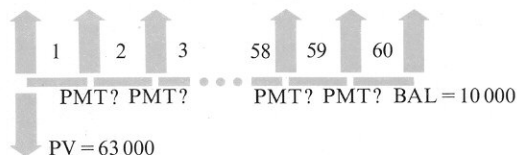
0 **STO** **C** **D**

40602.89

Beispiel 6:

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

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

**Drücken Sie**f \square 63000 **STO** **D** 13 **ENTER** \uparrow 12 **÷****STO** **B** 5 **ENTER** \uparrow 12 **x** **STO** **A** 10000**STO** **E** **C****Anzeige/Ausdruck**

1300.16

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

70000 **STO D C** → 1457.73

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

1500 **STO C B** → 1.18 (% monatlich)

12 **x** → 14.12 (% p.a.)

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

DSP 5 B → 1.17700

12 **x** → 14.12599

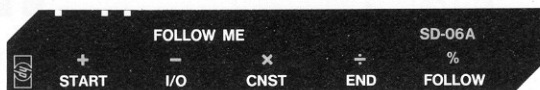
Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



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

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

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

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

Liste der verfügbaren Programmbefehle

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

 Programmierbare Operationen:

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

Programmieren Sie die Formel

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

und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

(Start)

A → 0.00

(I/0)(I/0) (+) (×)

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

(End)

D → 0.00

3 **E** 5 **E** 8 **E** → 39.00

3 **E** 9 **E** 11 **E** → 60.00

Eine bessere Lösung:

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A → 0.00

(CNST)

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

D → 0.00

E 5 **↑** 8 **E** → 39.00

E 9 **↑** 11 **E** → 60.00

Die beste Lösung (mit dem geringsten Speicherbedarf):

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A → 0.00

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

D → 0.00

5 **↑** 8 **E** → 39.00

9 **↑** 11 **E** → 60.00

Beispiel 2:

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

Stückkosten-Liste

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

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

Großhandelspreis = 50% des Einzelhandelspreises

Fixkosten = 25 DM/Artikel

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

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

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

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

Beispiel 3:

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

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

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

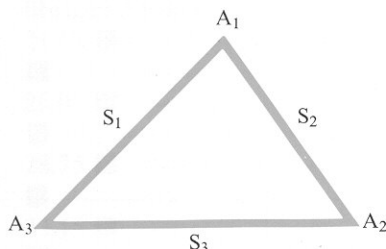
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



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



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

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

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

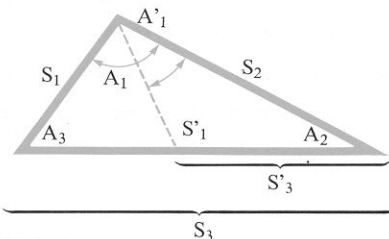
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

(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.

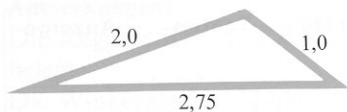
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

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

Beispiel 1:

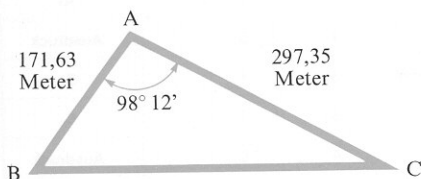
Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.

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

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

Beispiel 2:

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



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

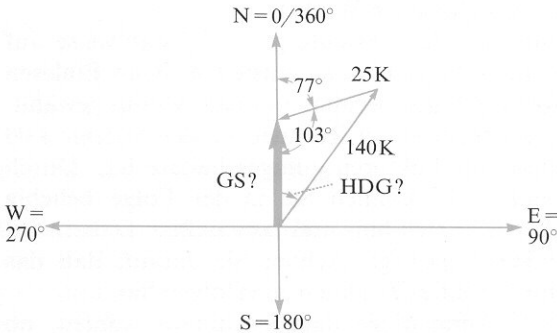
Drücken Sie171.63 \uparrow 98.12 **f** **HMS** \rightarrow 297.35 **D** \longrightarrow **Anzeige/Ausdruck**

171.63	*** (AB)
98.20	*** ($\sphericalangle A$)
297.35	*** (AC)
27.83	*** ($\sphericalangle C$)
363.91	*** (CB)
53.97	*** ($\sphericalangle B$)
25256.21	*** (Fläche)

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie

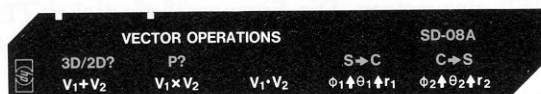
140 \uparrow 25 \uparrow 103 **E** \longrightarrow

Anzeige/Ausdruck

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

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

Vektor-Operationen



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

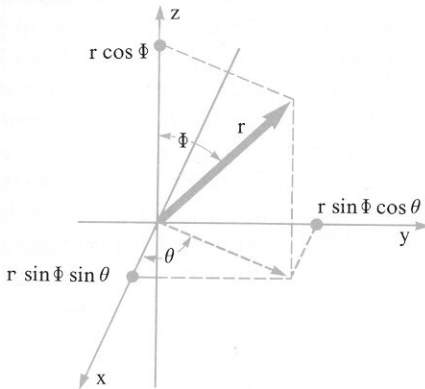
Sie können das Programm mit der Tastenfolge **f** **a** wahlweise auf zwei- oder dreidimensionale Vektorrechnung einstellen. Beim Einlesen des Programms wird automatisch der zweidimensionale Modus gewählt. Wenn Sie einmal **f** **a** drücken, zeigt der Rechner mit der Anzeige 3.00 an, daß er auf dreidimensionale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

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

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

Die Vektoren werden in folgenden Formaten ausgedruckt:

Polarkoordinaten	Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)
0.00 T	0.00 T
Φ Z	z Z
θ Y	y Y
r X	x X

Verwendete Formeln:

Dreidimensionale Vektordarstellung

Koordinatentransformation

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

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

$$z = r \cos \Phi$$

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

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

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

Vektoraddition

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

Kreuz- oder Vektorprodukt

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

Punkt- oder Skalarprodukt

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

Von zwei Vektoren eingeschlossener Winkel

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

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

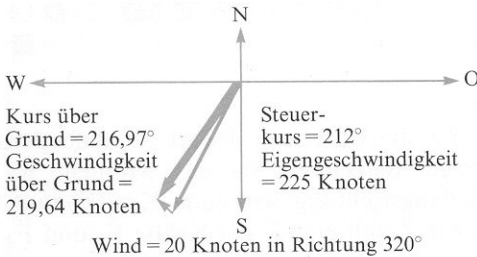
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Vektorrechnung		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	rechtwinklige K. nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Polarkoordinaten nach Zeile 10		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie die Vektoren 1 und 2 ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel Φ_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(Φ_1)	<input type="text"/> <input type="text"/>	Φ_1
	Winkel θ_1	θ_1	<input type="text"/> <input type="text"/>	θ_1
	Betrag r	r_1	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	E <input type="text"/>	2.00
6	Führen Sie eine der Vektoroperationen aus:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Addition		A <input type="text"/>	Ausdruck*
	Kreuzprodukt		B <input type="text"/>	Ausdruck*
	Skalarprodukt		C <input type="text"/>	Ausdruck**
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
8	Geben Sie die Polarkoordinaten ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel Φ (entfällt bei 2D-Vektoren)	(Φ)	<input type="text"/> <input type="text"/>	(Φ)
	Winkel θ	θ	<input type="text"/> <input type="text"/>	θ
	Betrag r	r	f <input type="text"/> d <input type="text"/>	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	f <input type="text"/> e <input type="text"/>	r*
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Beachten Sie das Druckformat:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	*— Null, Φ , θ , r		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	**— Produkt, Winkel zur Bezugsachse		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	***— Null, z, y, x		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

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

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

**Drücken Sie**

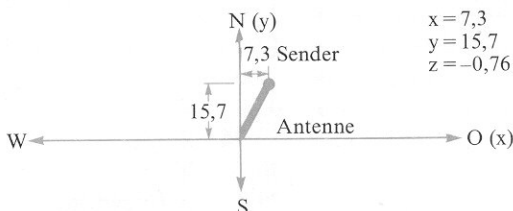
f a f a →
 212 ↑ 225 D →
 320 ↑ 20 E →
 A →

Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 2:

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

Blück von oben auf die Stationen

Drücken Sie

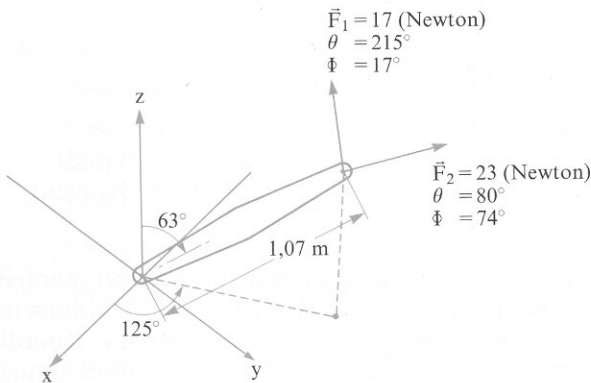
f a \longrightarrow
 f b \longrightarrow
 .76 CHS \uparrow 15.7 \uparrow 7.3 f e \longrightarrow

Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 3:

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



Drücken Sie

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

f a \longrightarrow
 17 \uparrow 215 \uparrow 17 C \longrightarrow
 74 \uparrow 80 \uparrow 23 D \longrightarrow
 A \longrightarrow

Anzeige/Ausdruck

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

...dann berechnen Sie das Moment gemäß

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

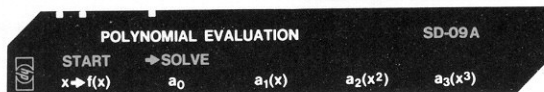
E	_____	→	2.00	
63	↑ 125	↑ 1.07	D _____	→ 1.00
B	_____	→	0.00	T
			124.34	Z
			55.37	Y
			18.02	X

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

für die Längskomponente:

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

Polynom-Berechnung



Mit Hilfe dieses Programms können Sie die folgenden Polynome berechnen:

Kubische Gleichung (drei Lösungen)

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

Quadratische Gleichung (zwei Lösungen)

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

Lineare Gleichung (eine Lösung)

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

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

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

Verwendete Formeln:

Kubische Gleichung:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Quadratische Gleichung: $a_2' = 1.00$

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

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

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

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

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

f a →

2 B 20 C 9.81 ↑ 2 ÷ CHS D f b →

Anzeige/Ausdruck

0.00

4.18 *** (sec)

-0.10 *** (sec)

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

Beispiel 2:

Die Bindungsenergie von Ammoniak (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

f a →

9140 CHS B 7.596 CHS C →

4.243 EEX CHS 3 D .742 CHS EEX CHS 6 E →

Anzeige/Ausdruck

0.00

2.00

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

f a 8 CHS B 8 C 4 CHS D 1 E f b →

Anzeige/Ausdruck

2.00 *** (reelle

Lösung)

