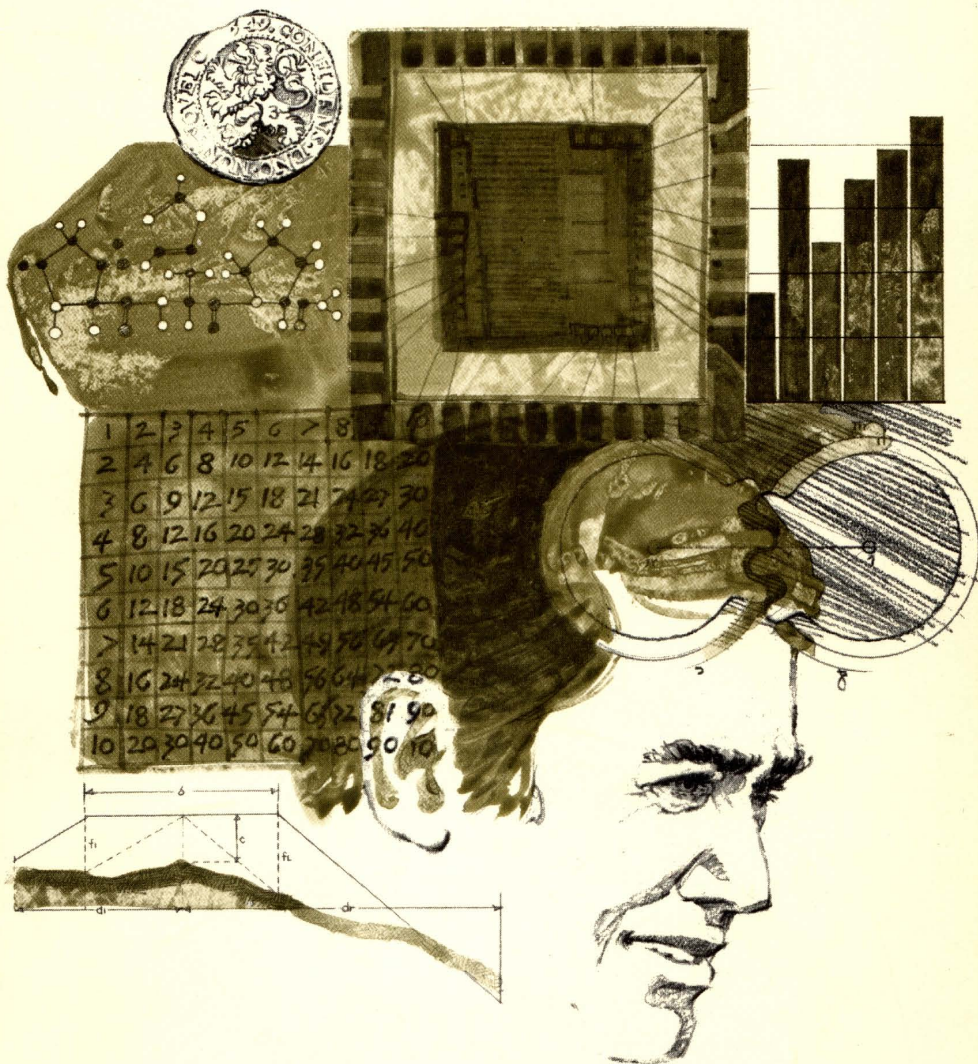


HEWLETT-PACKARD

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.

Notizen



Inhaltsverzeichnis

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

14. Mondlandung

Das spannende Spielprogramm simuliert die Abstiegsphase zu
einer weichen Mondlandung 92

15. Diagnostik-Programm

Überprüfung der Rechnerfunktionen 96

Verwendung der Programme

Einlesen eines Programms

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

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

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

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

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



Abb. 1

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

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

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

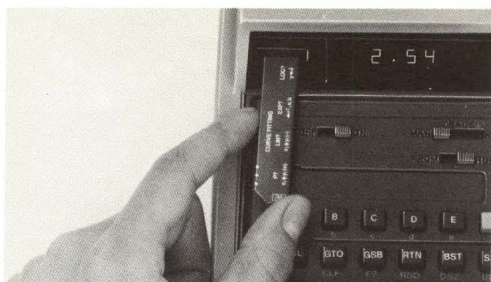


Abb. 2

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

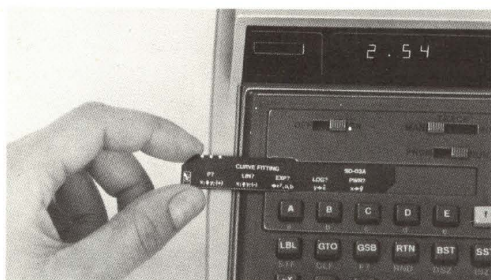


Abb. 3

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

























Beschriftung der Programmkarten

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

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

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

Beschriftungsweise – Konventionen, Symbole

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

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

Aufbau der Bedienungsanweisungen

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

Die Tabelle setzt sich aus fünf Spalten zusammen:

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

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

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

Die Spalte **Tasten** enthält die Funktionstasten, die im Zusammenhang mit diesem Anweisungsschritt zu drücken sind. Dabei wird die Taste **ENTER** durch das Symbol \uparrow dargestellt; die übrigen Tastensymbole entsprechen denjenigen auf dem HP-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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wiederholen**		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Berechnung und Ausdruck des		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Bestimmtheitsmaßes r^2 und der		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Regressionskoeffizienten a und b		<input type="text"/> C <input type="text"/>	Ausdruck
8	Auf Wunsch: Berechnung eines		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schätzwertes zu gegebenem y-Wert.	y	<input type="text"/> D <input type="text"/>	\hat{x}
9	Auf Wunsch: Berechnung eines Schätzwertes		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	zu gegebenem x-Wert	x	<input type="text"/> E <input type="text"/>	\hat{y}
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 3.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Dieser Schritt kann übersprungen werden,		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wenn der einzutastende x-Wert dem		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	angezeigten Zähler (i+1) entspricht.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	** Das zuletzt eingegebene Wertepaar kann		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	durch die Tastenfolge R ← B gelöscht		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	werden. Beliebige zuvor eingegebene Daten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	werden gelöscht, indem das Wertepaar		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	eingetastet und anschließend B gedrückt		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wird. Auf dem Rechnerausdruck wird dieser		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Korrekturschritt durch die Zahl -1.00 markiert.		<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, daß die Exponential-Kurvenanpassung mit **f** **c** gewählt wird.

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

x_i	1	3	7
y_i	2.7	20	1100

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

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

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

Das Ergebnis wird wie folgt gedruckt:

1.00... (Bestimmtheitsmaß, r^2)

1.02... (a)

1.00... (b)

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

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

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

Notizen

Gleitender Durchschnitt



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

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

Häufig ist es erforderlich, daß der gleitende Durchschnitt täglich, wöchentlich, monatlich oder sogar nur einmal im Jahr berechnet wird. In solchen Fällen ist es vorteilhaft, daß Sie die Inhalte der Speicherregister auf eine Magnetkarte aufzeichnen und so für eine spätere Verwendung speichern können. Drücken Sie dazu **B** (WRITE DATA – Daten aufzeichnen) und lassen Sie eine leere Magnetkarte durch den Rechner laufen. Wenn nach dem ersten Durchlauf der Karte «Crđ» 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 «Crđ» 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** **b** zu drücken, bis der Rechner 1.00 anzeigt. Darüber hinaus können Sie durch Drücken der Taste **c** jederzeit alle bei der Mittelwertbildung berücksichtigten Zahlenwerte auflisten lassen.

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wenn Sie zuvor auf Magnetkarte gespeicherte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Daten verwenden wollen, lesen Sie die Daten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein und fahren Sie mit Schritt 5 fort.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Geben Sie die Zahl der vom gleitenden		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Durchschnitt zu erfassenden Werte ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	$(1 \leq n \leq 22)$.	n	f a	n
4	Auf Wunsch: Druck-Modus «einschalten»		f b	1.00/0.00
5	Geben Sie einen weiteren Wert ein und		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	berechnen Sie den gleitenden		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Durchschnitt (AVG)*.	x_k	A <input type="text"/>	«k», AV
6	Wiederholen Sie Schritt 5 für weitere		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Datenwerte.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Auf Wunsch: Zum Speichern der Daten auf		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Magnetkarte, drücken Sie B und lassen Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	dann eine Magnetkarte durch den Rechner		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	laufen.		B <input type="text"/>	Crd
8	Auf Wunsch: Ausdrucken der Werte für die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	augenblickliche Mittelwertbildung in der		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Reihenfolge «letzte Eingabe...		<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 f a	→	6.00
125 A	→	1.00
183 A	→	2.00
207 A	→	3.00
D	→	171.67 Umsatzmittel der ersten drei Monate
222 A	→	4.00
198 A	→	5.00
240 A	→	«6.00», 195.83

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

B → Crd

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

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

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

Beispiel 2:

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

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

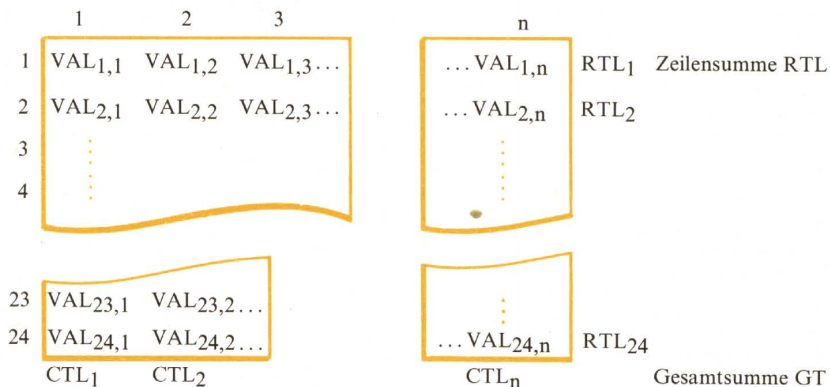
Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

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

Tabulator



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



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

Abb. 1

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme_j an der Gesamtsumme

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

Anmerkungen:

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

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

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.









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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie		Anzeige/Ausdruck	
12		0.00	
1012		1123.00	
1502		1250.00	
1051		13462.00	
		7.52	*** (Prozent)
		9.17	***
		6.65	***
		8.34	***
		11.16	***
		7.97	***
		7.23	***
		9.29	***
		7.81	***
		9.24	***
		8.37	***
		7.26	***
		100.00	***
		1012.00	*** (Zeilensumme)
		1235.00	***
		895.00	***
		1123.00	***
		1502.00	***
		1073.00	***
		973.00	***
		1250.00	***
		1051.00	***
		1244.00	***
		1127.00	***
		977.00	***
		13462.00	***

Beispiel 2:

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

Bücherumsatz

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

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

Bücherumsatz

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

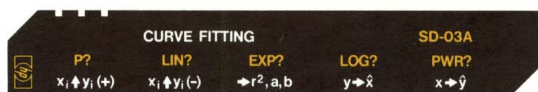
Beispiel 3:

Schalten Sie jetzt den Drucker ein (drücken Sie **f** **a** 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.

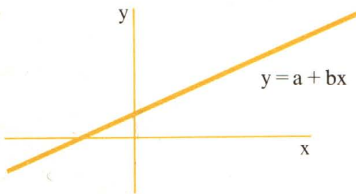
Wenn Sie alle Datenpaare eingegeben haben, drücken Sie **C**. Damit starten Sie die Berechnung und den anschließenden Ausdruck des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b . Das

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

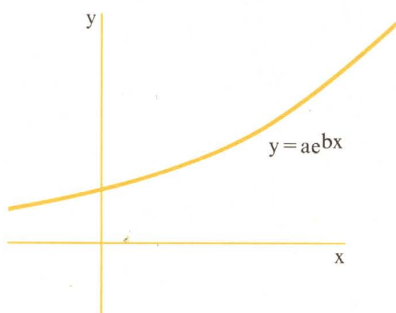


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

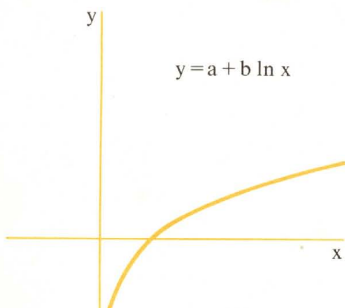


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

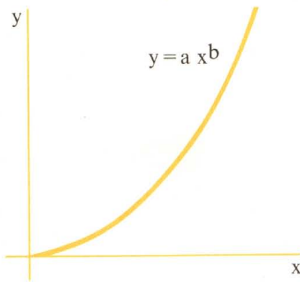


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

Anpassung einer Potenzfunktion



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

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

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

Anmerkungen:

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

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

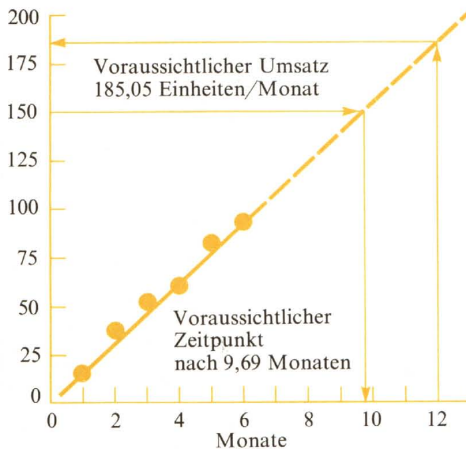
Der x-Wert braucht nicht erneut eingetastet zu werden, wenn er mit dem in der Anzeige erscheinenden Zähler identisch ist (siehe Beispiel 1).

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der 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_i
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"/>	
	* 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"/>	

Beispiel 1:

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

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

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

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

Beispiel 2:

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

$$v = v_0 + at$$

Dabei gilt:

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

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

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

Wie groß war die Anfangsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t = 0?
Welche Geschwindigkeit wird der Körper zum Zeitpunkt t = 20 haben?
Beachten Sie, daß die Formel für die Geschwindigkeit

$v = v_0 + \alpha t$

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

$y = a + b x$

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

Drücken Sie

f

b

5

▲

140

A

6

▲

149

A

7

▲

159

A

9

▲

175

A

C

20

E

Anzeige/Ausdruck

1.00

4.00

1.00

96.54

8.77

271.97

*** (r²)

*** (a, v₀)

*** (b, Beschleunigung)

(m/sec)

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

$p = a v^{-b}$

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

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

Verwendete Formeln:

Berechnung des Julianischen Datums:

Julianische Tageszahl =

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

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 R₀ – R₂, R_B, R_D, R_E und R_{S0} – R_{S9} werden vom Programm nicht belegt und stehen somit dem Benutzer zur Verfügung.