-1.00 (Hinweis)

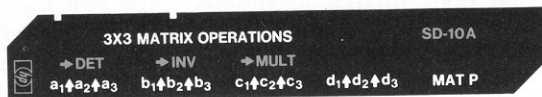
1.73 *** (Imagi-närteil)

1.00 *** (Realteil)

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

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

Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)



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

Verwendete Formeln:

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

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

Determinante der Matrix A

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

Inverse der Matrix A

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Multiplikation

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

Anmerkungen:

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

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

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

Die Register RS0 – RS9 werden vom Programm nicht belegt.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	3×3-Matrix – Elemente eingeben:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	1. Spalte	a ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	a ₁
		a ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	a ₂
		a ₃	<input type="text"/> A <input type="text"/>	a ₃
	2. Spalte	b ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	b ₁
		b ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	b ₂
		b ₃	<input type="text"/> B <input type="text"/>	b ₃
	3. Spalte	c ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	c ₁
		c ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	c ₂
		c ₃	<input type="text"/> C <input type="text"/>	c ₃
3	Zur Lösung eines Gleichungssystems oder zur Multiplikation mit einer Spaltenmatrix, geben Sie die Spaltenmatrix ein.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
		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"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<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"/>	
			<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"/>	
			<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"/>	

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

Anmerkung:

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

Beispiel 1:

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

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

23 <input type="text"/> 8 <input type="text"/> 4 A	→	4.00	
15 <input type="text"/> 11 <input type="text"/> 15 B	→	15.00	
17 <input type="text"/> 6 CHS <input type="text"/> 12 C	→	12.00	
1 <input type="text"/> 1 <input type="text"/> 1 D	→	1.00	
f <input type="text"/> a	→	4598.00	(Determinante)
f <input type="text"/> b	→	0.00	(Inverse wurde berechnet)
E	→	0.05	*** (α_1)
		-0.03	*** (α_2)
		0.02	*** (α_3)
		0.02	*** (β_1)
		0.05	*** (β_2)
		-0.06	*** (β_3)
		-0.06	*** (γ_1)
		0.06	*** (γ_2)
		0.03	*** (γ_3)
		1.00	*** (d_1)
		1.00	*** (d_2)
		1.00	*** (d_3)
f <input type="text"/> c	→	4.349717270 -03	*** (Ergebnisse
		0.08	*** der Multi-
		-0.02	*** plikation)

Beispiel 2:

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

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

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

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

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

0.00

0.00

1.00

0.00

104.00 (Determinante)

0.00 (Inverse wurde berechnet)

0.12 *** (α_1)0.08 *** (α_2)0.00 *** (α_3)0.08 *** (β_1)0.13 *** (β_2)0.00 *** (β_3)0.00 *** (γ_1)0.00 *** (γ_2)1.00 *** (γ_3)20.00 *** (d_1)5.00 *** (d_2)0.00 *** (d_3)**f** **c** \longrightarrow

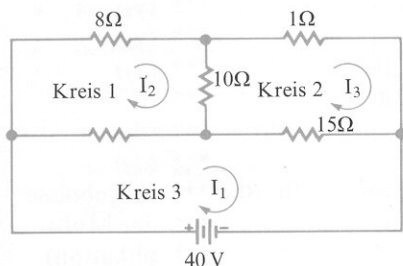
2.69 *** (Ergebnisse der

2.21 *** Multiplikation)

0.00 ***

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

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

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

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

oder zusammengefaßt:

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

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

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

Das Gleichungssystem läßt sich wie folgt in Matrixform schreiben:

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

und

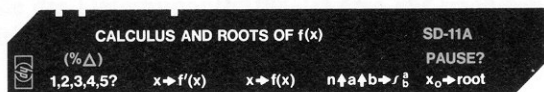
$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$



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

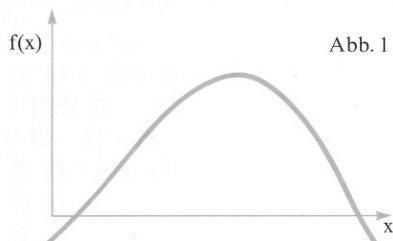


Abb. 1

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

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

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

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

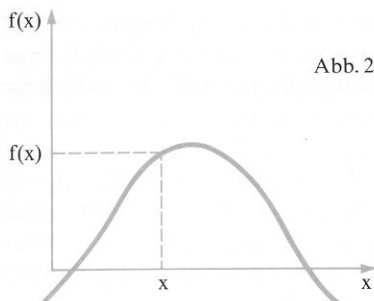


Abb. 2

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

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

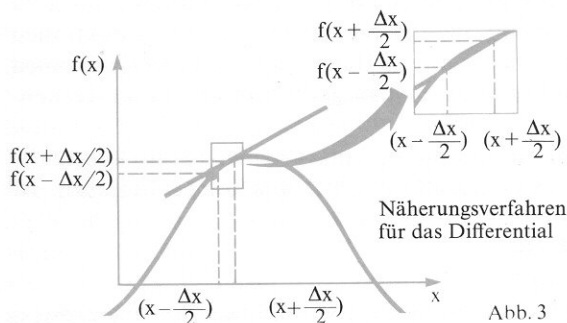


Abb. 3

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

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

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

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

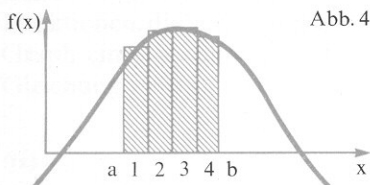


Abb. 4

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

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

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

die im Beispiel 4 gelöst wird.

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

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

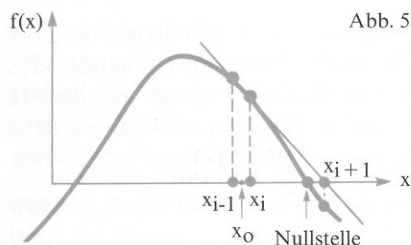


Abb. 5

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

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

Eine Besonderheit der Iterationsroutine dieses Programms ist der PAUSE-Befehl; das Programm hält nach jedem Schleifendurchlauf kurzzeitig an und läßt Sie am angezeigten Näherungswert für die Nullstelle erkennen, ob das Verfahren konvergiert. Sie können diesen «PAUSE-Modus» mit der Tastenfolge **f** **e** 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 R₁ zu speichern, von wo ihn das Programm bei Bedarf abrufen. Zerlegen Sie das Intervall zuerst in 3 und dann in 10 Teilintervalle. Die Programmschrittfolge für u ist auf der zweiten Seite der Magnetkarte unter Marke 3 abgespeichert. Wenn Sie zuvor das Beispiel 2 oder 3 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO ☐ 112 **f** **MERGE**

Lesen Sie jetzt Seite 2 ein.

Marke 3 aufrufen:

3 **A** → 3.00

0.50 **STO** 1 → 0.50

Integration über drei Teilintervalle:

[DSP] 9 3 **↑** 0 **↑** **f** **[TT]** 2 **÷** **D** → 1.685750251

Integration über zehn Teilintervalle:

10 **↑** 0 **↑** **f** **[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/Ausdruck**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

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

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 2 aufrufen:

2 **A** \longrightarrow 2.00

PAUSE-Modus wählen:

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

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

«0.24»

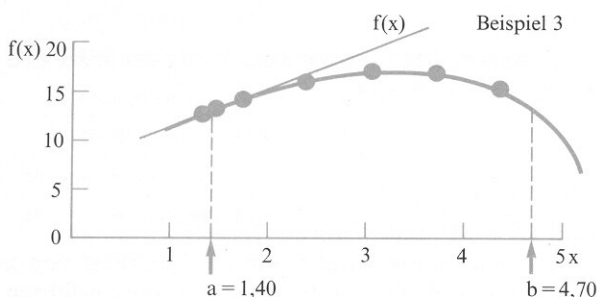
«0.24»

0.24 (rad)

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

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

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 1 aufrufen:

1 **A** _____ \rightarrow 1.00

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

5 \uparrow 1.40 \uparrow 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 \square 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 R₁ und 10.8074 in R₂.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO \square 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM \rightarrow 112 24

LBL 1 _____ \rightarrow 113 21 01

LN x _____ \rightarrow 114 32 (lnx)

RCL 1	→	115	36	01	
RCL 0	→	116	36	00	
×	→	117		-35	
+	→	118		-55	(lnx + 3x)
RCL 2	→	119	36	02	
-	→	120		-45	(lnx + 3x - 10.8074)
RTN	→	121	16	23	
Schalter in Stellung RUN.					
Marke 1 aufrufen					
1 A	→	1.00			
3 STO 1	→	3.00			
10.8074 STO 2	→	10.81			
5.0 als Näherung eingeben:					
5 E	→	3.21			(Nullstelle)
Ableitung:					
B	→	3.31			f'(3.21)

Notizen

[Faint, illegible text block]

[Faint, illegible text block]

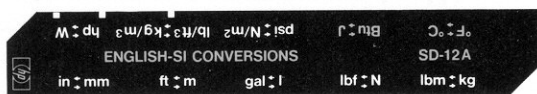
[Faint, illegible text block]

[Faint, illegible text block]

[Faint, illegible text block]

[Faint, illegible text block]

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Seite 1 der Programmkarte einlesen.

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

Beispiel 2:

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie Seite 2 ein.

212		→	100.00
0		→	32.00

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

Lesen Sie Seite 1 ein.

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

Beispiel 4:

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

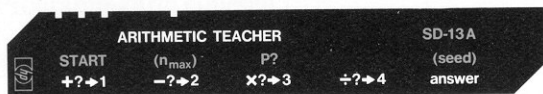
Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Lesen Sie Seite 1 ein.

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

Notizen

Arithmetik-Lernprogramm



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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

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

Beispiel 1:

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

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

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

Beispiel 2:

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

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

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

Notizen

Mondlandung



Versetzen Sie sich einmal für einen Augenblick in die schwierige Lage eines Astronauten, der sein Raumfahrzeug durch geschickten Einsatz der Bremstriebwerke und bei äußerst knapp bemessenem Treibstoffvorrat weich auf der Mondoberfläche landen soll. Sie stürzen mit einer ständig größer werdenden Fallgeschwindigkeit auf den felsigen Untergrund zu. Um den Abstieg verlangsamen zu können, haben Sie Ihr Fahrzeug gewendet, so daß der Raketenantrieb jetzt dem Mond zugewandt ist. Durch Angabe der Menge des zu verbrennenden Treibstoffs können Sie verschiedene 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:

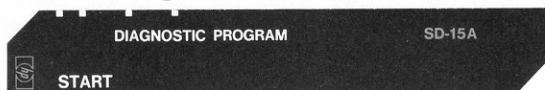
Für die einzelnen Bremsschub-Stöße dürfen nur ganzzahlige Brennstoff-mengen verwendet werden.

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

Notizen

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, **STY**-Operation, **R+**-Operation, Pause-Befehl oder Anzeige.

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

1. 07

10.000 06

1.0000 07

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

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

Fehlerverursachende Funktionen, Befehle oder Register	Code
STO (0), RCL (0), R0 , GTO 0, LBL 0, X=y? , X≠y?	0
ISZ 1, R1	1
R2	2
R3	3
R4	4
R5	5

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

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

Anmerkung:

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

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

Notizen

Programm-Liste

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

Notizen

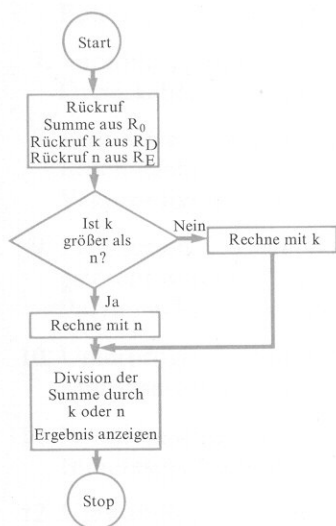
Vergleichsfunktionen

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

Das Unterprogramm enthält folgende Befehle: **LBL D**, **RCL 0**, **RCL E**, **RCL D**, **$x \leq y?$** , **$x \div y$** , **R+**, **\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 `x<y?` (ist x kleiner oder gleich y?) bewirkt, daß der nachfolgende Programmschritt nicht ausgeführt wird, wenn die Bedingung *nicht* erfüllt ist. Ist die Vergleichsbedingung jedoch richtig, fährt das Programm mit dem nächsten Schritt fort. Ist z.B. $k=y=15$ und $n=x=6$, so ist die Bedingung erfüllt und der nächste Schritt, `x+z`, wird ausgeführt. Wäre k kleiner als 6, beispielsweise 4, dann würde der Befehl `x+z` 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 *LBL0	Löschen der Speicherregister	057 R	Falls Drucker ausgeschaltet, Pause zur Anzeige von n
002 CLR0		058 F70	
003 F70		059 *LBL0	
004 CLR0		060 XZ	
005 1		061 F00	
006 XZY	Sprung nach A, falls $n < 1$ oder $n > 22$	062 GT00	
007 GT01		063 PSE	
008 CLX		064 *LBL0	Berechnung des Durchschnitts
009 - 2		065 RCL0	
010 2		066 PCLO	
011 XZY		067 +	
012 XZY		068 ENT0	Druck und Einstellen der Anzeige
013 GT01		069 F00	
014 ST00	Speichere n in R _D und $(n + n/100)$ in R _I	070 PRTX	Abspeichern der Daten
015 1		071 RTN	
016 +		072 *LBL0	
017 +		073 MDTA	
018 ST01		074 RTN	
019 INT		075 *LBL0	Einschalten des Druckers
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 RTN	
025 GT04		081 *LBL0	
026 *LBLA	k um 1 erhöht	082 0	
027 F00	Ausdruck: Leerzeile, k und Eingabewert, falls Flag 0 gesetzt	083 CF0	
028 SPC		084 RTN	
029 RCLE		085 *LBL0	Ausdrucken der Werte in zeitlicher Reihenfolge
030 1		086 SPC	
031 +		087 0	
032 F00		088 *LBL3	
033 PRTX		089 RCL0	
034 XZY		090 XZY	
035 F00		091 RTN	
036 PRTX		092 1	
037 RCL0	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere	093 +	
038 ST+0	Eingabewert	094 +	
039 XZY		095 RCL0	
040 ST00		096 XZY	
041 ST+0		097 FRC	
042 R4		098 ST01	
043 XZY	Speichere k	099 ISZ1	
044 ST00		100 RCL0	
045 RCL0	Falls $n \leq k$: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	101 PRTX	
046 XZY		102 R4	
047 CSB0		103 1	
048 DSZ1	Falls $I \neq 0$: Sprung nach 5 zur Anzeige	104 +	
049 GT05		105 GT03	
050 RCL1		106 *LBL0	
051 1		107 RCL0	Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms
052 0	Rücksetzen des Index für neue Schleife	108 RCLE	
053 1		109 RCL0	
054 X		110 XZY	
055 ST01	Anzeige des Durchschnitts oder n	111 XZY	
056 *LBL5		112 R4	

REGISTER								
0	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt
S0	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt
A	belegt	belegt	belegt	n	k	Kontrolle		

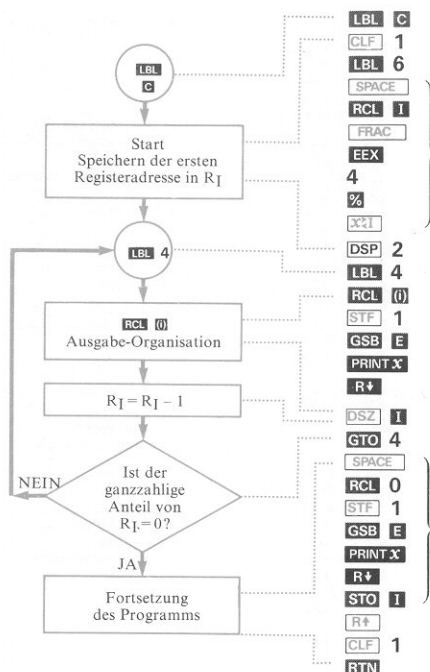
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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

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

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

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



Speichern der ersten
Registeradresse in RI

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
 $RI \neq 0$

Vollständiger Ausdruck

Tabulator

001 *LBL0	Flag 2 und Speicher löschen	057 *LBL1	Stackregister löschen
002 CF2		058 0	
003 C'RG		059 ENT↑	
004 F2S		060 ENT↑	
005 CLR6		061 R↑	
006 INT		062 RTN	
007 1	Liegt der eingegebene Wert für die Anzahl der Zeilen nicht zwischen 1 und 24, wird er zurückgewiesen	063 *LBL6	GTO 1, falls sich die Spalte geändert hat
008 X>Y?		064 F2?	
009 GT02		065 GT01	
010 CLX		066 ISZ!	Neuen Zähler speichern, Anzeige von Summe subtrahieren
011 2		067 -	
012 4		068 LSTX	
013 XZY		069 ST-0	
014 XZY?		070 ST-i	
015 GT00		071 F0?	Leerzeile drucken, um Löschung anzuzeigen
016 GT07		072 SPC	
017 *LBL0		073 RTN	
018 1	Abspeichern der Registeranzahl + Registeranzahl/100 in R _I	074 *LBL1	Index auf vorherigen Wert der letzten Spalte zurücksetzen
019 %		075 R↑	
020 +		076 RCL1	
021 ST01		077 FRC	
022 0	Löschen der Stackregister	078 1	
023 ENT↑		079 +	
024 ENT↑		080 ST01	Anzeige von den Summen abziehen
025 ENT↑		081 R↓	
026 RTN		082 -	
027 *LBLA	Ist Flag 2 gesetzt, Löschen der Stackregister	083 LSTX	
028 F2?		084 ST-0	
029 GSB1		085 ST-i	
030 ST+i	Eingabewert zu GT und Zeile addieren	086 F0?	Leerzeile drucken, um Löschung anzuzeigen
031 ST+0		087 SPC	Drucker umschalten
032 XZY		088 RTN	
033 R↓	Eingabewert zur Spaltensumme addieren	089 *LBL6	
034 +		090 F0?	
035 LSTX		091 GT00	
036 F0?	Eingabe ausdrucken?	092 SF0	
037 PRTX		093 CLX	
038 DSZ1	Stop, falls r _I ≠ 0	094 SPC	
039 RTN		095 1	
040 F0?		096 RTN	
041 SPC	Für neue Summe setze Flag 2	097 *LBL0	
042 SF2		098 CF0	
043 RCL1		099 CLX	
044 EEX	Index löschen für nächste Schleife	100 0	
045 4		101 RTN	
046 %		102 *LBLC	%-Flag löschen
047 +		103 CF1	
048 ST01		104 *LBL6	Index auf erste Zeile setzen
049 CLX	Ausdruck oder Anzeige der Spaltensumme und Stop	105 SPC	
050 ENT↑		106 RCL1	
051 R↑		107 FRC	
052 F0?		108 EEX	
053 PRTX		109 4	
054 F0?		110 %	
055 SPC		111 XZI	
056 RTN		112 DSP2	

REGISTER

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

113	*LBL4	Werte zurückrufen und ausdrucken			
114	RCL1	Ist Flag 1 gesetzt, vorher			
115	F1?	die Werte in Prozentangaben umrechnen			
116	GSBE	Erneuter Schleifendurchgang, falls $r1 \neq 0$			
117	PRTX				
118	R4				
119	DSZ1	Gesamtsumme oder % der Gesamtsumme ausdrucken, falls Flag 1 gesetzt			
120	GT04				
121	SPC				
122	RCL0	Ursprünglichen Index nach R1 speichern			
123	F1?				
124	GSBE	Lösche Flag 1 und stop			
125	PRTX				
126	R4				
127	STOI				
128	R+				
129	CF1				
130	RTN				
131	*LBL0	Mit LBL C %-Werte aller Größen ausgeben			
132	SF1				
133	GT06				
134	*LBL5	% der Gesamtsumme für jeden Eingabewert berechnen			
135	RCL0				
136	÷				
137	EEX				
138	2				
139	x				
140	RTN				
141	*LBL2	Schleife zum Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe			
142	R4				
143	*LBL7				
144	PSE				
145	GT07				
146	R/S				

LABELS				FLAGS	SET STATUS			
^a Val	^b Del	^c → Tot	^d → % Tot	^e Val → % Tot	Druck	FLAGS	TRIG	DISP
^f # Zeilennr.	^g P?	^h	ⁱ	^j	^k %	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^l belegt	^m Col Chg	ⁿ Fehler	^o	^p Tot	^q Col Chg	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^r	^s % Tot	^t Fehler	^u	^v	^w	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 R_0 bis R_9 vertauscht werden. Hierfür wird die Taste $\boxed{P \leftrightarrow S}$ benutzt. Nach der Ausführung des Befehls $\boxed{P \leftrightarrow S}$ steht der Inhalt des Registers RS_0 in Register R_0 , während der Registerinhalt von R_0 nun in RS_0 steht; Die Speicherinhalte von $RS_1 - RS_9$ vertauschen in gleicher Weise ihre Plätze mit den Speicherinhalten von $R_1 - R_9$. Die nachstehende Skizze soll den Vorgang bei der Ausführung des Befehls $\boxed{P \leftrightarrow S}$ noch einmal verdeutlichen.