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

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

Beispiel 2:

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

Drücken Sie6.111976 **A** 200 **C** **B****Anzeige/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 Periodenzins-satzes 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 Hypotheiken	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, \hat{FV} (Geben Sie drei dieser Größen ein und berech- nen Sie die vierte)	Zinseszins- berechnungen, Ersparnisse (Der Annuitäten- Modus hat hier keine Bedeutung)		START verwenden oder PMT gleich Null setzen

Verwendete Formeln:

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

wobei

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

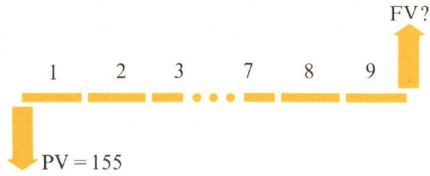
Im Zusammenhang mit Rechnungen, bei denen negative Werte für die Restschuld BAL vorkommen, sind bisweilen mehrere mathematisch exakte richtige Resultate (oder gegebenenfalls auch kein einziges) möglich. Wenngleich das Programm in solchen Fällen ein Resultat anzeigt, hat der Rechner dennoch keine Möglichkeit,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

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

Die Register R₀ – R₂ und 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	Vorbereitungsschritt (START)		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="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" value="f"/> <input type="text" value="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" value="STO"/> <input type="text" value="A"/>	n
	Periodenzinssatz	i (%)	<input type="text" value="STO"/> <input type="text" value="B"/>	i (%)
	Ratenbetrag	PMT	<input type="text" value="STO"/> <input type="text" value="C"/>	PMT
	Barwert	PV	<input type="text" value="STO"/> <input type="text" value="D"/>	PV
	Endwert	FV, (BAL)	<input type="text" value="STO"/> <input type="text" value="E"/>	FV, (BAL)
5	Berechnen Sie die gesuchte Größe:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Anzahl der Perioden		<input type="text" value="A"/> <input type="text"/>	n
	Periodenzinssatz		<input type="text" value="B"/> <input type="text"/>	i (%)
	Ratenbetrag		<input type="text" value="C"/> <input type="text"/>	PMT
	Barwert		<input type="text" value="D"/> <input type="text"/>	PV
	Endwert		<input type="text" value="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" value="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" value="f"/> <input type="text" value="b"/> abwechselnd		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auf tretende 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 5¾% 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

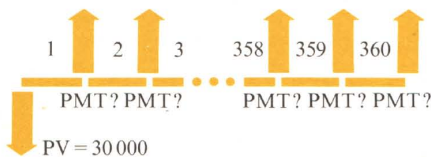
Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

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**

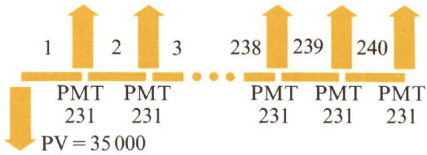
f	a	30	↑	12	×	STO	A	→ 360.00	
30000	STO	D						→ 30000.00	
9	↑	12	÷	STO	B			→ 0.75	
C								→ 241.39	
f	c								→ 360.00 *** (n)

Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 3:

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



Drücken Sie

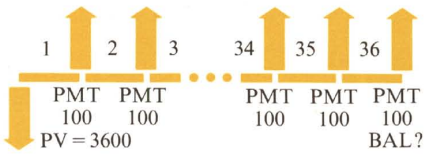
f **a** 35000 **STO** **D** _____
231 **STO** **C** _____
20 **↑** 12 **×** **STO** **A** _____
B _____
12 **×** _____

Anzeige/Ausdruck

35000.00
231.00
240.00
0.42
(0.42% pro Monat)
5.00
(5% p.a.)

Beispiel 4:

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



Drücken Sie

f **a** 3600 **STO** **D** 10 **ENTER** **↑** 12 **÷**
STO **B** 36 **STO** **A** 100 **STO** **C** **E** _____

Anzeige/Ausdruck

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****Anzeige/Ausdruck**

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

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

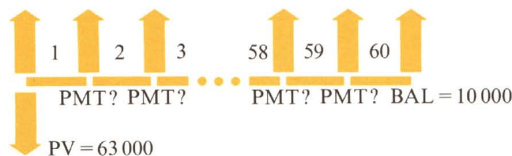
Welcher statt der Ratenzahlungen sofort angelegte Betrag würde den gleichen Effekt bringen?

0 **STO** **C** **D** → 40602.89

Beispiel 6:

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

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

**Drücken Sie****Anzeige/Ausdruck**

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

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

STO **E** **C** → 1300.16

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

70000 **STO D C** → 1457.73

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

1500 **STO C B** → 1.18 (% monatlich)

12 **x** → 14.12 (% p.a.)

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

DSP 5 B → 1.17700

12 **x** → 14.12599

Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



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

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

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

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

Liste der verfügbaren Programmbefehle

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

Programmierbare Operationen:

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

Programmieren Sie die Formel

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

und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

(Start)

A _____ → 0.00

(I/0)(I/0) (+) (×)

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

(End)

D _____ → 0.00

3 **E** 5 **E** 8 **E** _____ → 39.00

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

Eine bessere Lösung:

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A _____ → 0.00

(CNST)

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

D _____ → 0.00

E 5 **↑** 8 **E** _____ → 39.00

E 9 **↑** 11 **E** _____ → 60.00

Die beste Lösung (mit dem geringsten Speicherbedarf):

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A _____ → 0.00

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

D _____ → 0.00

5 **↑** 8 **E** _____ → 39.00

9 **↑** 11 **E** _____ → 60.00

Beispiel 2:

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

Stückkosten-Liste

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

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

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

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

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

Beispiel 3:

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

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

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

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

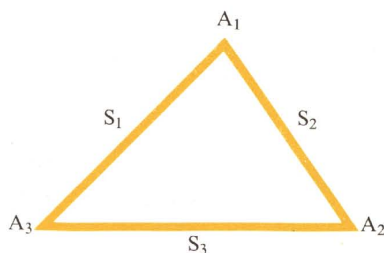
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



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



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

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

Im Anschluß an die Berechnung der Größen steht die Dreiecksfläche in der Anzeige, S_1 in R9, A_1 in RA, S_2 in RB, A_2 in RC, S_3 in RD und A_3 in Register RE.

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.)

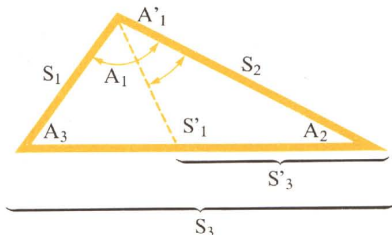
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

(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.

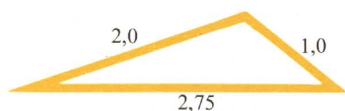
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

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

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.



Drücken Sie

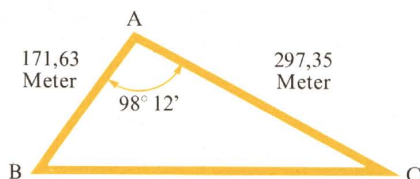
2 \uparrow 1 \uparrow 2.75 \boxed{A} \longrightarrow

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 Sie

171.63 \uparrow 98.12 \boxed{f} $\boxed{HMS \rightarrow}$ 297.35 \boxed{D} \longrightarrow

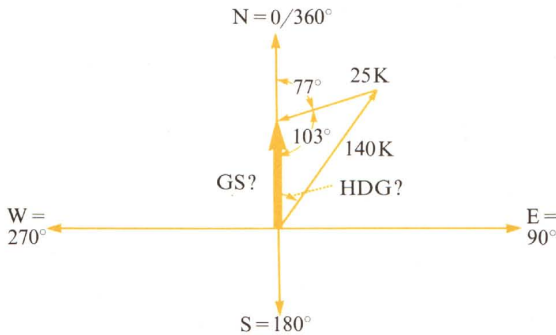
Anzeige/Ausdruck

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

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie

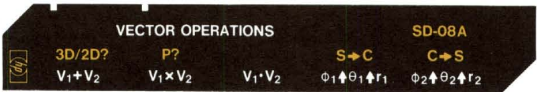
140 **A** 25 **A** 103 **E** \longrightarrow

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

Vektor-Operationen



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

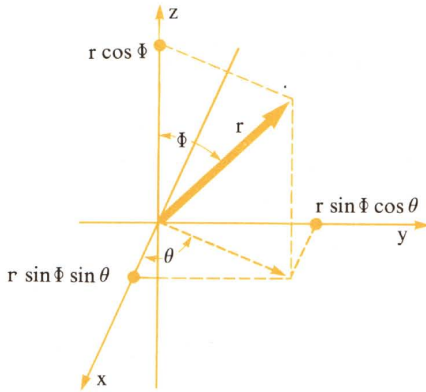
Sie können das Programm mit der Tastenfolge **f** **a** wahlweise auf zwei- oder dreidimensionale Vektorrechnung einstellen. Beim Einlesen des Programms wird automatisch der zweidimensionale Modus gewählt. Wenn Sie einmal **f** **a** drücken, zeigt der Rechner mit der Anzeige 3.00 an, daß er auf dreidimensionale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

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

Nr. des Vektors (1.00 oder 2.00)	T
ϕ (oder 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 R_{S0} – R_{S9} werden vom Programm nicht belegt und stehen daher dem Benutzer zur Verfügung.

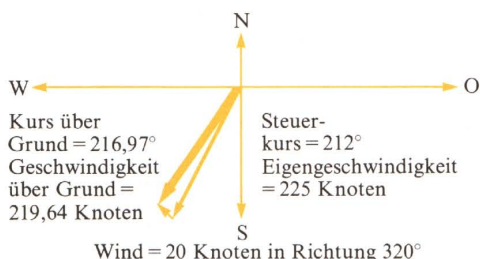
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Vektorrechnung		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie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

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

Beispiel 1:

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

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



Drücken Sie

f **a** **f** **a**

212 **↑** 225 **D**

320 **↑** 20 **E**

A

Anzeige/Ausdruck

2.00

1.00

2.00

0.00 T

90.00 Z

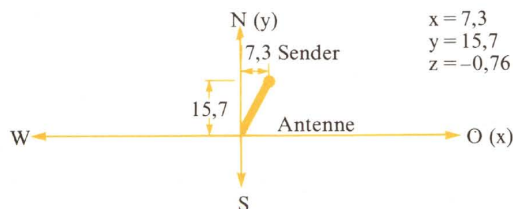
216.97 Y (Grad)

219.64 X (Knoten)

Beispiel 2:

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

Blick von oben auf die Stationen



Drücken Sie

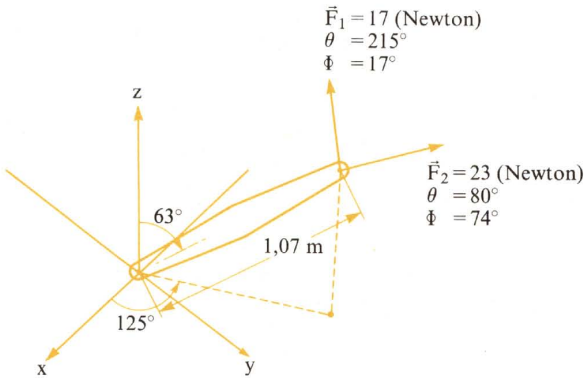
f a →
f b →
.76 CHS ↑ 15.7 ↑ 7.3 f e →

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 →
17 ↑ 215 ↑ 17 C →
74 ↑ 80 ↑ 23 D →
A →

Anzeige/Ausdruck

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

...dann berechnen Sie das Moment gemäß

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

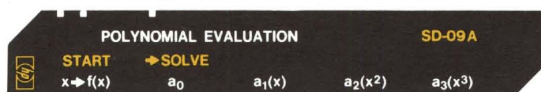
E	_____→	2.00	
63	A 125 A 1.07 D _____→	1.00	
B	_____→	0.00	T
		124.34	Z
		55.37	Y
		18.02	X

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

für die Längskomponente:

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

Polynom-Berechnung



Mit Hilfe dieses Programms können Sie die folgenden Polynome berechnen:

Kubische Gleichung (drei Lösungen)

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

Quadratische Gleichung (zwei Lösungen)

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

Lineare Gleichung (eine Lösung)

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

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

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

Verwendete Formeln:

Kubische Gleichung:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Quadratische Gleichung: $a_2^2 = 1.00$

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

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

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

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

Lineare Gleichung

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

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

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

Beispiel 1:

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

Nach den Gesetzen der Mechanik gilt:

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

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

Drücken Sie

f a →	Anzeige/Ausdruck
2 B 20 C 9.81 ↑ 2 ÷ CHS D f b →	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 →	Anzeige/Ausdruck
9140 CHS B 7.596 CHS C →	0.00
4.243 EEX CHS 3 D .742 CHS EEX CHS 6 E →	2.00
400 A →	4.00
600 A →	-11547.01 (kal)
800 A →	-12330.39 (kal)
	-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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	zur Multiplikation mit einer Spaltenmatrix,		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	geben Sie die Spaltenmatrix ein.	d ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	d ₁
		d ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	d ₂
		d ₃	<input type="text"/> D <input type="text"/>	d ₃
4	Gehen Sie zur Berechnung der Determinante		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nach Schritt 5, für die Lösung eines		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Gleichungssystems oder die Berechnung		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Inversen nach Schritt 8 oder für die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Matrizenmultiplikation nach Schritt 10.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Berechnen Sie die Determinante.		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	A
6	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2 und ändern Sie eine oder alle		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Spalten in Zeile 3 ab.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Wenn Sie die Daten der 3×3-Matrix erhalten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wollen, speichern Sie sie auf einer		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Magnetkarte.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
8	Berechnen Sie die Inverse.		<input type="text"/> f <input type="text"/> b	0.00
9	Gehen Sie zur Berechnung eines Gleichungs-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	systems nach Zeile 10. Eine neue Rechnung		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ist mit Schritt 2 zu beginnen. Die Matrix A		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ist im Speicher von A ⁻¹ überschrieben		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	worden.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

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

Anmerkung:

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

Beispiel 1:

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

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

Drücken Sie

23 **f** 8 **f** 4 **A** →

15 **f** 11 **f** 15 **B** →

17 **f** 6 **CHS** **f** 12 **C** →

1 **f** 1 **f** 1 **D** →

f **a** →

f **b** →

E →

Anzeige/Ausdruck

4.00

15.00

12.00

1.00

4598.00 (Determinante)

0.00 (Inverse wurde berechnet)

0.05 *** (α_1)

-0.03 *** (α_2)

0.02 *** (α_3)

0.02 *** (β_1)

0.05 *** (β_2)

-0.06 *** (β_3)

-0.06 *** (γ_1)

0.06 *** (γ_2)

0.03 *** (γ_3)

1.00 *** (d_1)

1.00 *** (d_2)

1.00 *** (d_3)

f **c** → 4.349717270 -03 *** (Ergebnisse

0.08 *** der Multi-

-0.02 *** plikation)

Beispiel 2:

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

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

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

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

Drücken Sie

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

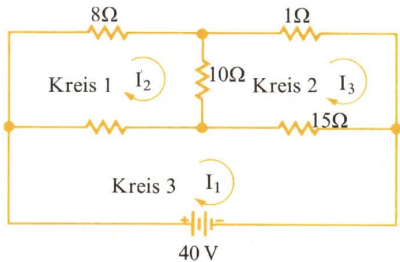
Anzeige/Ausdruck

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

f **c** \longrightarrow

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

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

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

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

oder zusammengefaßt:

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

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

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

Das Gleichungssystem läßt sich wie folgt in Matrixform schreiben:

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

und

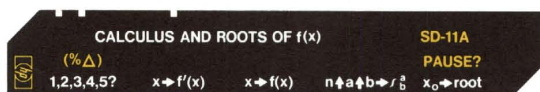
$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

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

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$



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

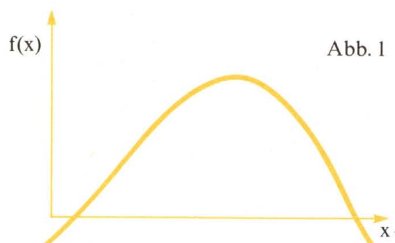


Abb. 1

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

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

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

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

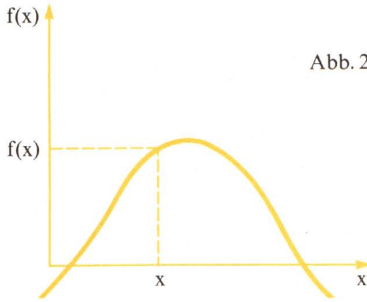


Abb. 2

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

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

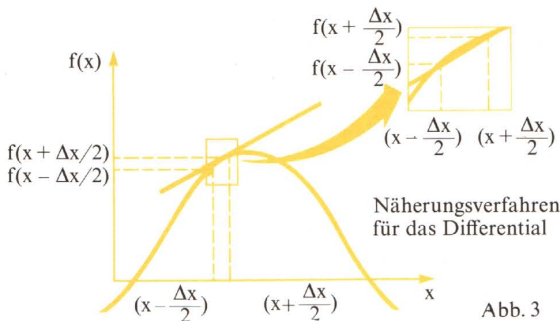


Abb. 3

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

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

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

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

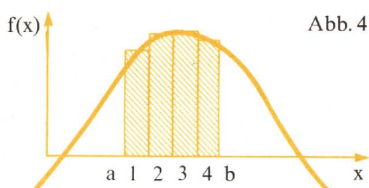


Abb. 4

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

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

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

die im Beispiel 4 gelöst wird.