$\boxed{P \leftrightarrow S}$

Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister

I

R_E	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>
R_D	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>
R_C	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>
R_B	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>
R_A	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>

R_9	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_9
R_8	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_8
R_7	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_7
R_6	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_6
R_5	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_5
R_4	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_4
R_3	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_3
R_2	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_2
R_1	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_1
R_0	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	\longleftrightarrow	<div style="border: 1px solid black; height: 1.2em;"></div>	RS_0

Das Programm zur *Kurvenanpassung* verwendet die Taste $\boxed{\Sigma+}$ zur Berechnung der notwendigen Summen in den Registern RS_4 bis RS_9 :

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

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

- P↔S** Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister
- CL REG** Löschen der Primärspeicherregister
- P↔S** Jetzt sind die Sekundärspeicherregister gelöscht und können für die Addition der Summen verwendet werden.

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

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

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

Kurvenanpassung

001 *LBLa	Flag für Drucker- modus umschalten	057 XZY	Löschen des Drucker- Flags
002 0		058 PRTX	
003 F2?		059 XZY	
004 RTN		060 PRTX	
005 1		061 SF2	
006 SF2		062 RTN	Setzen des Flags für Σ -
007 RTN		063 *LBLb	
008 *LBLb	Löschen der Register und Flags für lineare Regression	064 SF3	ggf. Löschanzeige drücken
009 CF0		065 F2?	Eingaben löschen
010 CF1		066 GSB3	Austausch Primär- und Sekundärregister
011 P=Σ		067 GT08	
012 CLR6		068 *LBLc	
013 P=Σ		069 P=Σ	
014 1		070 SPC	Berechnung von b
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↑	
023 RTN		079 ENT↑	
024 *LBLd	LBL d aufrufen, Flag setzen für Potenzfunktion	080 RCL4	
025 GSBd		081 X ²	
026 SF1		082 RCL9	
027 RTN		083 ÷	
028 *LBLA	Flag für Σ - löschen	084 RCL5	
029 CF3		085 XZY	
030 *LBL8		086 -	
031 F2?	Falls Flag 2, Drucken	087 ÷	
032 GSB9		088 ST05	
033 ST00		089 x	Berechnung von r ²
034 F1?		090 RCL6	
035 LN	Falls Flag 1, ln y	091 X ²	
036 XZY		092 RCL9	
037 ST00		093 ÷	
038 F0?	Falls Flag 0, ln x	094 CHS	
039 LN		095 RCL7	
040 F3?	Falls Flag 3, Σ -	096 +	
041 GT08		097 ÷	
042 Σ+	Berechnung der Summen	098 PRTX	
043 *LBL7	Berechnung von i + 1	099 RCL6	
044 ENT↑		100 RCL4	Berechnung von a
045 1		101 RCLB	
046 +		102 x	
047 RCLc		103 -	
048 XZY	Eingaben im Stack- register umordnen für evtl. Löschen	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	Ausdruck der Eingaben	111 PRTX	
056 SPC		112 P=Σ	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0 0	S1 0	S2 0	S3 0	S4 Σx	S5 Σx ²	S6 Σy	S7 Σy ²	S8 Σyx	S9 n
A a	B b	C x _i	D y _i	E x, y	F 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 \bar{x} bzw. \bar{y}	173	:	Exponentialfunktion
118	RCLC	Falls Flag 1, Berechnung	174	F2?	Ausdrucken?
119	F1?	mit der Potenz- oder	175	GT09	
120	GT01	Exponentialfunktion	176	FTN	Stop
121	F0?	Logarithmus?	177	*LBL1	Berechnung mit der
122	LN		178	XZV	Potenzfunktion
123	X		179	YX	Ausdrucken?
124	+	Berechnung mit linearer	180	F2?	
125	F2?	od. Logarithmusfunktion	181	GT09	Ausdrucken?
126	GT09	Ausdrucken?	182	RTN	Stop
127	RTN		183	R/S	
128	*LBL1	Stop			
129	F0?	Falls Flag 0, Kurvenan-			
130	GT02	passung f. Potenzfunktion			
131	X	Berechnung mit			
132	e ^x	Exponentialfunktion			
133	X				
134	F2?	Ausdrucken?			
135	GT09				
136	RTN	Stop			
137	*LBL2				
138	XZV	Berechnung mit			
139	YX	Potenzfunktion			
140	X				
141	F2?				
142	GT09	Ausdrucken?			
143	RTN	Stop			
144	*LBL3				
145	SPC	Hinweis «-1» Drucken			
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 \bar{x} bzw. \bar{y}			
157	RCLC				
158	XZV	Potenz- oder			
159	F1?	Exponentialfunktion?			
160	GT01	Berechnung mit linearer			
161	-	od. Logarithmusfunktion			
162	X	Logarithmisch			
163	F0?				
164	e ^x	Ausdrucken?			
165	F2?				
166	GT09	Stop			
167	RTN				
168	*LBL1				

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A $x_i \uparrow y_i (+)$	B $x_i \uparrow y_i (-)$	C $\rightarrow r^2, a, b$	D $y \rightarrow \bar{x}$	E $x \rightarrow \bar{y}$	0 Log	FLAGS	TRIG	DISP	
1 P?	2 LIN?	3 EXP?	4 LOG?	5 Potenz?	1 Exp	ON OFF	DEG <input type="checkbox"/>	FIX <input type="checkbox"/>	
6 Σ	7 belegt	8 Potenz	9 drucken	10 drucken	2 drucken	0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
		11 Anzeige	12 Σ	13 drucken	3 Σ	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"/>			

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	x				
004	-		060	INT				
005	3		061	-				
006	GT00		062	ST06				
007	*LBLB	ΔTage berechnen	063	RCL7				
008	RCL3	und 4 als Steuercode	064	1				
009	RCLC	anzeigen	065	RCL8				
010	+		066	÷				
011	4		067	-				
012	*LBL0	Steuercode speichern	068	-				
013	ST01		069	RCL7				
014	R4	Konstanten	070	1				
015	3	speichern	071	4				
016	6		072	÷				
017	5		073	GSB2				
018	.		074	RCL9				
019	2		075	EEX				
020	5		076	6				
021	ST05		077	÷				
022	3		078	+				
023	0		079	DSP6				
024	.		080	RTN				
025	6		081	*LBL1				
026	0		082	R4				
027	0		083	ENT1				
028	1		084	INT				
029	ST06		085	ST07				
030	R4	ΔTage anzeigen	086	-				
031	R4	Falls Dateneingabe,	087	EEX				
032	F3?	GTO 1	088	2				
033	GT01	ΔTage entsprechend	089	x				
034	ST01	dem Steuercode	090	ENT1				
035	1	speichern	091	INT				
036	2	y' berechnen	092	ST08				
037	2		093	-				
038	.		094	EEX				
039	1		095	4				
040	-		096	x				
041	RCL5		097	ST05				
042	÷		098	RCL7				
043	INT		099	1				
044	ST09	m' berechnen	100	+				
045	RCL5		101	ENT1				
046	x		102	1/X				
047	INT		103	.				
048	RCLi		104	7				
049	-		105	+				
050	CHS		106	CHS				
051	ST04		107	GSB2				
052	RCL6		108	RCL6				
053	÷		109	x				
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	7 m	8 d	9 y
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A belegt	B	C ΔTage	D	E	F	G	H	I Kontrolle	

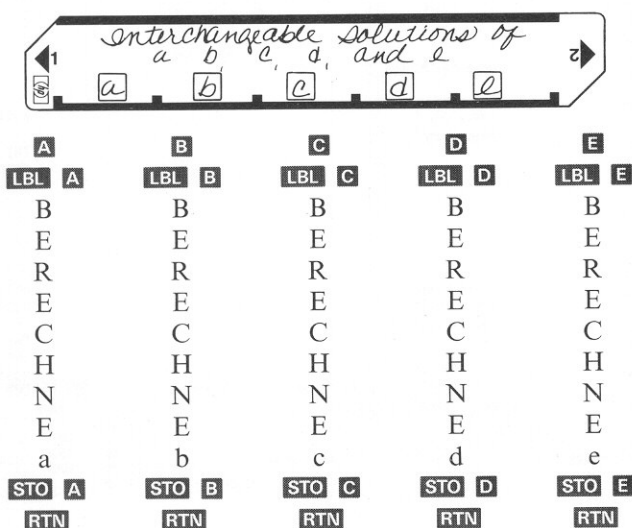
113	x		169	X=Y	
114	INT		170	FRC	
115	+		171	1	
116	RCL8		172	0	
117	+		173	x	
118	STOI		174	+	
119	1		175	STOC	
120	7	Berechnung des Julianischen	176	RTN	
121	2	Tages zur Ausgabe	177	*LBL5	Berechnung der Anzahl der Tage
122	0		178	SF3	
123	9		179	RCL5	
124	8		180	5	
125	2		181	GSB0	
126	+		182	RCLi	Tagesanzahl in Wochentag
127	DSP0		183	5	umrechnen
128	RTN		184	+	
129	*LBL2	Ist der Absolutbetrag der Eingabe	185	GSB3	
130	INT	größer gleich 1, gilt:	186	LSTX	
131	ST+9	y = y ± 1	187	1	
132	1	m = m ± 12	188	0	
133	2	(+ für pos. Eingabe)	189	x	
134	x		190	RTN	
135	-		191	R/S	
136	RTN				
137	*LBLC	Speichere Eingabe			
138	DSP0				
139	STOC				
140	F3?	Falls Eingabe-Flag, stop			
141	RTN				
142	RCL4	Berechne ΔTage und stop			
143	RCL3				
144	-				
145	STOC				
146	RTN				
147	*LBLD	Falls eine Eingabe, GTO 4			
148	F3?				
149	GTO4				
150	GSBC	Berechne ΔTage			
151	DSP1				
152	*LBL3	Umrechnung in ΔWochen.			
153	7	Tag-Format			
154	÷				
155	INT				
156	LSTX				
157	FRC				
158	.				
159	7				
160	x				
161	+				
162	RTN				
163	*LBL4	Umrechnung von ΔWochen.			
164	DSP0	Tag in Tage und speichern			
165	ENT7				
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 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0 Calc	1 DT→days	2 m-12	3 mod 7	4 Δwk→Δday	2	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"/>
5	6	7	8	9	3 Input	3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Berechnungen verschiedener Variablen

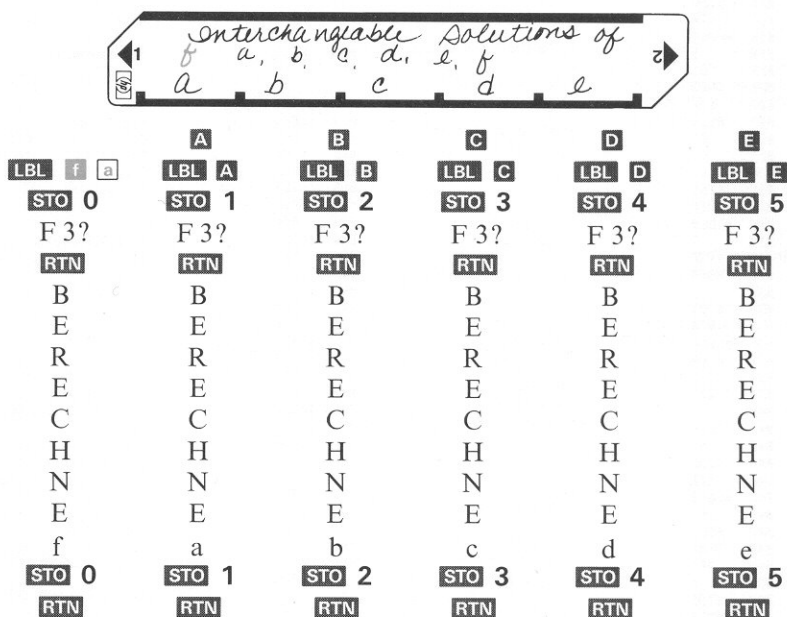
In Programmen wie «Renten- und Zinseszinsrechnungen» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders 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	STO5	absp. von i + 1 in R ₅
002	0		058	STO7	i + 1 in R ₇ abspeichern
003	STOA	Unterprogramm-berechnung	059	RCLA	
004	GSB0		060	CHS	(i + 1) ⁻ⁿ berechnen
005	RCLC		061	Y ^Y	und in R ₈ abspeichern
006	LSTX	n berechnen und in R _A abspeichern	062	STO8	
007	-		063	RCLC	FV(i + 1) ⁻ⁿ
008	RCLD		064	x	[1 - (i + 1) ⁻ⁿ]
009	LSTX		065	1	berechnen und in R ₄ abspeichern
010	-		066	RCL8	
011	÷		067	-	Berechnung von ±(PMT/i)
012	LN		068	STO4	(- gilt, falls Modus vorschüssige Annuitäten)
013	RCL7		069	RCLC	abspeichern in R ₅
014	LN		070	RCL9	
015	÷		071	÷	
016	STOA		072	F1?	
017	RTN		073	CHS	
018	*LBLC		074	STO3	
019	1	1 für PMT abspeichern	075	RCL5	
020	STOC		076	x	Berechnung von + PMT / i
021	GSB0	Unterprogramm-berechnung	077	x	[1 - (1 + i) ⁻ⁿ]
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	STOC	
026	x		082	STOD	
027	STOC		083	STOE	
028	RTN		084	CF0	
029	*LBLD	1 für PV abspeichern	085	RTN	
030	1		086	*LBL6	Flag für vorschüssige Annuitäten umschalten
031	STOD		087	F0?	
032	GSB0	Unterprogr.-berechnung	088	GT01	
033	+		089	1	
034	STOD	PV berechnen und in R _D abspeichern	090	SF0	
035	RTN		091	RTN	
036	*LBL1	Unterprogramm-berechnung	092	*LBL1	
037	GSB0		093	0	
038	RCLD	FV oder BAL berechnen und in R _E abspeichern	094	CF0	
039	X ² Y		095	RTN	
040	-		096	*LBL8	R _B für Summe der Zinsperioden löschen
041	RCL8		097	0	
042	÷		098	STOE	
043	STOE		099	2	Adresse von R _B in I abspeichern für indirekte Adressierung
044	RTN		100	1	
045	*LBL0	FV-Flag löschen	101	STO1	
046	CF1		102	RCLC	FV, n und PMT in Stack zurückerufen
047	RCLD	Falls PV = 0, Setzen des FV-Flags	103	RCLA	Ist PMT = 0, Sprung zur Berechn. von n, i, PV, FV
048	X=0?		104	RCLC	
049	SF1	Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten (r ₅ = 1)	105	X=0?	
050	1		106	GT08	Schätzwert von nPMT + BAL
051	STO5	i als Dezimalzahl in R ₉ abspeichern	107	x	
052	RCL8		108	+	
053	%		109	RCLD	Ist PV = 0, Sprung zum Schätzwert für FV
054	STO9		110	X=0?	
055	+	i + 1 berechnen	111	GT03	Schätzwert von PV für i
056	F0?	Falls AD-Flag gesetzt,	112	-	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			± PMT/i	[1 - (1 + i) ⁻ⁿ]	1 or 1 + i	n(1 + i) ⁻ⁿ⁻¹	(1 + i)	(1 + i) ⁻ⁿ	i/100
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
n	i	PMT	PV	FV (BAL)					21

113	RCLA	$n \text{PMT} + \text{BAL} - \text{PV}$	169	+			
114	\div	n	170	RCLC			
115	RCLD	und Rückruf von PV	171	\geq			
116	GT04		172	RCL9			
117	*LBL3	Schätzwert von FV für i	173	\leq			
118	RCLC	Zähler: $2(\text{FV} - n\text{PMT})$	174	RCL6			
119	LSTX		175	RCLC			
120			176	\times			
121	ENT1		177	-			
122	+	und Nenner:	178	\div			$f(i)/F(i)$
123	RCLA	$(n-1)\text{PMT} + \text{FV}$	179	CHS			
124	1		180	GSB5			$f(i)/F(i)$ vom gegenwärtigen i abziehen
125	-		181	RCL6			
126	\times^2		182	\div			
127	RCLC		183	RND			Neue Schleife, wenn Wert ungleich 0
128	\times		184	$\times \theta^\circ$			
129	RCLC		185	GT06			
130	+		186	RCL6			
131	*LBL4	Schätzwert für i	187	RTN			Stop und Anzeige
132	\div		188	*LBL6			
133	.	Ist der Schätzwert	189	RCLC			Berechnung von i bei Aufgaben mit n, i, PV und FV
134	.9	kleiner als 0,9,	190	RCLD			
135	CHS	wähle für ihn 0,9	191	\div			
136	$\times \neq Y^\circ$		192	RCLA			
137	$\times ZY$		193	1/X			
138	GSB5	Speichern des Schätzwertes als Prozentwert	194	Y^x			
139	$\times \theta^\circ$	Stop, falls Schätzwert	195	1			
140	RTN	$= 0$	196	-			
141	*LBL6	Berechnung von f(i)	197	*LBL5			i in Prozent umrechnen und zu rB addieren
142	GSB0		198	EEX			
143	+		199	\times			
144	F1?		200	\times			
145	CHS		201	ST+i			
146	RCLD		202	RTN			
147	-		203	*LBL6			Ausdruck von n, i, PMT, PV, FV oder BAL
148	RCL8	Berechnung von f'(i)	204	SFC			
149	RCLA		205	RCLA			
150	RCL7		206	PRTX			
151	\div		207	RCLB			
152	\times		208	PRTX			
153	F1?		209	RCLC			
154	CLX		210	PRTX			
155	ST06		211	RCLD			
156	F1?		212	PRTX			
157	R4		213	RCLC			
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)	0 AD	1 PV = 0	FLAGS	TRIG	DISP
Start	AD	Druck	d	e			ON OFF		
0 berechnen	AD	2	3 FV Schätzw	4 Schätzwert	2		0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
i → %	Schleife	7	8 FV, PV-i	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>

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 **XZ1** 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

001	*LBLA	Löschen des Register und Setzen des Index auf 24, um die Folge der Rechenopera- tionen zu beginnen	057	STOI	speichern und Wert der Konstante zurückrufen R1 ≠ 0: speichern Sprung zur Fehlermeld.														
002	CLRG		058	CLX															
003	P=5		059	RCL															
004	CLRG		060	*LBLB															
005	2		061	DSZ1															
006	4		062	GT01															
007	STOI		063	GT09															
008	CLX		064	*LBL1															
009	RTH		065	STOI															
010	*LBLC		066	CLX		Code speichern und ursprüngliche Anzeige wieder herstellen 24 in R1 speichern, um Zähler auf Null zu setzen und Löschen von R0, zum auto- matischen Rück- setzen am Ende der Programmfolge Anzeigewert speichern, Code aufrufen und zu entsprechender Marke springen													
011	+	067	RCL																
012	1	068	RTH																
013	GT0B	069	*LBLD																
014	*LBLB	070	CLX																
015	-	071	2																
016	2	072	4																
017	GT0B	073	STOI																
018	*LBLC	074	CLX																
019	x	075	ST0B																
020	3	076	RTH	Anzeigewert speichern, Code aufrufen und zu entsprechender Marke springen															
021	GT0B	077	*LBL																
022	*LBLD	078	STOE																
023	÷	079	R4																
024	4	080	DSZ1																
025	*LBLB	081	RCL																
026	DSZ1	082	x=1																
027	GT01	083	GT01																
028	GT09	084	*LBLB		24 nach R1, Ausgabe nach Anzeige														
029	*LBL1	085	CLX																
030	STOI	086	2																
031	R4	087	4																
032	RTH	088	STOI																
033	*LBL	089	CLX																
034	%	090	RCL																
035	STOE	091	RTH	Addition ausführen und zur Marke E springen für die nächste Anweisung															
036	CLX	092	*LBL1																
037	5	093	x=1																
038	GT0B	094	CLX																
039	*LBLB	095	RCL																
040	STOE	096	+																
041	CLX	097	GT0E																
042	6	098	*LBL2																
043	GT0B	099	x=1																
044	*LBLC	100	CLX		Subtraktion ausführen														
045	STOE	101	RCL																
046	CLX	102	-																
047	7	103	GT0E																
048	DSZ1	104	*LBL3																
049	GT01	105	x=1																
050	*LBL9	106	CLX																
051	CLX	107	RCL																
052	2	108	x																
053	4	109	GT0E	Division ausführen															
054	PSE	110	*LBL4																
055	GT09	111	x=1																
056	*LBL1	112	CLX																
REGISTER																			
0	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
																			Schrittzähler

Variable Eingabe

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

S_1 **↑** S_2 **↑** S_3

Die Daten stehen jetzt wie folgt im Stack:

T: unbekannter Wert

Z: S_1

Y: S_2

X: S_3

Im angezeigten X-Register steht der Wert S_3 .