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

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

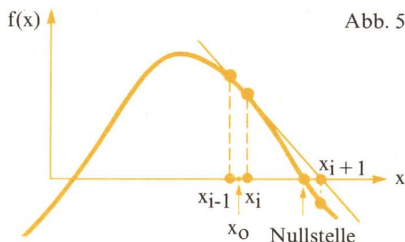




Abb. 5

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

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

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

Anmerkungen:

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

Die Register R1 – R8 und RS0 – RS9 werden vom Programm selbst nicht belegt und können daher z.B. für die Programmierung von $f(x)$ verwendet werden.

Für die vom Benutzer eingetasteten Funktionen ist eine Unterprogrammebene zulässig.

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

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

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

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

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

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»

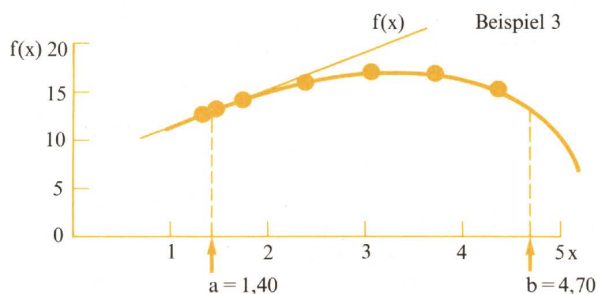
«0.24»

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** \longrightarrow 1.00

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

5 \uparrow 1.40 \uparrow 4.70 **D** \longrightarrow 1.73 (x)

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

14.2 **R/S** \longrightarrow 2.39

$f(2.39) = 16$

16 **R/S** \longrightarrow 3.05

$f(3.05) = 17$

17 **R/S** \longrightarrow 3.71

$f(3.71) = 16.9$

16.9 **R/S** \longrightarrow 4.37

$f(4.37) = 15.3$

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

Ableitung im Punkt $x = a$:

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

$f(1.33) = 12.7$

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

$f(1.47) = 13.3$

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

% Δ wieder auf 0.01% einstellen.

.01 **f** **a** \longrightarrow 0.01

Beispiel 4:

Lösen Sie die Gleichung $1n x + 3x - 10.8074 = 0$ und bestimmen Sie die Steigung an der Nullstelle.

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

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO \square 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM \longrightarrow 112 24

LBL 1 \longrightarrow 113 21 01

LN x \longrightarrow 114 32 (lnx)

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

Schalter in Stellung RUN.

Marke 1 aufrufen

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

5.0 als Näherung eingeben:

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

Ableitung:

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

Notizen

Umwandlungen zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten



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

Umrechnungsfaktoren:

Seite 1 der Programmkarte:

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

Seite 2:

- Zwischen Grad Fahrenheit (° F) und Grad Celsius (° C) besteht folgender Zusammenhang: $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32)/1,8$
- 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.

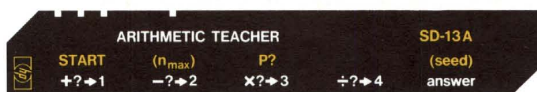
Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

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** **b** den Drucker einschalten. Für jede falsche Antwort wird auf dem Ausdruck eine Leerzeile eingefügt.

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

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

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

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 verschieden starke Bremsschub-Stöße auslösen, die die Bewegungsenergie Schritt für Schritt abbauen. Die so erreichte und immer kleiner werdende Annäherungsgeschwindigkeit muß aber in einem bestimmten Verhältnis zu der Höhe über der Mondoberfläche stehen – wenn Sie nämlich zu früh zu stark abbremsen, geht Ihnen unter Umständen vor dem Aufsetzen der Treibstoff aus und Sie erleben noch einige «letzte Sekunden» im freien Fall. Sie müssen folglich versuchen, den Bremsschub so zu verteilen, daß die Sinkgeschwindigkeit gerade bei Erreichen der Mondoberfläche völlig abgebaut ist.

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

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

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

oder

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

Für die gesamten Bremsstöße stehen Ihnen anfänglich 60 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



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

-7.77777770-77

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

Kartenleser, Programmspeicher, Programmsteuerung, Zahleneingabe, Stackregister, **x:y**-Operation, **R↑**-Operation, Pause-Befehl oder Anzeige.

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

1. 07
10.000 06
1.0000 07

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

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

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

Fehlerverursachende Funktion, Befehle oder Register	Code
R6	6
R7	7
R8	8
R9	9
RS0	10
RS1	11
RS2	12
RS3	13
RS4	14
RS5	15
RS6	16
RS7	17
RS8	18
RS9	19
RA	20
RB	21
RC	22
RD	23
RE	24
RCL I, RND, SIN, SIN ⁻¹	25
COS, COS ⁻¹	26
TAN, TAN ⁻¹	27
→P, →R	28
→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 Speicheradressierung	106
Tabulator	108
3. Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister	110
Kurvenanpassung	112
4. Mehrfaches Belegen von Speicherregistern	114
Kalenderrechnungen	116
5. Berechnungen verschiedener Variablen	118
Renten- und Zinseszinsrechnungen	120
6. Indirekte Programmverzweigung	122
Folg mir	124
7. Variable Eingabe	126
Dreiecksberechnungen	128
8. Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl	130
Vektor-Operationen	132
9. Flag setzen, löschen und abfragen – Flags, die durch Abfrage gelöscht werden	134
Polynom-Berechnungen	136
10. Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf	138
Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)	140
11. Iterationsschleifen	142
Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für $f(x)$	144
12. Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten	146
13. Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen	149
Arithmetik-Lernprogramm	150
14. «Mondlandung»	152
15. Diagnostik-Programm	154

Notizen

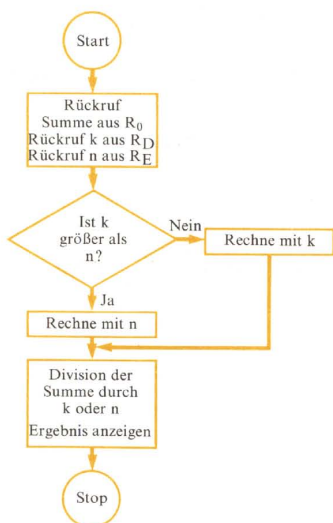
Vergleichsfunktionen

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

Das Unterprogramm enthält folgende Befehle: **LBL D**, **RCL 0**, **RCL E**, **RCL D**, **$x \leq y?$** , **$x \div y$** , **R↓**, **\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, `xzy`, wird ausgeführt. Wäre k kleiner als 6, beispielsweise 4, dann würde der Befehl `xzy` 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 *LBL4	Löschen der Speicherregister	057 F4	Falls Drucker ausgeschaltet, Pause zur Anzeige von n
002 CLR6		058 RTN	
003 P25		059 *LBL6	
004 CLR6		060 XZ	
005 1		061 F0?	
006 XZY	Sprung nach A, falls $n < 1$ oder $n > 22$	062 GT00	
007 GT01		063 FSE	
008 CLX		064 *LBL0	Berechnung des Durchschnitts
009 - 2		065 RCL0	
010 2		066 RCLD	
011 XZY		067 0	
012 XZY		068 ENT?	Druck und Einstellen der Anzeige
013 GT01		069 F0?	
014 ST00	Speichere n in RD und $(n + n/100)$ in R1	070 PRTX	Abspeichern der Daten
015 1		071 RTN	
016 1		072 *LBL5	
017 +		073 WDT4	
018 ST01		074 RTN	
019 INT		075 *LBL6	Einschalten des Druckers
020 RTN		076 F0?	
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 *LBL4	k um 1 erhöht	082 0	
027 F0?	Ausdruck: Leerzeile, k und Eingabewert, falls Flag 0 gesetzt	083 CF0	
028 SPC		084 RTN	
029 RCL0		085 *LBL0	Ausdrucken der Werte in zeitlicher Reihenfolge
030 1		086 SPC	
031 +		087 0	
032 F0?		088 *LBL3	
033 PRTX		089 RCLD	
034 XZY		090 XZY	
035 F0?		091 RTN	
036 PRTX		092 1	
037 RCL1	Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere	093 0	
038 ST-0	Eingabewert	094 +	
039 XZY		095 RCL1	
040 ST01		096 XZY	
041 ST+0		097 FRC	
042 R4	Speichere k	098 ST01	
043 XZY		099 JSZ1	
044 ST0E		100 RCL1	
045 RCLD	Falls $n \leq k$: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts	101 PRTX	
046 XZY		102 R?	
047 6SB6		103 1	
048 DSZ1	Falls $1 \neq 0$: Sprung nach 5 zur Anzeige	104 +	
049 6T05		105 GT03	
050 RCL1		106 *LBLD	Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms
051 1		107 RCL0	
052 0	Rücksetzen des Index für neue Schleife	108 RCL0	
053 1		109 RCLD	
054 X		110 XZY	
055 ST01	Anzeige des Durchschnitts oder n	111 XZY	
056 *LBL5		112 R4	

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
A	belegt	B	belegt	C	belegt	D	n	E	k	F	belegt	G	belegt	H	belegt	I	Kontrolle

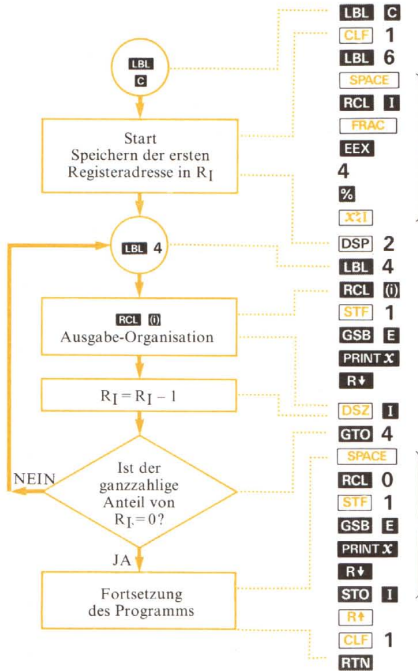
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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 R_I

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

Vollständiger Ausdruck

Tabulator

001 *LBL0	Flag 2 und Speicher löschen	057 *LBL1	Stackregister löschen
002 CF2		058 0	
003 C RG		059 ENT†	
004 P25		060 ENT†	
005 CLRG		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 XZ?		069 ST-0	
014 X<Y?		070 ST-i	
015 GT00		071 F0?	Leerzeile drucken, um Löschung anzuzeigen
016 GT07		072 SPC	
017 *LBL0		073 RTN	
018 1	Abspeichern der Registeranzahl + Registeranzahl/100 in R1	074 *LBL1	Index auf vorherigen Wert der letzten Spalte zurücksetzen
019 %		075 R†	
020 +		076 RCLI	
021 STOI	Löschen der Stackregister	077 FRC	
022 0		078 1	
023 ENT†		079 +	
024 ENT†		080 STOI	
025 ENT†		081 R4	Anzeige von den Summen abziehen
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	
032 XZ?		088 RTN	
033 R4	Eingabewert zur Spaltensumme addieren	089 *LBL6	Drucker umschalten
034 +		090 F0?	
035 LSTX		091 GT00	
036 F0?	Eingabe ausdrucken?	092 SF0	
037 PRTX		093 CLX	
038 DSZ!	Stop, falls rj ≠ 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 RCLI		099 CLX	
044 EEX	Index löschen für nächste Schleife	100 0	
045 4		101 RTN	
046 %		102 *LBLC	
047 +		103 CF1	
048 STOI		104 *LBL6	%-Flag löschen
049 CLX	Ausdruck oder Anzeige der Spaltensumme und Stop	105 SPC	
050 ENT†		106 RCLI	Index auf erste Zeile setzen
051 R†		107 FRC	
052 F0?		108 EEX	
053 PRTX		109 4	
054 F0?		110 %	
055 SPC		111 XZ!	
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	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt	S5 belegt	S6 belegt	S7 belegt	S8 belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt	E belegt	F belegt	G belegt	H belegt	I Index

113	#LBL4	Werte zurückrufen			
114	RCL1	und ausdrucken			
115	F1?	Ist Flag 1 gesetzt, vorher			
116	GSBE	die Werte in Prozent-			
117	PRTX	angaben umrechnen			
118	R4				
119	DSZI	Erneuter Schleifendurch-			
120	GT04	gang, falls rI ≠ 0			
121	SPC				
122	RCL0	Gesamtsumme oder %			
123	F1?	der Gesamtsumme			
124	GSBE	ausdrucken, falls Flag 1			
125	PRTX	gesetzt			
126	R4				
127	ST01	Ursprünglichen Index			
128	R↑	nach Rj speichern			
129	CF1				
130	RTN	Lösche Flag 1 und stop			
131	#LBLD				
132	SF1	Mit LBL C %-Werte			
133	GT06	aller Größen ausgeben			
134	#LBLE				
135	RCL0	% der Gesamtsumme für			
136	÷	jeden Eingabewert			
137	EEX	berechnen			
138	2				
139	x				
140	RTN				
141	#LBL2	Schleife zum Blinken			
142	R4	der Anzeige bei			
143	#LBL7	fehlerhafter Eingabe			
144	PSE				
145	GT07				
146	R/S				

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
^A Val	^B Del	^C →Tot	^D →% Tot	^E Val→% Tot	^G Druck	FLAGS		TRIG	DISP
^A # Zeilennr.	^B P?	^C	^D	^E	^G %	ON	OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^B belegt	^C Col Chg	^F Fehler	^G	^H Tot	^I Col Chg	0	<input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^D	^E % Tot	^F Fehler	^G	^H	^I	1	<input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
^F						2	<input type="checkbox"/>		n <u>2</u>
^G						3	<input type="checkbox"/>		

Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

Der Datenspeicher Ihres Rechners besteht aus 26 Speicherregistern. Zu 16 dieser Register haben Sie jederzeit direkten Zugriff über die Speicher- und Rückruffbefehle. Die übrigen 10 Sekundärspeicherregister können nicht direkt adressiert werden. Der Speicherinhalt dieser Sekundärregister kann jedoch jederzeit mit dem Inhalt der Primärspeicherregister R₀ bis R₉ vertauscht werden. Hierfür wird die Taste **P↔S** benutzt. Nach der Ausführung des Befehls **P↔S** steht der Inhalt des Registers RS₀ in Register R₀, während der Registerinhalt von R₀ nun in RS₀ steht; Die Speicherinhalte von RS₁ – RS₉ vertauschen in gleicher Weise ihre Plätze mit den Speicherinhalten von R₁ – R₉. Die nachstehende Skizze soll den Vorgang bei der Ausführung des Befehls **P↔S** noch einmal verdeutlichen.