Für den korrekten Programmablauf muß jetzt S_1 nach R_9 , S_2 nach R_B und S_3 nach R_D gespeichert werden. Da S_3 im X-Register steht, kann es mittels **STO D** auf einfache Weise nach R_D gespeichert werden. Jetzt muß der Wert S_2 in das X-Register verschoben werden, damit auch er über den entsprechenden **STO**-Befehl in das gewünschte Register kopiert werden kann. Dazu wird der **R↑**-Befehl in Speicherzeile 003 verwendet. Dabei wird der Inhalt von Y nach X, der von Z nach Y und der Inhalt von T nach Z geschoben. Der Inhalt von X wird dafür in das T-Register umgespeichert. Nach Ausführung der Tastenfolge **R↑ STO B**, die den Wert S_2 nach R_B speichert, stehen die Daten wie folgt im Stack:

T: S_2

Z: unbekannter Wert

Y: S_1

X: S_2

S_3 und S_2 sind jetzt in den dafür vorgesehenen Registern abgespeichert. Mit der Tastenfolge **R↑ STO 9** wird jetzt S_1 zunächst nach X und dann nach R_9 gebracht. Damit ergibt sich die folgende Stackregisterbelegung:

T: S_2

Z: S_3

Y: unbekannter Wert

X: S_1

Die vollständige Tastenfolge zum Abspeichern der Daten lautet demnach:

LBL A

STO D (S₃ speichern)

R↓

STO B (S₂ speichern)

R↓

STO 9 (S₁ speichern)

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

Dreiecksberechnungen

001 #LBLA	Länge der Seiten speichern	057 RCLA	GSB-Routine f. 3. Winkel
002 STOC		058 GSB0	$Y = S_1 \sin A_3$
003 R4		059 STOC	$X = S_1 \cos A_3$
004 STOB		060 RCLE	$h = X$
005 R4		061 RCL9	$Y = \sin A_2$
006 ST09	$P = (S_1 + S_2 + S_3)/2$	062 +R	$X = \cos A_2$
007 R4		063 XZY	$S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$
008 R4		064 STOB	$S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$
009 +		065 RCLC	GTO ausdrucken
010 +		066 1	S_1, A_1 und A_2 speichern
011 2		067 +R	
012 ÷		068 R4	
013 ST07		069 ÷	
014 X²		070 STOB	
015 LSTX		071 P*	
016 RCLB		072 *	
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	
020 RCLD		076 #LBLC	
021 x		077 STOC	
022 ÷		078 R4	
023 JX		079 ST0A	
024 COS⁻¹		080 R4	
025 2		081 ST09	
026 x		082 RCLC	
027 ST0E		083 RCLA	
028 SIN		084 GSB0	
029 RCL9	$h = S_1 \sin A_3$	085 RCL9	
030 x		086 RCLA	
031 STOB		087 GTOB	
032 RCL7		088 #LBLD	
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	
042 JX		098 -	
043 COS⁻¹		099 +P	
044 2		100 STOD	
045 x		101 RCL9	
046 STOC		102 RCLB	
047 RCLE		103 RCLD	
048 GSB0		104 GT0A	
049 ST0A		105 #LBLE	
050 GT01		106 STOC	
051 #LBLB		107 R4	
052 ST0A		108 STOB	
053 R4		109 R4	
054 ST09		110 ST09	
055 R4		111 RCLC	
056 ST0E		112 STN	

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
A ₁	S ₂	A ₂	S ₃	A ₃					

113	RCLB				169	2								
114	x				170	÷								
115	RCL9	$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{S_2}{S_1} \sin A_2 \right)$			171	PRTX								
116	÷				172	RTN								
117	SIN ⁻¹				173	R/S								
118	STOE													
119	RCLC	GSB-Routine für												
120	GSB0	3. Winkel												
121	STOA	A_3, S_1 und A_1												
122	RCLC	zurückrufen, GSB B												
123	RCL9													
124	RCLA													
125	GSBB													
126	RCL9	Stop, falls einzige												
127	RCLB	Lösung												
128	X≠Y?													
129	RTN													
130	RCLC	2. Winkel für												
131	COS	Alternativlösung												
132	CHS	berechnen												
133	COS ⁻¹													
134	STOE	GSB-Routine für												
135	RCLC	3. Winkel												
136	GSB0													
137	STOA	A_3, S_1 und A_1												
138	RCLC	zurückrufen, GSB B												
139	RCL9													
140	RCLA													
141	GTOB													
142	*LBL0	3. Winkel = \cos^{-1}												
143	+	$[-\cos (A + B)]$												
144	COS													
145	CHS													
146	COS ⁻¹													
147	RTN													
148	*LBL1													
149	SPC	Werte mit S_1												
150	SPC	beginnend												
151	RCL9	ausdrucken												
152	PRTX													
153	RCLA													
154	PRTX													
155	SPC													
156	RCLB													
157	PRTX													
158	RCLC													
159	PRTX													
160	SPC													
161	RCLD													
162	PRTX													
163	RCLC													
164	PRTX													
165	SPC													
166	RCL8	Fläche = $(S_1 S_3 \sin A_3)/2$												
167	RCLD	berechnen und												
168	x	ausdrucken												
LABELS					FLAGS	SET STATUS								
A	S_1, S_2, S_3	B	A_3, S_1, A_1	C	S_1, A_1, A_2	D	S_1, A_1, S_2	E	S_1, S_2, A_2	0		FLAGS	TRIG	DISP
a		b		c		d		e		1		ON OFF		
												<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
												<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
												<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
												<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>
0	3. Winkel	1	Druck	2		3		4		2				
5		6		7		8		9		3				

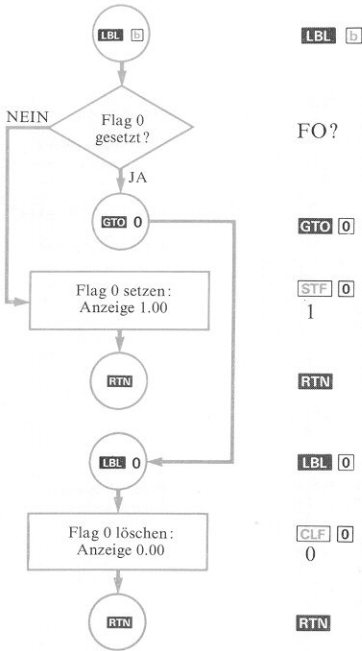
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

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

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

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

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020



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

Vektor-Operationen

001 *LBL0	2- oder 3dimensionale Vektorrechnung auswählen	057 SIN	überspringen
002 F1?		058 *LBL0	Vektorcode nach T
003 GT00		059 R+	
004 SF1		060 CLX	
005 3		061 RCL1	
006 RTN		062 R+	
007 *LBL0		063 F0?	Eingabewert drucken?
008 2		064 PRST	Umwandlung S→C
009 CF1		065 XZY	
010 RTN		066 1	
011 *LBL0	Druck-Modus wählen	067 +R	
012 F0?		068 R+	
013 GT00		069 R+	
014 SF0		070 +R	
015 1		071 XZY	
016 RTN		072 R+	
017 *LBL0		073 XZY	
018 CF0		074 X	
019 0		075 LSTX	
020 RTN		076 R+	
021 *LBL0	Betrag speichern und Code 1 eingeben	077 X	
022 ST0?		078 GT02	C→S beginnen
023 1		079 *LBL0	Falls 2D-Modus, dann 0 nach Z
024 GT00		080 R+	
025 *LBLE	Betrag speichern und Code 2 eingeben	081 R+	
026 ST00		082 F1?	
027 2		083 GT00	
028 *LBL0		084 CLX	
029 SF2	GSB S→C Routine	085 *LBL0	0 nach T
030 GSB5		086 R+	
031 GT0?	GTO Speicherroutine	087 CLX	
032 *LBL1		088 R+	
033 ST09	1. Vektor speichern	089 F0?	Eingabewert drucken?
034 R+		090 PRST	Umwandlung C→S
035 ST04		091 *LBL6	
036 R+		092 +P	
037 ST00		093 XZY	
038 1		094 X<0?	
039 RTN		095 GSB3	
040 *LBL2	2. Vektor speichern	096 R+	
041 ST0C		097 XZY	
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 XZY	
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 ausdrucken?
056 1		112 PRST	

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

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

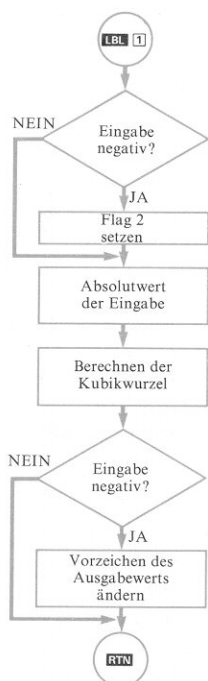
Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

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

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

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

Ablaufdiagramm



Befehle

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

LBL 1

8

-8

X<0?

8

-8

STF 2

8

-8

ABS

8

8

3

3

3

 $\frac{1}{x}$

0.333...

0.333...

 y^x

2

2

F2?

2

2

CHS

2

-2

RTN

2

-2

Polynom-Berechnungen

001 *LBL0	Start: für Grad des Polynoms 0 speichern	057 RCLB							
002 0		058 -							
003 STOE		059 X<0?							Komplexe Lösung
004 RTN		060 GT00							
005 *LBL0	a ₀ speichern und Grad-Index (= Grad + 1) auf 1 setzen	061 JX							x ₁ berechnen
006 ST01		062 F2?							
007 1		063 CHS							
008 RTN		064 +							x ₂ berechnen
009 *.BL0	a ₁ speichern und Index auf 2	065 ÷							
010 ST02		066 LSTX							
011 2		067 GT06							Imaginärteil berechnen
012 GT00		068 *LBL0							
013 *LBL0		069 ABS							Imaginärcode drucken
014 ST03	a ₂ speichern und Index auf 3	070 JX							
015 3		071 1							
016 GT00		072 CHS							Imaginärteil nach X
017 *LBL0	a ₃ speichern und Index auf 4	073 PRTX							x ₂ oder Imaginärteil drucken
018 ST04		074 R4							
019 4		075 *LBL6							
020 *LBL0	Größten Index auffinden	076 PRTX							x ₁ oder Realteil drucken
021 XZY		077 *LBL2							
022 X=0?		078 XZY							
023 RTN		079 PRTX							
024 XZY		080 RCL4							Quadratische Gleichung in ursprüngliche Form zurückführen
025 RCL0		081 *LBL5							
026 XZY		082 STX4							
027 XZY		083 STX3							
028 STOE		084 STX2							
029 XZY		085 STX1							Stop und Anzeige
030 R4		086 R4							
031 RTN		087 CF2							
032 *LBL6	Beginn der Berechnung des Polynoms	088 RTN							Beginn für Lösungen 3. Grades durch Berechnen von Q
033 SPC		089 *LBL4							
034 RCL0		090 3							
035 ST01	Gradindex nach R ₁	091 ÷							
036 ÷		092 RCL3							
037 RCL1	Division aller Koeff. durch den Koeff. des größten Index	093 X ²							
038 ST04		094 9							
039 1/X		095 ÷							
040 GSB5		096 -							
041 RCL1	Richtigen Polynomgrad auswählen	097 ST00							Q ³ berechnen
042 CHS		098 3							
043 RCL2		099 YX							
044 GT01		100 ST0C							
045 *LBL3	Beginn der quadratischen Gleichung	101 RCL3							R berechnen
046 RCL1		102 RCL2							
047 *LBL9		103 X							
048 ST0B	Berechnung:	104 RCL1							
049 XZY	$\frac{a_1}{2a_2}$	105 3							
050 CHS		106 X							
051 2		107 -							
052 ÷		108 6							
053 X<0?	Flag für richtige Reihenfolge setzen	109 ÷							
054 SF2		110 RCL3							
055 ENT1	$(a_1/2a_2)^2 - (a_0/a_2)$	111 3							
056 X ²		112 YX							
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 Q ³		D Q		E Grad		I Kontrolle

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

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

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

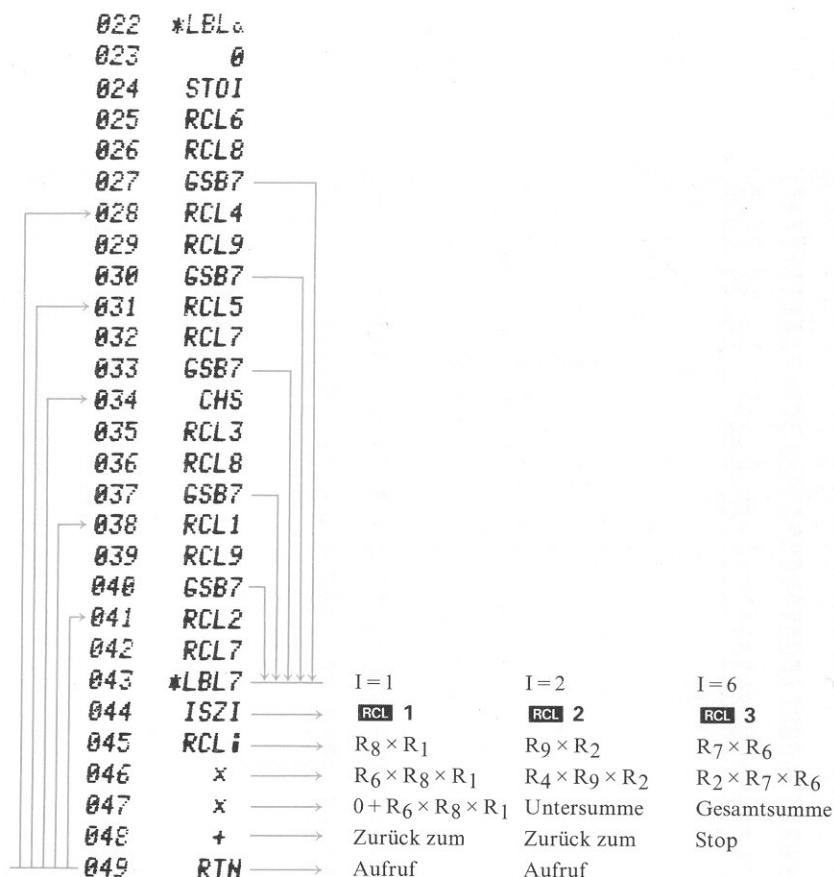
Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

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

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

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

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



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 *LBLA	0 nach x für indirekte Speicherung	057 RCL 7	
002 0		058 GSB3	
003 GT05		059 ST00	
004 *LBLB	3 nach x für indirekte Speicherung	060 CLX	
005 3		061 RCL3	
006 GT05		062 RCL4	
007 *LBLC	6 nach x für indirekte Speicherung	063 x	
008 6		064 RCL1	
009 ET05		065 RCL6	
010 *LBLD	9 nach x für indirekte Speicherung	066 GSB3	
011 1		067 ST0E	
012 S		068 CLX	
013 *LBL5	Code in R1 speichern	069 RCL2	
014 ST01		070 RCL 7	
015 GSB6	3 Eingabewerte in die dem Code ent- sprechenden Register abspeichern	071 x	
016 GSB6		072 RCL1	
017 *LBL6		073 RCL8	
018 R1		074 GSB3	
019 ISZ1		075 ST01	
020 ST01		076 CLX	
021 RTN		077 RCL1	
022 *LBL6	Determinante berechnen	078 RCL5	
023 0		079 x	
024 ST01		080 RCL2	
025 RCL6		081 RCL4	
026 RCL8		082 GSB3	
027 GSB7		083 ST00	
028 RCL4		084 CLX	
029 RCL9		085 RCL3	
030 GSB7		086 RCL6	
031 RCL5		087 x	
032 RCL7		088 RCL2	
033 GSB7		089 RCL9	
034 CHS		090 GSB3	
035 RCL3		091 ST01	
036 RCL8		092 CLX	
037 GSB7		093 RCL2	
038 RCL1		094 RCL6	
039 RCL9		095 x	
040 GSB7		096 RCL3	
041 RCL2		097 RCL5	
042 RCL7		098 GSB3	
043 *LBL7		099 ST03	
044 ISZ1		100 CLX	
045 RCL1		101 RCL5	
046 x		102 RCL9	
047 x		103 x	
048 +		104 RCL6	
049 RTN		105 RCL8	
050 *LBL6	Kehrwert der Determinante berechnen	106 GSB3	
051 GSB6		107 ST02	
052 1/X		108 CLX	
053 RCL1		109 RCL6	
054 RCL9	Inverse berechnen	110 RCL 7	
055 x		111	
056 RCL3		112 RCL4	

REGISTER									
0 γ3	1 a ₁ , a ₁	2 a ₂ , a ₂	3 a ₃ , a ₃	4 b ₁ , β ₁	5 b ₂ , β ₂	6 b ₃ , β ₃	7 c ₁ , γ ₁	8 c ₂ , γ ₂	9 c ₃ , γ ₃
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A d ₁	B d ₂	C d ₃	D β ₂	E β ₃	Kontrolle				

113	RCL9		169	*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	
119	x		175	2	
120	RCL5		176	STO1	
121	RCL7		177	GSB1	
122	GSB3		178	STO0	
123	RCL1		179	3	
124	RCL0		180	STO1	
125	GSBC	Inverse Werte in richtige Register speichern	181	GSB1	
126	RCL2		182	STO0	
127	RCL1		183	0	
128	RCL3		184	RCLD	Werte in Stackregister zurückrufen zur Anzeige
129	GSBA		185	RCL0	
130	RCL6		186	RCL0	
131	RCLD		187	RTN	
132	RCL0		188	*LBL1	Multiplikation
133	GSBB		189	0	
134	CLX		190	RCLA	
135	RTN	0 anzeigen und Halt	191	GSB4	
136	*LBL3		192	RCL0	
137	x	Unterprogramm: Inverse	193	GSB4	
138	-		194	RCLC	
139	x		195	GSB4	
140	RTN	Druck-Schleife starten	196	PRTX	
141	*LBL0		197	RTN	
142	SPC		198	*LBL4	
143	1		199	RCL1	Unterprogramm Multiplikation
144	STO1		200	x	
145	*LBL2		201	+	
146	RCL1	Register R ₁ bis R ₉ ausdrucken	202	ISZ1	
147	PRTX		203	ISZ1	
148	9		204	ISZ1	
149	RCL1		205	RTN	
150	X=Y?		206	R/S	
151	GTO0				
152	3				
153	÷				
154	FRC				
155	X=0?				
156	SPC				
157	RCL1				
158	ISZ1				
159	GTO2				
160	*LBL0	Register R _A bis R _C ausdrucken			
161	SPC				
162	RCLA				
163	PRTX				
164	RCLB				
165	PRTX				
166	RCLC				
167	PRTX				
168	RTN				

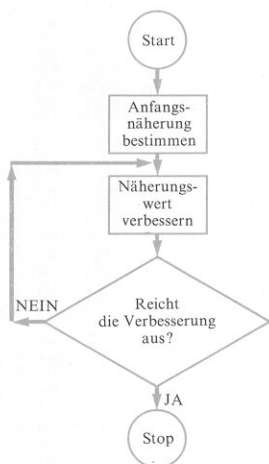
LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A a ₁ , a ₂ , a ₃	B b ₁ , b ₂ , b ₃	C c ₁ , c ₂ , c ₃	D d ₁ , d ₂ , d ₃	E Druck	0	FLAGS	TRIG	DISP
a → Det	b → Inv	c → Mult	d	e	1	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0 Druck	1 mult	2 Druck	3 inv	4 mult	2	0 <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5 Code	6 Eingabe	7 det	8	9	3	1 <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>
						3 <input type="checkbox"/>		

Iterationsschleifen

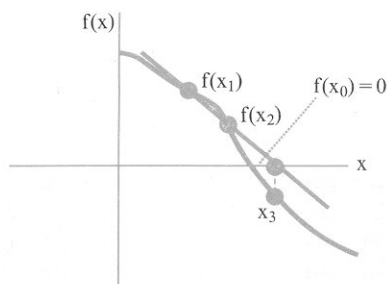
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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

Im Flußdiagramm sieht das folgendermaßen aus:



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



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

Die Gleichung der «regula falsi» lautet:

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

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

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

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

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

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

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

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

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für f(x)

001 *LBLA	Nummer der Funktion	057 STOE	
002 STOI	speichern	058 ÷	
003 RTN		059 STOC	b-a/n
004 *LBL	Pausenbefehl	060 =	
005 F0?	umschalten	061 ÷	b-a
006 GT00		062 ST+0	2n
007 SF0		063 0	Integral Null setzen
008 1		064 ST05	
009 RTN		065 RCLB	Anzahl der Intervalle
010 *LBL0		066 X-1	nach R _I
011 0		067 *LBL7	
012 CF0		068 X-1	Nummer der Funktion
013 RTN		069 ST0B	nach R _I und n nach R _B
014 *LBL0	% Δ speichern und	070 RCL0	
015 SF1	Flag setzen	071 GSB i	f'(R ₀)
016 STOE		072 RCLC	
017 RTN		073 ST+0	R ₀ + (b-a)/n
018 *LBL	Fehlergrenze % Δ	074 x	Add f(R ₀) (b-a)/n
019 EEX	wählen oder	075 ST+9	
020 CHS	0.01% ausreichend?	076 RCLB	n verringern um 1
021 2		077 X-1	Funktionsr. in Anzeige
022 RCLB		078 DS-1	
023 F1?		079 GT07	Funktionsr. nach R _I
024 X-1		080 STOI	
025 R-1		081 RCL9	Integrationsergebnis
026 %		082 RTN	anzeigen
027 X=0?	x = 0: statt % von x % Δ	083 *LBL	
028 LSTX	für Δx	084 FIX	
029 STOC		085 GSB8	
030 2	f(x - Δx/2)	086 RCLB	
031 ÷		087 GT00	
032 -		088 *LBL6	Numerische Differen-
033 STOA		089 RCL0	tiation, um x _i für
034 STOB		090 GSB i	Anfangswert zu
035 GSB i		091 STOB	berechnen
036 STOD		092 *LBL0	
037 RCLA	f(x + Δx/2)	093 RCLA	Berechne f(x _i)
038 RCLC		094 RCL0	
039 +		095 STOA	
040 STOB		096 -	Regula Falsi:
041 GSB i		097 RCLD	Berichtigung für x und
042 STOB		098 RCLB	Werte für neue
043 RCLD	$\frac{f(x + \Delta x/2) - f(x - \Delta x/2)}{\Delta x}$	099 STOD	Schleife
044 -		100 -	
045 RCLC		101 ÷	
046 ÷		102 x	
047 RTN		103 ST-0	Berichtigung abziehen
048 *LBLC	f(x)	104 RCL0	Falls Flag gesetzt: Pause
049 STOB		105 F0?	und Lösung anzeigen
050 GSB i		106 PSE	
051 RTN		107 ÷	
052 *LBLD	a speichern	108 RND	RND (Änderung/x _i + 1)
053 X-1		109 X=0?	Anzeigegenauigkeit
054 STOB	b-a	110 GT06	erreicht?
055 -	n speichern	111 RCL0	Falls ja, Ergebnis
056 X-1		112 RTN	anzeigen