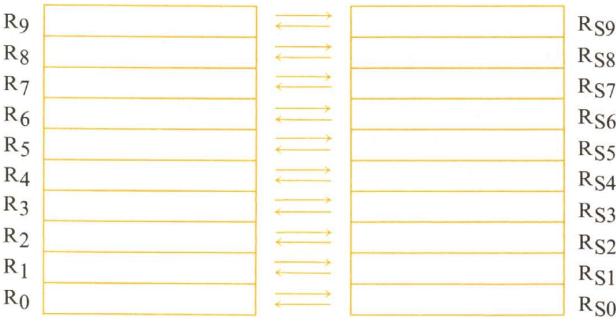
P↔S

Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister

I

RE	<input type="text"/>
RD	<input type="text"/>
RC	<input type="text"/>
RB	<input type="text"/>
RA	<input type="text"/>



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

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

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

P↔S Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

CL REG Löschen der Primärspeicherregister

P↔S Jetzt sind die Sekundärspeicherregister gelöscht und können für die Addition der Summen verwendet werden.

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

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

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

P↔S Vertauscht die Primär- und Sekundärregister; die Daten stehen wieder in der alten Anordnung.

RTN

Kurvenanpassung

001 *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 !		061 SF2	
006 SF2		062 RTN	
007 RTN		063 *LBLb	Setzen des Flags für Σ -
008 *LBLb	Löschen der Register und Flags für lineare Regression	064 SF3	
009 CF0		065 F2?	ggf. Löschanzeige drücken
010 CF1		066 GSB3	Eingaben löschen
011 PZS		067 GT08	Austausch Primär- und Sekundärregister
012 CLR6		068 *LBLc	
013 PZS		069 PZS	Berechnung von b
014 1		070 SFC	
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 X²	
026 SF1		082 RCL9	
027 RTN		083 ÷	
028 *LBL4	Flag für Σ - löschen	084 RCL5	
029 CF3		085 XZY	
030 *LBL8		086 -	
031 F2?	Falls Flag 2, Drucken	087 ÷	
032 GSB9		088 ST08	
033 ST0D		089 x	
034 F1?	Falls Flag 1, ln y	090 RCL6	
035 LN		091 X²	
036 XZY		092 RCL9	
037 ST0C	Falls Flag 0, ln x	093 ÷	
038 F0?		094 CHS	
039 LN		095 RCL7	
040 F3?	Falls Flag 3, Σ -	096 +	
041 GT08		097 ÷	
042 Σ +	Berechnung der Summen	098 PRTX	
043 *LBL7	Berechnung von i + 1	099 RCL6	
044 ENT↑		100 RCL4	
045 1		101 RCL8	
046 +		102 x	
047 RCLC	Eingaben im Stack- register umordnen für evtl. Löschen	103 -	
048 XZY		104 RCL9	
049 RCLD		105 ÷	
050 XZY		106 F1?	
051 RTN		107 e ^x	
052 *LBL8	Subtraktion von den Summen	108 ST0A	
053 Σ -		109 PRTX	
054 GT07		110 RCLB	
055 *LBL9	Ausdruck der Eingaben	111 PPTX	Ausgabe von a und b
056 SPC		112 PZS	Austausch der Primär- und Sekundärregister

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

113	RTN	Umordnen der	169	÷	Exponenten berechnen-
114	*LBL1	Koeffizienten in den	170	F0°	Zur Potenz gehe nach 1
115	STOE	Stackregistern zur	171	GT01	
116	RCLA	Berechnung von	172	LN	Berechnung mit der
117	RCLB	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	173	=	Exponentialfunktion
118	RCLC	Falls Flag 1, Berechnung	174	F2°	Ausdrucken?
119	F1°	mit der Potenz- oder	175	GT09	Stop
120	GT01	Exponentialfunktion	176	RTN	Berechnung mit der
121	F0°	Logarithmus?	177	*LBL1	Potenzfunktion
122	LN		178	X÷Y	Ausdrucken?
123	x	Berechnung mit linearer	179	Y×	Stop
124	+	od. Logarithmusfunktion	180	F2°	
125	F2°	Ausdrucken?	181	GT09	
126	GT09		182	RTN	
127	RTN	Stop	187	R÷S	
128	*LBL1	Falls Flag 0, Kurvenan-			
129	F0°	passung f. Potenzfunktion			
130	GT02	Berechnung mit			
131	x	Exponentialfunktion			
132	e ^x				
133	x	Ausdrucken?			
134	F2°				
135	GT09	Stop			
136	RTN				
137	*LBL2	Berechnung mit			
138	X÷Y	Potenzfunktion			
139	Y×				
140	x				
141	F2°	Ausdrucken?			
142	GT09	Stop			
143	RTN				
144	*LBL3	Hinweis «-1» Drucken			
145	SPC				
146	1				
147	CHS				
148	PRTX				
149	SF2				
150	R4				
151	RTN				
152	*LBLD	Umordnen der			
153	STOE	Koeffizienten in den			
154	RCLB	Stackregistern zur			
155	1/x	Berechnung von			
156	RCLA	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}			
157	RCLC				
158	X÷Y	Potenz- oder			
159	F1°	Exponentialfunktion?			
160	GT01	Berechnung mit linearer			
161	-	od. Logarithmusfunktion			
162	x	Logarithmisch			
163	F0°				
164	e ^x	Ausdrucken?			
165	F2°				
166	GT09	Stop			
167	RTN				
168	*LBL1				

LABELS					FLAGS		SET STATUS				
A	x _i ↑ y _i (+)	B	x _i ↑ y _i (-)	C	→r ² , a, b	D	y→ \hat{x}	E	x→ \hat{y}	0	Log
P?	LIN?	EXP?	LOG?	Potenz?	drucken	1	Exp	2	drucken	ON OFF	
Σ-	belegt	Potenz	drucken	drucken	drucken	3	Σ-	4	drucken	0	<input type="checkbox"/>
		Anzeige	Σ-	drucken	drucken	3	Σ-	4	drucken	1	<input type="checkbox"/>

DEG	<input checked="" type="checkbox"/>	FIX	<input checked="" type="checkbox"/>
GRAD	<input type="checkbox"/>	SCI	<input type="checkbox"/>
RAD	<input type="checkbox"/>	ENG	<input type="checkbox"/>
		n	2

Mehrfaches Belegen von Speicherregistern

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

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

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

Programmschritte	Inhalt des X-Registers	
ENTER↑	mm.ddyyyy	zusammengesetzte Form
INT	mm.000000	
STO 7	mm.000000	(Monate)
-	.ddyyyy	
EEX		
2	100.000000	
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

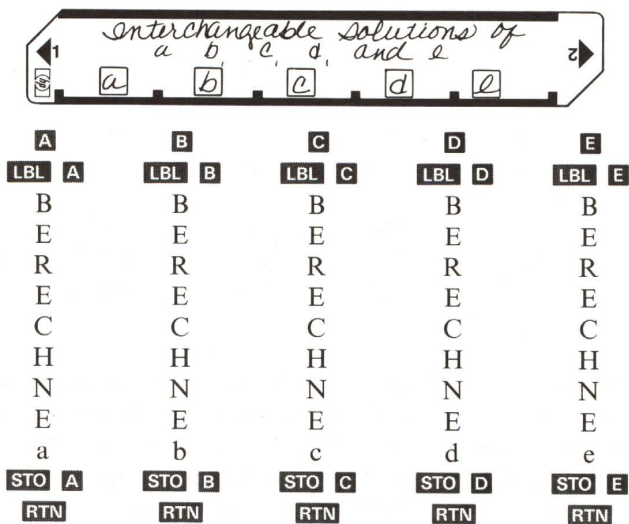
113	x		169	X≠Y	
114	INT		170	FRC	
115	+		171	1	
116	RCL8		172	0	
117	+		173	x	
118	STO <i>i</i>		174	+	
119	1	Berechnung des	175	STOC	
120	7	Julianischen	176	RTN	
121	2	Tages zur Ausgabe	177	*LBL <i>E</i>	Berechnung der
122	0		178	SF3	Anzahl der Tage
123	9		179	RCL5	
124	8		180	5	
125	2		181	GSB0	
126	+		182	RCL <i>i</i>	Tagesanzahl in
127	DSP0		183	5	Wochentag
128	RTN		184	+	umrechnen
129	*LBL2	Ist der Absolutbetrag	185	GSB3	
130	INT	der Eingabe	186	LSTX	
131	ST+9	größer gleich 1, gilt:	187	1	
132	1	$y = y \pm 1$	188	0	
133	2	$m = m \pm 12$	189	x	
134	x	(+ für pos. Eingabe)	190	RTN	
135	-		191	R/S	
136	RTN				
137	*LBLC	Speichere Eingabe			
138	DSP0				
139	STOC				
140	F3?	Falls Eingabe-Flag,			
141	RTN	stop			
142	RCL4				
143	RCL3	Berechne ΔTage			
144	-	und stop			
145	STOC				
146	RTN				
147	*LBLD	Falls eine Eingabe,			
148	F3?	GTO 4			
149	GTO4				
150	GSBC	Berechne ΔTage			
151	DSP1				
152	*LBL3				
153	7	Umrechnung in			
154	÷	ΔWochen.			
155	INT	Tag-Format			
156	LSTX				
157	FRC				
158	.				
159	7				
160	x				
161	+				
162	RTN				
163	*LBL4	Umrechnung von			
164	DSP0	ΔWochen.			
165	ENT↑	Tag in Tage und			
166	INT	speichern			
167	7				
168	x				

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

Berechnungen verschiedener Variablen

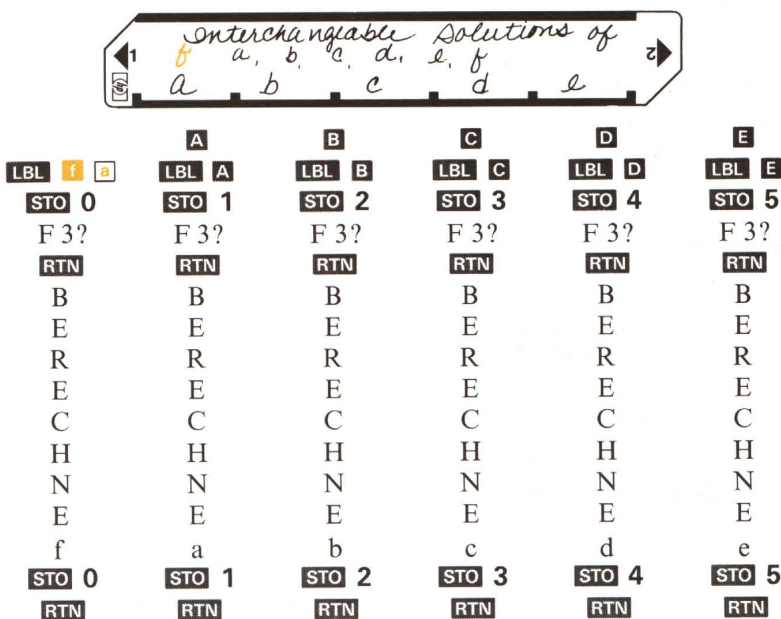
In Programmen wie «Renten- und Zinseszinsrechnungen» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders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

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



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

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



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

Renten- und Zinseszinsrechnung

001 *LBLA	Speichern einer Null für n	057 ST05	absp. von i + 1 in R ₅
002 0		058 ST07	i + 1 in R ₇ abspeichern
003 ST0A		059 RCLA	
004 GSB0	Unterprogramm-berechnung	060 CHS	(i + 1) ⁻ⁿ berechnen und in R ₈ abspeichern
005 RCLE		061 Y*	
006 LSTX	n berechnen und in R _A abspeichern	062 ST08	FV(i + 1) ⁻ⁿ
007 -		063 RCLE	
008 RCLD		064 x	[1 - (i + 1) ⁻ⁿ]
009 LSTX		065 1	berechnen und in R ₄ abspeichern
010 -		066 RCL8	
011 ÷		067 -	
012 LN		068 ST04	Berechnung von ± (PMT/i)
013 RCL7		069 RCLC	(- gilt, falls Modus vorschüssige Annuitäten)
014 LN		070 RCL9	abspeichern in R ₅
015 ÷		071 ÷	
016 ST0A		072 F1?	
017 RTN		073 CHS	
018 *LBLC	1 für PMT abspeichern	074 ST03	
019 1		075 RCL5	Berechnung von + PMT [1 - (1 + i) ⁻ⁿ]
020 ST0C		076 x	
021 GSB0	Unterprogramm-berechnung	077 x	
022 1/X		078 RTN	
023 RCLD	PMT berechnen und in R _C abspeichern	079 *LBLA	Beginn mit Löschen der Register für PMT, PV, FV (BAL) und des Flags für vorschüssige Annuitäten
024 R+		080 CLX	
025 -		081 ST0C	
026 x		082 ST0D	
027 ST0C		083 ST0E	
028 RTN		084 CF0	
029 *LBLD	1 für PV abspeichern	085 RTN	
030 1		086 *LBLB	Flag für vorschüssige Annuitäten umschalten
031 ST0D		087 F0?	
032 GSB0	Unterprogr -berechnung	088 GT01	
033 +		089 1	
034 ST0D	PV berechnen und in R _D abspeichern	090 SF0	
035 RTN		091 RTN	
036 *LBLB	Unterprogramm-berechnung	092 *LBL1	
037 GSB0		093 0	
038 RCLD	FV oder BAL berechnen und in R _E abspeichern	094 CF0	
039 X=Y		095 RTN	
040 -		096 *LBLB	R _B für Summe der Zinsperioden löschen
041 RCL8		097 0	
042 ÷		098 ST0B	
043 ST0E		099 2	Adresse von R _B in 1 abspeichern für indirekte Adressierung
044 RTN		100 1	
045 *LBL0	FV-Flag löschen	101 ST01	
046 CF1		102 RCLE	FV, n und PMT in Stack zurückrufen
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		105 x=0?	
050 1	Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten (r ₅ = 1)	106 GT06	Schätzwert von nPMT + BAL
051 ST05		107 x	
052 RCLB	i als Dezimalzahl in R ₉ abspeichern	108 +	
053 %		109 RCLD	Ist PV = 0, Sprung zum Schätzwert für FV
054 ST09	i + 1 berechnen	110 x=0?	
055 +		111 GT03	
056 F0?	Falls AD-Flag gesetzt,	112 -	Schätzwert von PV für i

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	nPMT + BAL - PV	169	+	
114	÷	n	170	RCLC	
115	RCLD	und Rückruf von PV	171	>	
116	STO4		172	RCL9	
117	*LBL3	Schätzwert von FV für i	173	÷	
118	RCLC	Zähler: 2(FV-nPMT)	174	RCL6	
119	LSTX		175	RCLC	
120	-		176	x	
121	ENT†		177	-	
122	+	und Nenner:	178	÷	f(i)/f'(i)
123	RCLA	(n-1)²PMT + FV	179	CHS	
124	1		180	GSB5	f(i)/f'(i) vom gegenwärtigen i abziehen
125	-		181	RCL6	
126	X²		182	÷	
127	RCLC		183	RND	Neue Schleife, wenn Wert ungleich 0
128	λ		184	X≠0?	
129	RCLC		185	STO6	
130	+		186	RCLC	
131	*LBL4	Schätzwert für i	187	RTN	Stop und Anzeige
132	÷		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	÷	
136	X≠Y?		192	RCLA	
137	X≠Y		193	1/X	
138	GSB5	Speichern des Schätzwertes als Prozentwert	194	YX	
139	X=0?	Stop, falls Schätzwert = 0	195	1	
140	RTN		196	-	
141	*LBL6	Berechnung von f(i)	197	*LBL5	i in Prozent umrechnen und zu r _B addieren
142	GSB0		198	EE%	
143	+		199	2	
144	F1?		200	x	
145	CHS		201	ST+1	
146	RCLD		202	RTN	
147	-		203	*LBLC	Ausdruck von n, i, PMT, PV, FV oder BAL
148	RCL8	Berechnung von f'(i)	204	SPC	
149	RCLA		205	RCLA	
150	RCL7		206	PRTX	
151	÷		207	RCL8	
152	x		208	PRTX	
153	F1?		209	RCLC	
154	CLX		210	PRTX	
155	STO6		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	÷				
163	-				
164	RCL5				
165	x				
166	F0?				
167	RCL4				
168	F0?				

LABELS				FLAGS		SET STATUS		
^A n	^B i	^C PMT	^D PV	^E FV (BAL)	^F AD	^G FLAGS	^H TRIG	^I DISP
^A Start	^B AD	^C Druck	^D	^E	^F PV = 0	0 <input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
^B berechnen	^B AD	^C	^D FV Schätzw	^E Schätzwert	^F	1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
^C i → %	^D Schleife	^E	^F FV, PV-i	^G	^H	2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input 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_I abgespeichert, wenn mit dem Programm zum ersten Mal eine Aufgabe gerechnet wird. (In der Folge ruft der Rechner die Code-Zahlen von dort ab und führt den zugehörigen Rechenschritt aus.)

Die Anweisung **GTO (i)** in Zeile 83 bestimmt die als nächstes auszuführende Operation. Die Befehle **RCL (i)** und **X21** 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

01	*LBL	Lösen der Register	057	STO	speichern
002	CLRG	und Setzen des	058	CLX	und Wert der Konstante
003	P=5	Index auf 24, um die	055	RCLC	zurückrufen
004	CLRG	Folge der Rechenopera-	060	*LBL8	
005	2	tionen zu beginnen	061	DSZ1	R1 ≠ 0: speichern
006	4		062	GT01	
007	STO1		063	GT09	Sprung zur Fehlermeld.
008	CLX		064	*LBL1	
009	RTN		065	STO1	Code speichern und
010	*LBL0		066	CLX	ursprüngliche Anzeige
011	+	Addition ausführen und	067	RCLC	wieder herstellen
012	1	1 als Code anzeigen	068	RTN	
013	GT00		069	*LBLD	24 in R1 speichern,
014	*LBLb		070	CLX	um Zähler auf Null zu
015	-	Subtraktion ausführen	071	2	setzen und Löschen von
016	2	und 2 als Code anzeigen	072	4	R0, zum automa-
017	GT00		073	STO1	tischen Rück-
018	*LBLc		074	CLX	setzen am Ende der
019	x		075	ST00	Programmfolge
020	3		076	RTN	
021	GT00		077	*LBLC	Anzeigewert speichern,
022	*LBLd		078	STOE	Code aufrufen und
023	÷		079	R4	zu entsprechender
024	4	Division ausführen und	080	DSZ1	Marke springen
025	*LBL0	4 als Code anzeigen	081	RCL1	
026	DSZ1	i um 1 verringern	082	X=1	
027	GT01	Speichern GTO-Befehl	083	GT01	
028	GT09	Sprung zur Fehlermeld.	084	*LBL0	24 nach R1, Ausgabe
029	*LBL1		085	CLX	nach Anzeige
030	STO1	Operationscode	086	2	
031	R4	speichern und Ergebnis	087	4	
032	RTN	anzeigen	088	STO1	
033	*LBLc		089	CLX	
034	%	%-Funktion ausführen,	090	RCLC	
035	STOE	Wert des Anzeige-	091	RTN	
036	CLX	registers speichern und	092	*LBL1	Addition ausführen
037	5	5 als Code anzeigen	093	X=1	und zur Marke E
038	GT00		094	CLX	springen für die
039	*LBLB		095	RCLC	nächste Anweisung
040	STOE	Anzeigewert speichern	096	+	
041	CLX	und 6 als Code für	097	GT0E	
042	6	Ein-/Ausgabestop	098	*LBL2	Subtraktion ausführen
043	GT00	anzeigen	099	X=1	
044	*LBLC		100	CLX	
045	STOE	Anzeigewert speichern	101	RCLC	
046	CLX	und 7 als Code für	102	-	
047	7	Konstante anzeigen	103	GT0E	
048	DSZ1	Code speichern, wenn	104	*LBL3	
049	GT01	R1 ≠ 0	105	X=1	Multiplikation
050	*LBL9		106	CLX	ausführen
051	CLX	«24» blinkend	107	RCLC	
052	2	anzeigen, wenn zu	108	x	
053	4	viele Operationen	109	GT0E	
054	PSE	eingegeben werden	110	*LBL4	Division ausführen
055	GT09		111	X=1	
056	*LBL1	Code für Konstante	112	CLX	

REGISTER

0	belegt	2	belegt	3	belegt	4	belegt	5	belegt	6	belegt	7	belegt	8	belegt	9	belegt
S0	belegt	S1	belegt	S2	belegt	S3	belegt	S4	belegt	S5	belegt	S6	belegt	S7	belegt	S8	belegt
A	belegt	B	belegt	C	belegt	D	belegt	E	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 (S₁, S₂ und S₃) in den Arbeitsregister-Stapel einzutasten. Dies geschieht mit der Tastenfolge:

S₁ **A** S₂ **A** S₃

Die Daten stehen jetzt wie folgt im Stack:

T: unbekannter Wert

Z: S₁

Y: S₂

X: S₃

Im angezeigten X-Register steht der Wert S₃.

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

T: S₂

Z: unbekannter Wert

Y: S₁

X: S₂

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

T: S₂

Z: S₃

Y: unbekannter Wert

X: S₁

Die vollständige Tastenfolge zum Abspeichern der Daten lautet demnach:

LBL A

STO D (S₃ speichern)

R+

STO B (S₂ speichern)

R+

STO 9 (S₁ speichern)

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

Dreiecksberechnungen

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

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

113	RCLB	$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{S_2 \sin A_2}{S_1} \right)$	169	2	
114	x		170	÷	
115	RCL9		171	PRTX	
116	÷		172	RTN	
117	SIN ⁻¹		173	R/S	
118	STOE				
119	RCLC				
120	GSB0				
121	STOA				
122	RCLC				
123	RCL9	GSB-Routine für 3. Winkel			
124	RCLA				
125	GSB0				
126	RCL9				
127	RCLB				
128	X↔Y?				
129	RTN				
130	RCLC				
131	COS				
132	CHS				
133	COS ⁻¹	2. Winkel für Alternativlösung berechnen			
134	STOE				
135	RCLC				
136	GSB0				
137	STOA				
138	RCLC				
139	RCL9				
140	RCLA				
141	GTO0				
142	#LBL0				
143	+	3. Winkel = cos ⁻¹ [-cos (A + B)]			
144	COS				
145	CHS				
146	COS ⁻¹				
147	RTN				
148	#LBL1				
149	SPC				
150	SPC				
151	RCL9				
152	PRTX				
153	RCLA	Werte mit S ₁ beginnend ausdrucken			
154	PRTX				
155	SPC				
156	RCLB				
157	PRTX				
158	RCLC				
159	PRTX				
160	SPC				
161	RCLD				
162	PRTX				
163	RCLC	Fläche = (S ₁ S ₃ sin A ₃)/2 berechnen und ausdrucken			
164	PRTX				
165	SPC				
166	RCL8				
167	RCLD				
168	x				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A S ₁ , S ₂ , S ₃	B A ₃ , S ₁ , A ₁	C S ₁ , A ₁ , A ₂	D S ₁ , A ₁ , S ₂	E S ₁ , S ₂ , A ₂	0	FLAGS	TRIG	DISP
1	2	3	4	5	1	ON OFF	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>

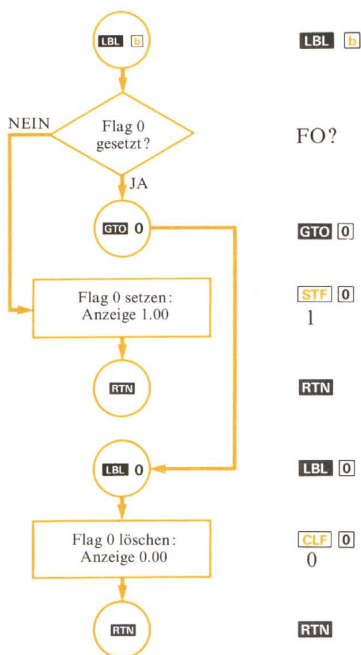
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

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

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

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

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020



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

Vektor-Operationen

001 *LBL0	2- oder 3dimensionale	057 SIN	überspringen
002 F1?	Vektorrechnung	058 *LBL0	
003 GT00	auswählen	059 R4	Vektorcode nach T
004 SF1		060 CLX	
005 3		061 RCL1	
006 RTN		062 R4	
007 *LBL0		063 F0?	Eingabewert drucken?
008 2		064 PRST	
009 CF1		065 XZY	Umwandlung S→C
010 RTN		066 1	
011 *LBL6	Druck-Modus wählen	067 +R	
012 F0?		068 R1	
013 GT00		069 R1	
014 SF0		070 +R	
015 1		071 XZY	
016 RTN		072 R1	
017 *LBL0		073 XZY	
018 CF0		074 *	
019 0		075 LSTX	
020 RTN		076 R1	
021 *LBLD	Betrag speichern und	077 *	
022 ST07	Code 1 eingeben	078 GT02	C→S beginnen
023 1		079 *LBL6	Falls 2D-Modus,
024 GT00		080 R4	dann 0 nach Z
025 *LBL6	Betrag speichern und	081 R4	
026 ST08	Code 2 eingeben	082 F1?	
027 2		083 GT00	
028 *LBL0		084 CLX	
029 SF2	GSB S→C Routine	085 *LBL0	
030 GSB5		086 R4	0 nach T
031 GT01	GTO Speicherroutine	087 CLX	
032 *LBL1		088 R4	
033 ST09	1. Vektor speichern	089 F0?	Eingabewert drucken?
034 R4		090 PRST	
035 ST0A		091 *LBL6	Umwandlung C→S
036 R4		092 +P	
037 ST0B		093 XZY	
038 1		094 X<0?	
039 RTN		095 GSB3	
040 *LBL2	2. Vektor speichern	096 R4	
041 ST0C		097 XZY	
042 R4		098 F1?	
043 ST0D		099 GT00	
044 R4		100 CLX	
045 ST0E		101 *LBL0	
046 2		102 +P	
047 RTN		103 R1	
048 *LBL4	Tastenfeld S→C beginnt	104 XZY	
049 0		105 *LBL2	
050 *LBL5		106 R1	
051 ST0I	Code speichern	107 CLX	0 nach T
052 R1		108 R4	
053 F1?	Falls 3D-Modus,	109 F2?	Rücksprung
054 GT00	« $\pi/2$ nach	110 RTN	
055 CLX	Z-Register»	111 F0?	Ergebnis ausdrucken?
056 1		112 PRST	
REGISTER			
0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15
16	17	18	19
20	21	22	23
24	25	26	27
28	29	30	31
32	33	34	35
36	37	38	39
40	41	42	43
44	45	46	47
48	49	50	51
52	53	54	55
56	57	58	59
60	61	62	63
64	65	66	67
68	69	70	71
72	73	74	75
76	77	78	79
80	81	82	83
84	85	86	87
88	89	90	91
92	93	94	95
96	97	98	99
100	101	102	103
104	105	106	107
108	109	110	111
112	113	114	115
116	117	118	119
120	121	122	123
124	125	126	127
128	129	130	131
132	133	134	135
136	137	138	139
140	141	142	143
144	145	146	147
148	149	150	151
152	153	154	155
156	157	158	159
160	161	162	163
164	165	166	167
168	169	170	171
172	173	174	175
176	177	178	179
180	181	182	183
184	185	186	187
188	189	190	191
192	193	194	195
196	197	198	199
200	201	202	203
204	205	206	207
208	209	210	211
212	213	214	215
216	217	218	219
220	221	222	223
224	225	226	227
228	229	230	231
232	233	234	235
236	237	238	239
240	241	242	243
244	245	246	247
248	249	250	251
252	253	254	255
256	257	258	259
260	261	262	263
264	265	266	267
268	269	270	271
272	273	274	275
276	277	278	279
280	281	282	283
284	285	286	287
288	289	290	291
292	293	294	295
296	297	298	299
300	301	302	303
304	305	306	307
308	309	310	311
312	313	314	315
316	317	318	319
320	321	322	323
324	325	326	327
328	329	330	331
332	333	334	335
336	337	338	339
340	341	342	343
344	345	346	347
348	349	350	351
352	353	354	355
356	357	358	359
360	361	362	363
364	365	366	367
368	369	370	371
372	373	374	375
376	377	378	379
380	381	382	383
384	385	386	387
388	389	390	391
392	393	394	395
396	397	398	399
400	401	402	403
404	405	406	407
408	409	410	411
412	413	414	415
416	417	418	419
420	421	422	423
424	425	426	427
428	429	430	431
432	433	434	435
436	437	438	439
440	441	442	443
444	445	446	447
448	449	450	451
452	453	454	455
456	457	458	459
460	461	462	463
464	465	466	467
468	469	470	471
472	473	474	475
476	477	478	479
480	481	482	483
484	485	486	487
488	489	490	491
492	493	494	495
496	497	498	499
500	501	502	503
504	505	506	507
508	509	510	511
512	513	514	515
516	517	518	519
520	521	522	523
524	525	526	527
528	529	530	531
532	533	534	535
536	537	538	539
540	541	542	543
544	545	546	547
548	549	550	551
552	553	554	555
556	557	558	559
560	561	562	563
564	565	566	567
568	569	570	571
572	573	574	575
576	577	578	579
580	581	582	583
584	585	586	587
588	589	590	591
592	593	594	595
596	597	598	599
600	601	602	603
604	605	606	607
608	609	610	611
612	613	614	615
616	617	618	619
620	621	622	623
624	625	626	627
628	629	630	631
632	633	634	635
636	637	638	639
640	641	642	643
644	645	646	647
648	649	650	651
652	653	654	655
656	657	658	659
660	661	662	663
664	665	666	667
668	669	670	671
672	673	674	675
676	677	678	679
680	681	682	683
684	685	686	687
688	689	690	691
692	693	694	695
696	697	698	699
700	701	702	703
704	705	706	707
708	709	710	711
712	713	714	715
716	717	718	719
720	721	722	723
724	725	726	727
728	729	730	731
732	733	734	735
736	737	738	739
740	741	742	743
744	745	746	747
748	749	750	751
752	753	754	755
756	757	758	759
760	761	762	763
764	765	766	767
768	769	770	771
772	773	774	775
776	777	778	779
780	781	782	783
784	785	786	787
788	789	790	791
792	793	794	795
796	797	798	799
800	801	802	803
804	805	806	807
808	809	810	811
812	813	814	815
816	817	818	819
820	821	822	823
824	825	826	827
828	829	830	831
832	833	834	835
836	837	838	839
840	841	842	843
844	845	846	847
848	849	850	851
852	853	854	855
856	857	858	859
860	861	862	863
864	865	866	867
868	869	870	871
872	873	874	875
876	877	878	879
880	881	882	883
884	885	886	887
888	889	890	891
892	893	894	895
896	897	898	899
900	901	902	903
904	905	906	907
908	909	910	911
912	913	914	915
916	917	918	919
920	921	922	923
924	925	926	927
928	929	930	931
932	933	934	935
936	937	938	939
940	941	942	943
944	945	946	947
948	949	950	951
952	953	954	955
956	957	958	959
960	961	962	963
964	965	966	967
968	969	970	971
972	973	974	975
976	977	978	979
980	981	982	983
984	985	986	987
988	989	990	991
992	993	994	995
996	997	998	999
1000	1001	1002	1003
1004	1005	1006	1007
1008	1009	1010	1011
1012	1013	1014	1015
1016	1017	1018	1019
1020	1021	1022	1023
1024	1025	1026	1027
1028	1029	1030	1031
1032	1033	1034	1035
1036	1037	1038	1039
1040	1041	1042	1043
1044	1045	1046	1047
1048	1049	1050	1051
1052	1053	1054	1055
1056	1057	1058	1059
1060	1061	1062	1063
1064	1065	1066	1067
1068	1069	1070	1071
1072	1073	1074	1075
1076	1077	1078	1079
1080	1081	1082	1083
1084	1085	1086	1087
1088	1089	1090	1091
1092	1093	1094	1095
1096	1097	1098	1099
1100	1101	1102	1103
1104	1105	1106	1107
1108	1109	1110	1111
1112	1113	1114	1115
1116	1117	1118	1119
1120	1121	1122	1123
1124	1125	1126	1127
1128	1129	1130	1131
1132	1133	1134	1135
1136	1137	1138	1139
1140	1141	1142	1143
1144	1145	1146	1147