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

001 *LBL1 002 F S 003 RTN 004 *LBL2 005 RAD 006 TAN 007 LSTX 008 - 009 RCL2 010 - 011 DEG 012 RTN 013 *LBL3 014 RAD 015 SIN 016 RCL1 017 X 018 X^2 019 1 020 X<Y 021 - 022 JX 023 1/X 024 DEG 025 PTN	Unterprogramm: graphische Lösung $f(x) = \tan(x) - \text{Inv}(x) - x$ $f(\theta) = \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}}$								
LABELS				FLAGS		SET STATUS			
A Function	B $x \rightarrow f(x)$	C $x \rightarrow f(x)$	D $n \uparrow a \uparrow b \rightarrow \int_a^b$	E $x_0 \rightarrow \text{Lösung}$	F Pause	FLAGS		TRIG	DISP
0 %Δ	b	c	d	Pause	1 %Δ	0	ON OFF <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0 belegt	1	2	3		2	1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5	6 Iteration	7 Integration	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>

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

001 *LBLa	Flag für mm/Zoll	057 1	
002 SF2		058 5	
003 *LBLA		059 F2°	
004 2	Eingabe des	060 1/X	
005 5	Umrechnungsfaktors	061 XZY	
006 .		062 x	
007 4		063 RTN	
008 F2°	Inch in mm oder	064 *LBLe	Pound/Kilogramm-
009 1/X	mm in Inch?	065 SF2	Umrechnung (Masse)
010 XZY	Stack ordnen für	066 *LBLe	
011 x	LST X	067 .	
012 RTN	Umrechnen	068 4	
013 *LBLb		069 5	
014 SF2	Fuß/Meter-	070 3	
015 *LBLe	Umwandlung	071 5	
016 .		072 9	
017 3		073 2	
018 0		074 3	
019 4		075 7	
020 8		076 F2°	
021 F2°		077 1/X	
022 1/X		078 XZY	
023 XZY		079 x	
024 x		080 RTN	
025 RTN		081 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 F2°			
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

Notizen

Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

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

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

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

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

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

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

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

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

Arithmetik-Lernprogramm

001 *LBLx	Konstanten speichern	057 SPC	Operationscode ausdrucken
002 0		058 PRT	
003 ST08		059 SPC	2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen
004 2		060 *LBL9	
005 0		061 GSB5	
006 ST07		062 ST0C	
007 1		063 GSB5	Aufgabe stellen
008 0		064 RCLC	
009 ST0C		065 GSB1	Anzeige einstellen
010 ST0E		066 RCLA	
011 1		067 XZ1	
012 ST0A		068 DSF1	
013 .		069 XZ1	Einen Wert «skalieren»
014 5		070 R4	
015 2		071 RCLB	
016 8		072 +	Werte zu der Form x.y addieren
017 4		073 +	
018 1		074 0	0 nach LST X
019 6		075 +	Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe
020 3		076 RCL9	
021 *LBL6	Vorprogrammierte oder eingeebene Ausgangs- zahl speichern	077 X=Y	Aufgabe anzeigen
022 ST0E		078 GT09	
023 CLX		079 R4	
024 RTN		080 ST09	
025 *LBL6	Eingabe und speichern von n _{max} + 1. Flag setzen: aussondern des vorprogrammierten Wertes	081 FI?	
026 SF0		082 PRTX	
027 SPC		083 RTN	
028 PRTX		084 *LBL5	Generieren der Pseudo- Zufallszahlen
029 SPC		085 RCLC	
030 ABS		086 9	
031 1		087 9	
032 +		088 7	
033 ST0D		089 X	
034 1	Anzeigeformat berechnen und für späteren Abruf speichern	090 FRC	
035 0		091 ST0E	
036 X		092 JX	Zahlen verarbeiten
037 LOG		093 RCLD	
038 INT		094 X	
039 ST0A		095 INT	Ganzzahlige Werte <n _{max} erzeugen
040 J0X		096 RTN	
041 ST0B	«Maßstab» für Aufgaben berechnen und speichern	097 *LBL1	Additionsaufgabe
042 CLX		098 +	
043 RTN		099 ST0C	
044 *LBLA	Addition wählen	100 LSTX	
045 1		101 -	
046 GT01		102 LSTX	
047 *LBLB	Subtraktion wählen	103 RTN	
048 2		104 *LBL2	Subtraktionsaufgabe
049 GT01		105 ST0C	
050 *LBLC	Multiplikation wählen	106 XZY	
051 3		107 +	
052 GT01		108 LSTX	
053 *BLD	Division wählen	109 RTN	
054 4		110 *LBL3	Multiplikations- aufgabe
055 *LBL1		111 X=0?	
056 ST0I	Code für +, -, ×, ÷ speich.	112 XZY	

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
Anzeige	Skalierung	Ergebnis	n _{max} + 1	Anfangswert	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 Geschwindigkeit berechnen
006 5		062 X>0?	
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		068 FSE	
013 *LBL9	Höhe durch 10000	069 GT04	
014 RCL6	geteilt: Anzeige	070 *LBL2	Treibstoff verbraucht, Geschwindigkeit im freien Fall
015 DSP4	kombiniert in der Form vv.Ohhh	071 RCL8	
016 EEK		072 2	
017 4	Anzeigeformat	073 .	
018 ÷	vv.Ohhh aufbauen, dabei negative	074 5	
019 RCL7	Werte berücksichtigen	075 -	
020 CF2		076 ST+6	
021 X<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 X²	
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 *LBLB	
035 PSE		091 5	Aufprall- geschwindigkeit
036 1		092 ST-8	
037 PSE		093 0	
038 0	Eingabe annehmen	094 GT05	Geschwindigkeit bei weicher Landung
039 PSE		095 R/S	Ergebnis anzeigen
040 *LBL5	Wenn Brennstoff ver- braucht, Aufprallge- schwindigk. ermitteln u. aufblinken lassen		Fehlzündung
041 RCL8			
042 X<Y			
043 X>Y?			
044 GT02			
045 ST-8	Treibstoff subtrahieren		
046 2			
047 X			
048 5	Geschwindigkeit und Höhe bestimmen		
049 -			
050 ST09			
051 2			
052 ÷			
053 RCL6			
054 +			
055 RCL7			
056 +			

REGISTER

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

--	--	--	--

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

Diagnostik-Programm

001 *LBLA	Register löschen	057 GSB3	Umrechnung in
002 CLR6		058 SIN	Stunden/Minuten/
003 P2S		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 JX	prüfen
015 7		071 GSB3	
016 CHS		072 ENT↑	y ^x und 1/x prüfen
017 EEX		073 Y ^x	
018 CHS		074 LSTX	
019 7		075 1/X	
020 7		076 Y ^x	
021 XZY	Stackregister und	077 GSB3	
022 R↑	Befehle zum	078 ENT↑	
023 R↑	Stackumordnen prüfen	079 +	+ , - und LST X
024 R↑		080 LSTX	prüfen
025 R↑		081 -	
026 R↓		082 GSB3	
027 PSE	Anzeige prüfen	083 ENT↑	
028 *LBL0		084 X	× und ÷ prüfen
029 STO↑	Register prüfen	085 LSTX	
030 RCL↑		086 +	
031 X#Y?		087 GSB3	
032 GT01		088 1/X	Int und FRC prüfen
033 ISZ↑		089 1	
034 RCL↓		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 RCL↓	Registerspeicher- oder	096 GSB3	
041 RTN	Abruffehler anzeigen	097 D+D	Grad/Bogenmaß-
042 *LBL2		098 R+D	Umwandlung prüfen
043 2	Prüfen der	099 GSB3	
044 5	Startfunktion	100 EEX	% prüfen
045 STO↓		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 RND	Zähler erhöhen
052 TAN	tan, tan ⁻¹ prüfen	108 RCL↓	Funktion prüfen
053 TAN+		109 X#Y?	
054 GSB3		110 R/S	
055 +P	Koordinaten-	111 ISZ↑	Stop und bei Fehler
056 +R	umwandlung prüfen	112 RCL↓	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					169 #LBL6				
114 #LBL4					170 ISZ1				
115 1		x-y-Vergleiche			171 RCL1				
116 -		prüfen			172 F1?				
117 RCL1					173 GT06				
118 X \neq 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 \neq 0?					188 EEX				
133 GT05					189 7				
134 RTN					190 PRTX				
135 #LBL5					191 ENG				
136 ISZ1					192 DSP4				
137 RCL1					193 PRTX				
138 X(0?					194 SCI				
139 RTN					195 PRTX				
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 S				
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 ON OFF 0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	TRIG DEG <input checked="" type="checkbox"/> GRAD <input type="checkbox"/> RAD <input type="checkbox"/>	DISP FIX <input checked="" type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/> n. <u>2</u>
^a	^b	^c	^d	^e	¹ belegt			
⁰ Register	¹ Register	² Funktion	³ Funktion	⁴ x-y	² belegt			
⁵ x-0	⁶ Flag	⁷	⁸	⁹	³ belegt			

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 130, Telefon (07031) 667-1
4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. 1, Seestern, Tel. (0211) 5 97 11
6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1
2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93
3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46
8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85
8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,
Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz:

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

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien,
Österreich, Telefon (0222) 35 16 21 bis 32

Für die UdSSR:

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

Europa-Zentrale:

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

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.