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

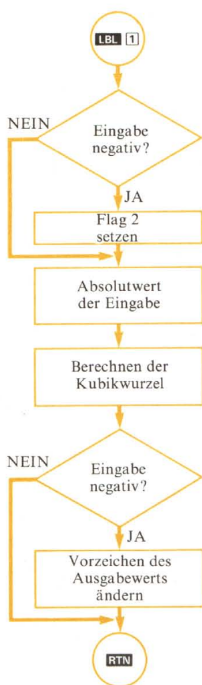
Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

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 STO0		059 X<0°	Komplexe Lösung
004 RTN		060 GT00	
005 *LBL5	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 +	
009 *LBL0	a ₁ speichern und Index auf 2	065 ÷	x ₂ berechnen
010 ST02		066 LSTX	
011 2		067 GT06	
012 GT00		068 *LBL0	Imaginärteil berechnen
013 *LBL0		069 ABS	
014 ST03	a ₂ speichern und Index auf 3	070 JX	
015 3		071 1	Imaginärcode drucken
016 GT00		072 CHS	
017 *LBL5		073 PRTX	
018 ST04	a ₃ speichern und Index auf 4	074 R↓	Imaginärteil nach X
019 4		075 *LBL5	x ₂ oder Imaginärteil drucken
020 *LBL0		076 PRTX	
021 XZY	Größten Index auffinden	077 *LBL2	
022 X=0°		078 XZY	x ₁ oder Realteil drucken
023 RTN		079 PRTX	
024 XZY		080 RCLA	
025 RCL5		081 *LBL5	Quadratische Gleichung in ursprüngliche Form zurückführen
026 XZY		082 STX4	
027 XZY0		083 STX3	
028 STO0		084 STX2	
029 XZY		085 STX1	
030 R↓		086 R↓	Stop und Anzeige
031 RTN		087 CF2	
032 *LBL6	Beginn der Berechnung des Polynoms	088 RTN	
033 SPC		089 *LBL4	Beginn für Lösungen 3. Grades durch Berechnen von Q
034 RCL5		090 3	
035 ST01	Gradindex nach R ₁	091 ÷	
036 ÷		092 RCL3	
037 RCL1	Division aller Koeff. durch den Koeff. des größten Index	093 X²	
038 ST04		094 9	
039 1/X		095 ÷	
040 GSB5		096 -	
041 RCL1	Richtigen Polynomgrad auswählen	097 ST00	
042 CHS		098 3	Q³ berechnen
043 RCL2		099 Y*	
044 GT01		100 ST00	
045 *LBL3	Beginn der quadratischen Gleichung	101 RCL3	
046 RCL1		102 RCL2	R berechnen
047 *LBL9		103 X	
048 ST08	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 X²		112 Y*	

REGISTER									
0	1 a ₀	2 a ₁	3 a ₂	4 a ₃	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A belegt	B R, X, a ₀ /a ₂		C Q³	D Q		E Grad		I Kontrolle	

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

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

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

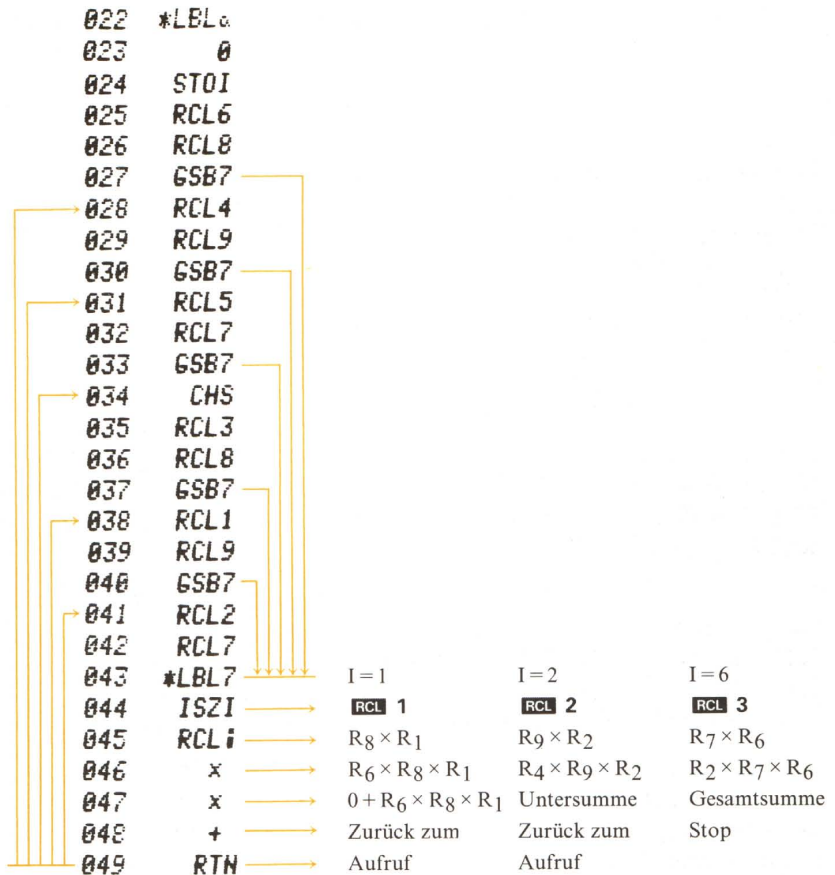
Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

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

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

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

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



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

Matrizenrechnungen
(3 × 3-Matrix)

001 *LBL 4	0 nach x für	057 RCL 7	
002 0	indirekte Speicherung	058 GSB 3	
003 GTOS		059 STOD	
004 *LBL 6	3 nach x für	060 CLX	
005 3	indirekte Speicherung	061 RCL 3	
006 GTOS		062 RCL 4	
007 *LBL 0	6 nach x für	063 X	
008 6	indirekte Speicherung	064 RCL 1	
009 GTOS		065 RCL 6	
010 *LBL 0	9 nach x für	066 GSB 3	
011 1	indirekte Speicherung	067 STOE	
012 9		068 CLX	
013 *LBL 5	Code in R1 speichern	069 RCL 2	
014 STOI		070 RCL 7	
015 GSB 6	3 Eingabewerte in die	071 X	
016 GSB 6	dem Code ent-	072 RCL 1	
017 *LBL 6	sprechenden Register	073 RCL 6	
018 RT	abspeichern	074 GSB 3	
019 ISZI		075 STOI	
020 STOI		076 CLX	
021 RTN		077 RCL 1	
022 *LBL 6	Determinante berechnen	078 RCL 5	
023 0		079 X	
024 STOI		080 RCL 2	
025 RCL 6		081 RCL 4	
026 RCL 8		082 GSB 3	
027 GSB 7		083 STOD	
028 RCL 4		084 CLX	
029 RCL 9		085 RCL 3	
030 GSB 7		086 RCL 6	
031 RCL 5		087 X	
032 RCL 7		088 RCL 2	
033 GSB 7		089 RCL 9	
034 CHS		090 GSB 3	
035 RCL 3		091 STOI	
036 RCL 8		092 CLX	
037 GSB 7		093 RCL 2	
038 RCL 1		094 RCL 6	
039 RCL 9		095 X	
040 GSB 7		096 RCL 3	
041 RCL 2		097 RCL 5	
042 RCL 7		098 GSB 3	
043 *LBL 7		099 STOD	
044 ISZI		100 CLX	
045 RCL 1		101 RCL 5	
046 X		102 RCL 9	
047 X		103 X	
048 +		104 RCL 6	
049 RTN		105 RCL 8	
050 *LBL 6	Kehrwert der	106 GSB 3	
051 GSB 6	Determinante	107 STOD	
052 1/X	berechnen	108 CLX	
053 RCL 1		109 RCL 6	
054 RCL 9	Inverse berechnen	110 RCL 7	
055 X		111 1	
056 RCL 3		112 RCL 4	

REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y3	a ₁ , a ₁	a ₂ , a ₂	a ₃ , a ₃	b ₁ , β ₁	b ₂ , β ₂	b ₃ , β ₃	c ₁ , γ ₁	c ₂ , γ ₂	c ₃ , γ ₃
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	d ₁	B	d ₂	C	d ₃	D	β ₂	E	β ₃
								I	Kontrolle

113	RCL9		169	*LBL1	Erster Wert der Multiplikation
114	GSB3		170	SPC	
115	STO6		171	1	
116	CLX		172	STG1	
117	RCL4		173	GSB1	
118	RCL8		174	STOE	
119	=		175	2	Zweiter Wert der Multiplikation
120	RCL5		176	STO1	
121	RCL7		177	GSB1	
122	GSB3		178	STOE	
123	RCL1		179	3	
124	RCL0	Inverse Werte in richtige Register speichern	180	STO1	Dritter Wert der Multiplikation
125	GSB0		181	GSB1	
126	RCL2		182	STO0	
127	RCL1		183	0	
128	RCL3		184	RCLD	Werte in Stackregister zurückrufen zur Anzeige
129	GSB4		185	RCLC	
130	RCL6		186	RCL0	
131	RCLD		187	RTN	
132	RCLC		188	*LBL1	Multiplikation
133	GSBB		189	0	
134	CLX		190	RCLA	
135	RTN	0 anzeigen und Halt	191	GSB4	
136	*LBL3		192	RCLC	
137	x	Unterprogramm: Inverse	193	GSB4	
138	-		194	RCLC	
139	x		195	GSB4	
140	RTN	Druck-Schleife starten	196	PRTX	
141	*LBLC		197	RTN	
142	SPC		198	*LBL4	Unterprogramm Multiplikation
143	1		199	RCL1	
144	STO1		200	x	
145	*LBL2		201	+	
146	RCL1	Register R1 bis R9 ausdrucken	202	ISZ1	
147	PRTX		203	ISZ1	
148	9		204	ISZ1	
149	RCL1		205	RTN	
150	X=Y?		206	R'S	
151	GT00				
152	3				
153	=				
154	FRC				
155	X=0?				
156	SPC				
157	RCL1				
158	ISZ1				
159	GT02				
160	*LBL0	Register RA bis RC ausdrucken			
161	SPC				
162	RCLA				
163	PRTX				
164	RCLB				
165	PRTX				
166	RCLC				
167	PRTX				
168	RTN				

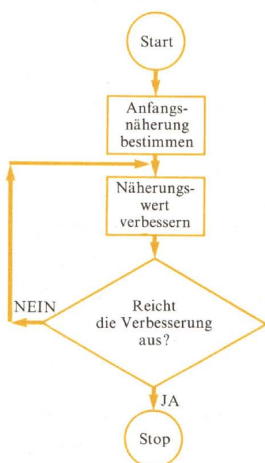
LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A a ₁ , a ₂ , a ₃	B b ₁ , b ₂ , b ₃	C c ₁ , c ₂ , c ₃	D d ₁ , d ₂ , d ₃	E Druck	0	FLAGS	TRIG	DISP
→Det	→Inv	→Mult	→	→	1	ON OFF		
Druck	mult	Druck	inv	mult	2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input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

Iterationsschleifen

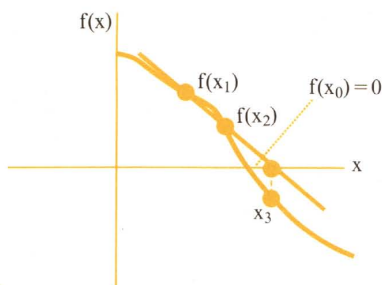
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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

Im Flußdiagramm sieht das folgendermaßen aus:



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



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

Die Gleichung der «regula falsi» lautet:

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

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

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

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

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

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

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

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

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für f(x)

001 #LBLA	Nummer der Funktion speichern	057 STOE	
002 STOI		058 ÷	
003 RTN		059 STOC	b - a/n
004 #LBL e	Pausenbefehl umschalten	060 ∫	
005 F0?		061 ÷	b - a
006 GT00		062 ST+0	2n
007 SF0		063 0	Integral Null setzen
008 1		064 ST09	
009 RTN		065 RCL e	Anzahl der Intervalle nach R _I
010 #LBL0		066 X=1	
011 0		067 #LBL7	Nummer der Funktion nach R _I und n nach R _B
012 CF0		068 X=1	
013 RTN		069 STOE	
014 #LBL a	%Δ speichern und Flag setzen	070 RCL0	
015 SF1		071 GSB i	f'(R ₀)
016 STOE		072 RCLC	
017 RTN		073 ST+0	R ₀ + (b - a)/n
018 #LBL e	Fehlergrenze %Δ wählen oder 0.01% ausreichend?	074 x	Add f(R ₀) (b - a)/n
019 EEY		075 ST+9	
020 CHS		076 RCL e	n verringern um 1
021 2		077 X=1	Funktionsr. in Anzeige
022 RCL e		078 DSZ1	
023 F1?		079 GT07	Funktionsr. nach R _I
024 X=Y		080 STOI	
025 R+		081 RCL9	Integrationsergebnis anzeigen
026 %	x = 0: statt % von x %Δ für Δx	082 RTN	
027 X=0?		083 #LBL e	
028 LSTX		084 FIX	
029 STOC		085 GSB B	
030 2	f(x - Δx/2)	086 RCL e	
031 ÷		087 GT00	
032 -		088 #LBL e	
033 STOA		089 RCL0	Numerische Differentiation, um x _i für Anfangswert zu berechnen
034 STOE		090 GSB i	
035 GSB i		091 STOE	
036 STOD		092 #LBL0	
037 RCL A	f(x + Δx/2)	093 RCL A	Berechne f(x _i)
038 RCLC		094 RCL0	
039 +		095 STOA	
040 STOE		096 -	
041 GSB i		097 RCLD	Regula Falsi: Berichtigung für x und Werte für neue Schleife
042 STOE	$\frac{f(x + \Delta x/2) - f(x - \Delta x/2)}{\Delta x}$	098 RCLB	
043 RCLD		099 STOD	
044 -		100 0	
045 RCLC		101 ÷	
046 ÷		102 x	
047 RTN		103 ST-0	Berichtigung abziehen
048 #LBLC	f(x)	104 RCL0	Falls Flag gesetzt: Pause und Lösung anzeigen
049 STOE		105 F0?	
050 GSB i		106 PSE	
051 RTN		107 ÷	
052 #LBLD	a speichern	108 RND	RND (Änderung/x _i + 1)
053 X=Y		109 X=0?	Anzeigegenauigkeit erreicht?
054 STOE	b - a	110 GT06	Falls ja, Ergebnis anzeigen
055 -	n speichern	111 RCL0	
056 X=Y		112 RTN	

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

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

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
1 Function	2 x→f(x)	3 x→f(x)	4 nfa↑b→f	5 x ₀ → Lösung	6 Pause	7 %Δ	8	9
10 %Δ	11	12	13	14	15	16	17	18
19 belegt	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29 Iteration	30 Integration	31	32	33	34	35	36

Umwandlung zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten

001	#LBLa	Flag für mm/Zoll	057	1					
002	SF2		058	5					
003	#LBLA		059	F20					
004	2	Eingabe des	060	1/X					
005	5	Umrechnungsfaktors	061	XZY					
006	.		062	x					
007	4		063	RTN					
008	F20	Inch in mm oder	064	#LBLc	Pound/Kilogramm-				
009	1/X	mm in Inch?	065	SF2	Umrechnung (Masse)				
010	XZY	Stack ordnen für	066	#LBLc					
011	x	LST X	067	.					
012	RTN	Umrechnen	068	4					
013	#LBLb		069	5					
014	SF2	Fuß/Meter-	070	3					
015	#LBLb	Umwandlung	071	5					
016	.		072	9					
017	3		073	2					
018	0		074	3					
019	4		075	7					
020	8		076	F20					
021	F20		077	1/X					
022	1/X		078	XZY					
023	XZY		079	x					
024	x		080	RTN					
025	RTN		081	F/S					
026	#LBLc	Gallon/Liter-							
027	SF2	Umwandlung							
028	#LBLc								
029	3								
030	.								
031	7								
032	8								
033	5								
034	4								
035	1								
036	1								
037	7								
038	8								
039	4								
040	F20								
041	1/X								
042	XZY								
043	x								
044	RTN								
045	#LBLd	Pound/Newton-							
046	SF2	Umwandlung (Kraft)							
047	#LBLd								
048	4								
049	.								
050	4								
051	4								
052	8								
053	2								
054	2								
055	1								
056	6								
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

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

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

Notizen



Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

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

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

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

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

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

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

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

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

Arithmetik-Lernprogramm

001 *LBL4	Konstanten speichern	057 SPC	Operationscode ausdrucken								
002 0		058 PRT									
003 STOS		059 SPC									
004 2		060 *LBL9		2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen							
005 0		061 GSB5									
006 ST07		062 STOC									
007 1		063 GSB5		Aufgabe stellen							
008 0		064 RCLC									
009 STOD		065 GSB4									
010 STOE		066 RCL4		Anzeige einstellen							
011 1		067 XZ1									
012 ST04		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									
019 6		075 +		0 nach LST X							
020 3		076 RCL9									
021 *LBL6		077 X=Y*									
022 STOE		078 GT09		Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe							
023 CLX		079 R4									
024 RTN		080 ST09									
025 *LBL4		081 F1?		Aufgabe anzeigen							
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 STOD	089 X										
034 1	090 FRC										
035 0	091 STOE										
036 X	092 TX										
037 LOG	093 RCLD	Zahlen verarbeiten									
038 INT	094 X										
039 ST0A	095 INT										
040 10*	096 RTN	Ganzzahlige Werte <n _{max} erzeugen									
041 STOB	097 *LBL1										
042 CLX	098 +										
043 RTN	099 STOC	Additionsaufgabe									
044 *LBL4	100 LSTX										
045 1	101 -										
046 GT01	102 LSTX										
047 *LBL6	103 RTN										
048 2	104 *LBL2										
049 GT01	105 STOC	Subtraktionsaufgabe									
050 *LBLC	106 XZ1										
051 3	107 +										
052 GT01	108 LSTX										
053 *LBLD	109 RTN										
054 4	110 *LBL3										
055 *LBL1	111 X=0?	Multiplikations- aufgabe									
056 ST01	112 XZ1										
Code für +, -, ×, ÷ speich.											
REGISTER											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9		
A	Anzeige	B	Skalierung	C	Ergebnis	D	n _{max} + 1	E	Anfangswert	F	Kontrolle

113	X=0?		169	SF2		Bei falscher Lösung
114	1		170	RCL9		Aufgabe nochmals an-
115	x		171	0		zeigen. Flag für falsche
116	STOC		172	+		Lösung setzen, damit
117	LSTX		173	F1^		Summenzähler erhöht
118	÷		174	SPC		wird
119	LSTX		175	RTN		
120	RTN		176	*LBL7		
121	*LBL4	Divisionsaufgabe	177	0		Fehlermeldung für
122	STOC		178	÷		«mogeln» anzeigen
123	X=Y		179	RTN		
124	X=0?		180	*LBL5		
125	GSB5		181	0		Rest der Division
126	x		182	STOC		
127	LSTX		183	CLX		
128	RTN		184	1		
129	*LBL6	GTO Fehleroutine bei	185	RTN		
130	LSTX	Benutzung des Tasten-	186	*LBL6		Drucker-Modus
131	X=0?	felds zur Lösung der	187	F1^		umschalten
132	GT07	Aufgabe	188	ET08		
133	R↓	Bei falscher Lösung	189	SF1		
134	RCLC	gleiche Aufgabe	190	1		
135	X=Y?	nochmals anzeigen	191	RTN		
136	GT08		192	*LBL8		
137	1	Anzahl der gerechneten	193	CF1		
138	F2?	Aufgaben und der	194	0		
139	ST+8	falschen Lösungen	195	RTN		
140	ST-7		196	R/S		
141	RCL7	Neue Aufgabe, bis				
142	X=0?	20 Aufgaben gestellt				
143	GT09					
144	SPC					
145	2	Ergebnisse der				
146	0	Lektion ausdrucken				
147	RCL8					
148	-					
149	PRTX					
150	2					
151	0					
152	PRTX					
153	÷					
154	EEX					
155	2					
156	x					
157	PRTX					
158	SPC					
159	SPC					
160	SPC					
161	SPC					
162	2	Neue Lektion beginnen				
163	0					
164	ST07					
165	0					
166	ST08					
167	GT09					
168	*LBL8					

LABELS				FLAGS	SET STATUS			
A + ?	B - ?	C × ?	D ÷ ?	E Ergebnis	0	FLAGS	TRIG	DISP
Start	0 (Dmax)	P ?	d	0 (Anfangsw.)	1 Druck	ON OFF		
0 Druck	1 +	2 -	3 ×	4 ÷	2 Fehler	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
belegt	6	belegt	8 Fehler	9 Problem	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>

«Mondlandung»

001 *LBL4	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	
006 5		062 X>0?	Bei Aufprall Geschwindigkeit berechnen
007 0		063 GT09	
008 CHS		064 *LBL3	
009 ST07		065 DSP0	Neue Treibstoff- eingabe
010 6		066 RCL7	
011 0		067 *LBL4	
012 ST08		068 PSE	
013 *LBL5	Höhe durch 10000 geteilt: Anzeige	069 GT04	
014 RCL6	kombiniert in der Form vv.Ohhh	070 *LBL2	Treibstoff verbraucht, Geschwindigkeit im freien Fall
015 DSP4		071 RCL8	
016 EEX	Anzeigeformat	072 2	
017 4	vv.Ohhh aufbauen, dabei negative Werte berücksichtigen	073 .	
018 +		074 5	
019 RCL7		075 -	
020 CF2		076 ST+6	
021 X<0?		077 2	
022 SF2		078 *	
023 ABS		079 ST+7	
024 +		080 RCL6	
025 F2?		081 1	
026 CHS	Anzeige von Geschwindigkeit und Höhe	082 0	
027 PSE		083 *	
028 PSE		084 RCL7	
029 DSP0		085 X?	
030 RCL8	Anzeige der Treibstoffreserve	086 +	
031 PSE		087 JX	
032 3		088 CHS	
033 PSE	Count-down für Raketenzündung	089 GT04	
034 2		090 *LBL6	
035 PSE		091 5	Aufprall- geschwindigkeit
036 1		092 ST-6	
037 PSE		093 0	
038 0		094 GT05	
039 PSE	Eingabe annehmen	095 R/S	
040 *LBL5			Geschwindigkeit bei weicher Landung
041 RCL8	Wenn Brennstoff ver- braucht, Aufprallge- schwindigk. ermitteln u. aufblinken lassen		Ergebnis anzeigen
042 XZY			Fehlzündung
043 X>Y?			
044 GT02	Treibstoff subtrahieren		
045 ST-8			
046 2			
047 *	Geschwindigkeit und Höhe bestimmen		
048 5			
049 -			
050 ST09			
051 2			
052 +			
053 RCL6			
054 +			
055 RCL7			
056 +			

REGISTER

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

Diagnostik-Programm

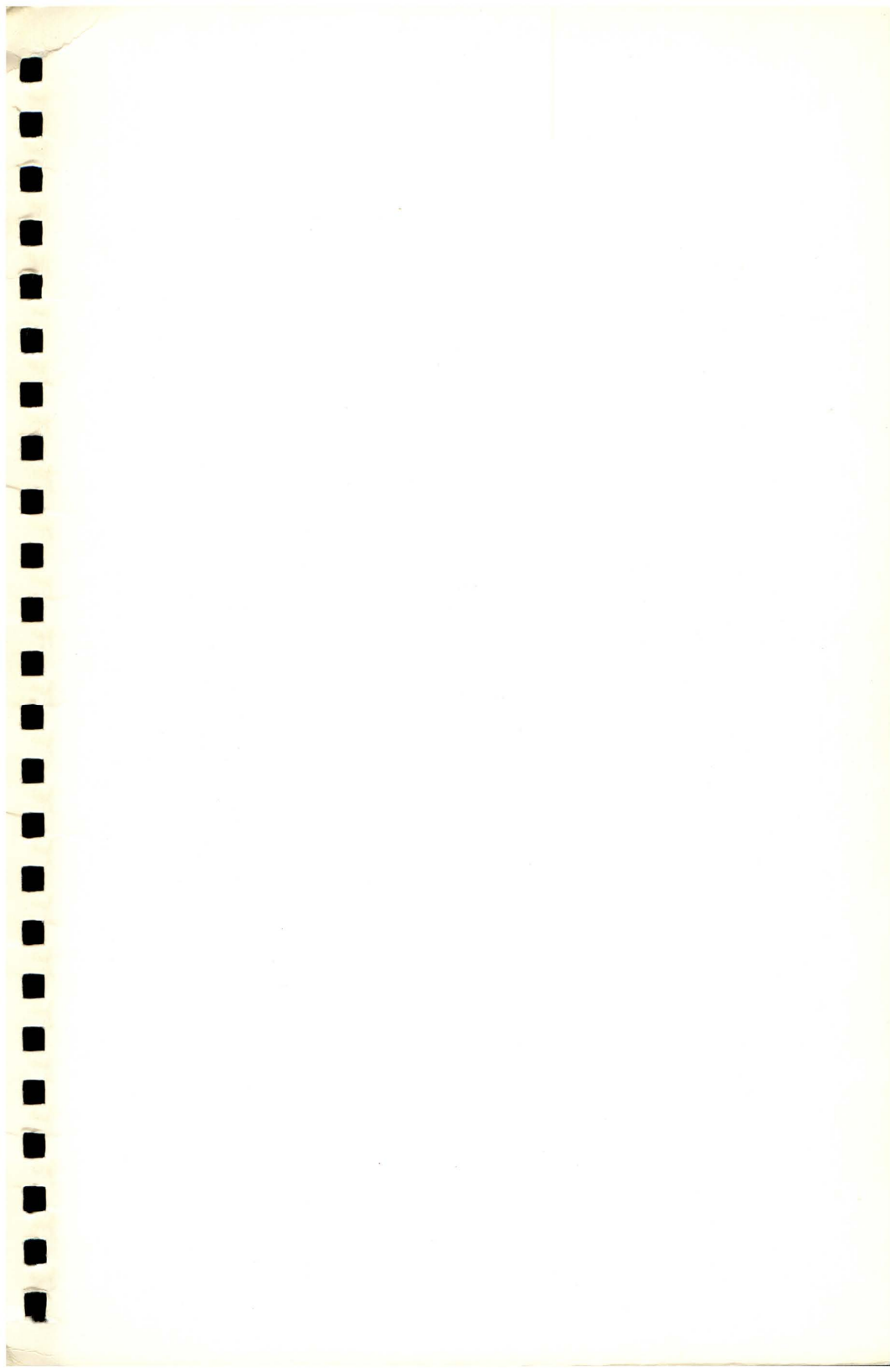
001 *LBL4	Register löschen	057 GSB3	Umrechnung in
002 CLR6		058 SIN	Stunden/Minuten/
003 F25		059 HMS	Sekunden prüfen
004 CLR6		060 HMS+	
005 CF3	Prüfwerteingabe	061 SIN+	
006 7		062 GSB3	
007 .		063 LOG	Log und 10 ^x prüfen
008 7		064 10 ^x	
009 7		065 GSB3	
010 7		066 LN	Ln und e ^x prüfen
011 7		067 e ^x	
012 7		068 GSB3	
013 7		069 x ²	x ² und Quadratwurzel
014 7		070 1/x	prüfen
015 7		071 GSB3	
016 CHS		072 ENT1	y ^x und 1/x prüfen
017 EE%		073 Y ^x	
018 CHS		074 LSTX	
019 7		075 1/X	
020 7		076 Y ^x	
021 XZV	Stackregister und	077 GSB3	
022 R+	Befehle zum	078 ENT1	+ , - und LST X
023 R+	Stackumordnen prüfen	079 +	prüfen
024 R+		080 LSTX	
025 R+		081 -	
026 R+		082 GSB3	
027 PSE	Anzeige prüfen	083 ENT1	
028 *LBL0		084 x	x und ÷ prüfen
029 STO1	Register prüfen	085 LSTX	
030 RCL1		086 ÷	
031 X=Y?		087 GSB3	
032 GT01		088 1/X	
033 IS21		089 1	Int und FRC prüfen
034 RCL5		090 +	
035 RCL0		091 FRC	
036 X=Y?		092 1/X	
037 GT02		093 LSTX	
038 GT00		094 +	
039 *LBL1	Codezahl für	095 INT	
040 RCL1	Registerspeicher- oder	096 GSB3	
041 RTN	Abruffehler anzeigen	097 D+R	
042 *LBL2		098 R+D	Grad/Bogenmaß-
043 2	Prüfen der	099 GSB3	Umwandlung prüfen
044 5	Startfunktion	100 EE%	
045 STO1		101 2	% prüfen
046 SIN		102 XZV	
047 SIN+	sin, sin ⁻¹ prüfen	103 %	
048 GSB3		104 GSB3	
049 COS		105 GT04	
050 COS+	cos, cos ⁻¹ prüfen	106 *LBL3	Bedingter Sprungbefehl
051 GSB3		107 RND	
052 TAN		108 RCL1	Zähler erhöhen
053 TAN+	tan, tan ⁻¹ prüfen	109 X=Y?	Funktion prüfen
054 GSB3		110 R/S	
055 +P	Koordinaten-	111 IS21	Stop und bei Fehler
056 +R	umwandlung prüfen	112 RCL1	Code anzeigen
REGISTER			
0 belegt	1 belegt	2 belegt	3 belegt
4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt
8 belegt	9 belegt	10 belegt	11 belegt
12 belegt	13 belegt	14 belegt	15 belegt
16 belegt	17 belegt	18 belegt	19 belegt
20 belegt	21 belegt	22 belegt	23 belegt
24 belegt	25 belegt	26 belegt	27 belegt
28 belegt	29 belegt	30 belegt	31 belegt
32 belegt	33 belegt	34 belegt	35 belegt
36 belegt	37 belegt	38 belegt	39 belegt
40 belegt	41 belegt	42 belegt	43 belegt
44 belegt	45 belegt	46 belegt	47 belegt
48 belegt	49 belegt	50 belegt	51 belegt
52 belegt	53 belegt	54 belegt	55 belegt
56 belegt	57 belegt	58 belegt	59 belegt
60 belegt	61 belegt	62 belegt	63 belegt
64 belegt	65 belegt	66 belegt	67 belegt
68 belegt	69 belegt	70 belegt	71 belegt
72 belegt	73 belegt	74 belegt	75 belegt
76 belegt	77 belegt	78 belegt	79 belegt
80 belegt	81 belegt	82 belegt	83 belegt
84 belegt	85 belegt	86 belegt	87 belegt
88 belegt	89 belegt	90 belegt	91 belegt
92 belegt	93 belegt	94 belegt	95 belegt
96 belegt	97 belegt	98 belegt	99 belegt
100 belegt	101 belegt	102 belegt	103 belegt
104 belegt	105 belegt	106 belegt	107 belegt
108 belegt	109 belegt	110 belegt	111 belegt
112 belegt	113 belegt	114 belegt	115 belegt
116 belegt	117 belegt	118 belegt	119 belegt
120 belegt	121 belegt	122 belegt	123 belegt
124 belegt	125 belegt	126 belegt	127 belegt
128 belegt	129 belegt	130 belegt	131 belegt
132 belegt	133 belegt	134 belegt	135 belegt
136 belegt	137 belegt	138 belegt	139 belegt
140 belegt	141 belegt	142 belegt	143 belegt
144 belegt	145 belegt	146 belegt	147 belegt
148 belegt	149 belegt	150 belegt	151 belegt
152 belegt	153 belegt	154 belegt	155 belegt
156 belegt	157 belegt	158 belegt	159 belegt
160 belegt	161 belegt	162 belegt	163 belegt
164 belegt	165 belegt	166 belegt	167 belegt
168 belegt	169 belegt	170 belegt	171 belegt
172 belegt	173 belegt	174 belegt	175 belegt
176 belegt	177 belegt	178 belegt	179 belegt
180 belegt	181 belegt	182 belegt	183 belegt
184 belegt	185 belegt	186 belegt	187 belegt
188 belegt	189 belegt	190 belegt	191 belegt
192 belegt	193 belegt	194 belegt	195 belegt
196 belegt	197 belegt	198 belegt	199 belegt
200 belegt	201 belegt	202 belegt	203 belegt
204 belegt	205 belegt	206 belegt	207 belegt
208 belegt	209 belegt	210 belegt	211 belegt
212 belegt	213 belegt	214 belegt	215 belegt
216 belegt	217 belegt	218 belegt	219 belegt
220 belegt	221 belegt	222 belegt	223 belegt
224 belegt	225 belegt	226 belegt	227 belegt
228 belegt	229 belegt	230 belegt	231 belegt
232 belegt	233 belegt	234 belegt	235 belegt
236 belegt	237 belegt	238 belegt	239 belegt
240 belegt	241 belegt	242 belegt	243 belegt
244 belegt	245 belegt	246 belegt	247 belegt
248 belegt	249 belegt	250 belegt	251 belegt
252 belegt	253 belegt	254 belegt	255 belegt
256 belegt	257 belegt	258 belegt	259 belegt
260 belegt	261 belegt	262 belegt	263 belegt
264 belegt	265 belegt	266 belegt	267 belegt
268 belegt	269 belegt	270 belegt	271 belegt
272 belegt	273 belegt	274 belegt	275 belegt
276 belegt	277 belegt	278 belegt	279 belegt
280 belegt	281 belegt	282 belegt	283 belegt
284 belegt	285 belegt	286 belegt	287 belegt
288 belegt	289 belegt	290 belegt	291 belegt
292 belegt	293 belegt	294 belegt	295 belegt
296 belegt	297 belegt	298 belegt	299 belegt
300 belegt	301 belegt	302 belegt	303 belegt
304 belegt	305 belegt	306 belegt	307 belegt
308 belegt	309 belegt	310 belegt	311 belegt
312 belegt	313 belegt	314 belegt	315 belegt
316 belegt	317 belegt	318 belegt	319 belegt
320 belegt	321 belegt	322 belegt	323 belegt
324 belegt	325 belegt	326 belegt	327 belegt
328 belegt	329 belegt	330 belegt	331 belegt
332 belegt	333 belegt	334 belegt	335 belegt
336 belegt	337 belegt	338 belegt	339 belegt
340 belegt	341 belegt	342 belegt	343 belegt
344 belegt	345 belegt	346 belegt	347 belegt
348 belegt	349 belegt	350 belegt	351 belegt
352 belegt	353 belegt	354 belegt	355 belegt
356 belegt	357 belegt	358 belegt	359 belegt
360 belegt	361 belegt	362 belegt	363 belegt
364 belegt	365 belegt	366 belegt	367 belegt
368 belegt	369 belegt	370 belegt	371 belegt
372 belegt	373 belegt	374 belegt	375 belegt
376 belegt	377 belegt	378 belegt	379 belegt
380 belegt	381 belegt	382 belegt	383 belegt
384 belegt	385 belegt	386 belegt	387 belegt
388 belegt	389 belegt	390 belegt	391 belegt
392 belegt	393 belegt	394 belegt	395 belegt
396 belegt	397 belegt	398 belegt	399 belegt
400 belegt	401 belegt	402 belegt	403 belegt
404 belegt	405 belegt	406 belegt	407 belegt
408 belegt	409 belegt	410 belegt	411 belegt
412 belegt	413 belegt	414 belegt	415 belegt
416 belegt	417 belegt	418 belegt	419 belegt
420 belegt	421 belegt	422 belegt	423 belegt
424 belegt	425 belegt	426 belegt	427 belegt
428 belegt	429 belegt	430 belegt	431 belegt
432 belegt	433 belegt	434 belegt	435 belegt
436 belegt	437 belegt	438 belegt	439 belegt
440 belegt	441 belegt	442 belegt	443 belegt
444 belegt	445 belegt	446 belegt	447 belegt
448 belegt	449 belegt	450 belegt	451 belegt
452 belegt	453 belegt	454 belegt	455 belegt
456 belegt	457 belegt	458 belegt	459 belegt
460 belegt	461 belegt	462 belegt	463 belegt
464 belegt	465 belegt	466 belegt	467 belegt
468 belegt	469 belegt	470 belegt	471 belegt
472 belegt	473 belegt	474 belegt	475 belegt
476 belegt	477 belegt	478 belegt	479 belegt
480 belegt	481 belegt	482 belegt	483 belegt
484 belegt	485 belegt	486 belegt	487 belegt
488 belegt	489 belegt	490 belegt	491 belegt
492 belegt	493 belegt	494 belegt	495 belegt
496 belegt	497 belegt	498 belegt	499 belegt
500 belegt	501 belegt	502 belegt	503 belegt
504 belegt	505 belegt	506 belegt	507 belegt
508 belegt	509 belegt	510 belegt	511 belegt
512 belegt	513 belegt	514 belegt	515 belegt
516 belegt	517 belegt	518 belegt	519 belegt
520 belegt	521 belegt	522 belegt	523 belegt
524 belegt	525 belegt	526 belegt	527 belegt
528 belegt	529 belegt	530 belegt	531 belegt
532 belegt	533 belegt	534 belegt	535 belegt
536 belegt	537 belegt	538 belegt	539 belegt
540 belegt	541 belegt	542 belegt	543 belegt
544 belegt	545 belegt	546 belegt	547 belegt
548 belegt	549 belegt	550 belegt	551 belegt
552 belegt	553 belegt	554 belegt	555 belegt
556 belegt	557 belegt	558 belegt	559 belegt
560 belegt	561 belegt	562 belegt	563 belegt
564 belegt	565 belegt	566 belegt	567 belegt
568 belegt	569 belegt	570 belegt	571 belegt
572 belegt	573 belegt	574 belegt	575 belegt
576 belegt	577 belegt	578 belegt	579 belegt
580 belegt	581 belegt	582 belegt	583 belegt
584 belegt	585 belegt	586 belegt	587 belegt
588 belegt	589 belegt	590 belegt	591 belegt
592 belegt	593 belegt	594 belegt	595 belegt
596 belegt	597 belegt	598 belegt	599 belegt
600 belegt	601 belegt	602 belegt	603 belegt
604 belegt	605 belegt	606 belegt	607 belegt
608 belegt	609 belegt	610 belegt	611 belegt
612 belegt	613 belegt	614 belegt	615 belegt
616 belegt	617 belegt	618 belegt	619 belegt
620 belegt	621 belegt	622 belegt	623 belegt
624 belegt	625 belegt	626 belegt	627 belegt
628 belegt	629 belegt	630 belegt	631 belegt
632 belegt	633 belegt	634 belegt	635 belegt
636 belegt	637 belegt	638 belegt	639 belegt
640 belegt	641 belegt	642 belegt	643 belegt
644 belegt	645 belegt	646 belegt	647 belegt
648 belegt	649 belegt	650 belegt	651 belegt
652 belegt	653 belegt	654 belegt	655 belegt
656 belegt	657 belegt	658 belegt	659 belegt
660 belegt	661 belegt	662 belegt	663 belegt
664 belegt	665 belegt	666 belegt	667 belegt
668 belegt	669 belegt	670 belegt	671 belegt
672 belegt	673 belegt	674 belegt	675 belegt
676 belegt	677 belegt	678 belegt	679 belegt
680 belegt	681 belegt	682 belegt	683 belegt
684 belegt	685 belegt	686 belegt	687 belegt
688 belegt	689 belegt	690 belegt	691 belegt
692 belegt	693 belegt	694 belegt	695 belegt
696 belegt	697 belegt	698 belegt	699 belegt
700 belegt	701 belegt	702 belegt	703 belegt
704 belegt	705 belegt	706 belegt	707 belegt
708 belegt	709 belegt	710 belegt	711 belegt
712 belegt	713 belegt	714 belegt	715 belegt
716 belegt	717 belegt	718 belegt	719 belegt
720 belegt	721 belegt	722 belegt	723 belegt
724 belegt	725 belegt	726 belegt	727 belegt
728 belegt	729 belegt	730 belegt	731 belegt
732 belegt	733 belegt	734 belegt	735 belegt
736 belegt	737 belegt	738 belegt	739 belegt
740 belegt	741 belegt	742 belegt	743 belegt
744 belegt	745 belegt	746 belegt	747 belegt
748 belegt	749 belegt	750 belegt	751 belegt
752 belegt	753 belegt	754 belegt	755 belegt
756 belegt	757 belegt	758 belegt	759 belegt
760 belegt	761 belegt	762 belegt	763 belegt
764 belegt	765 belegt	766 belegt	767 belegt
768 belegt	769 belegt	770 belegt	771 belegt
772 belegt	773 belegt	774 belegt	775 belegt
776 belegt	777 belegt	778 belegt	779 belegt
780 belegt	781 belegt	782 belegt	783 belegt
784 belegt	785 belegt	786 belegt	787 belegt
788 belegt	789 belegt	790 belegt	791 belegt
792 belegt	793 belegt	794 belegt	795 belegt
796 belegt	797 belegt	798 belegt	799 belegt
800 belegt	801 belegt	802 belegt	803 belegt
804 belegt	805 belegt	806 belegt	807 belegt
808 belegt	809 belegt	810 belegt	811 belegt
812 belegt	813 belegt	814 belegt	815 belegt
816 belegt	817 belegt	818 belegt	819 belegt
820 belegt	821 belegt	822 belegt	823 belegt
824 belegt	825 belegt	826 belegt	827 belegt
828 belegt	829 belegt	830 belegt	831 belegt
832 belegt	833 belegt	834 belegt	835 belegt
836 belegt	837 belegt	838 belegt	839 belegt
840 belegt	841 belegt	842 belegt	843 belegt
844 belegt	845 belegt	846 belegt	847 belegt
848 belegt	849 belegt	850 belegt	851 belegt
852 belegt	853 belegt	854 belegt	855 belegt
856 belegt	857 belegt	858 belegt	859 belegt
860 belegt	861 belegt	862 belegt	863 belegt
864 belegt	865 belegt	866 belegt	867 belegt
868 belegt	869 belegt	870 belegt	871 belegt
872 belegt	873 belegt	874 belegt	875 belegt
876 belegt	877 belegt	878 belegt	879 belegt
880 belegt	881 belegt	882 belegt	883 belegt
884 belegt	885 belegt	886 belegt	887 belegt
888 belegt	889 belegt	890 belegt	891 belegt
892 belegt	893 belegt	894 belegt	895 belegt
896 belegt	897 belegt	898 belegt	899 belegt
900 belegt	901 belegt	902 belegt	903 belegt
904 belegt	905 belegt	906 belegt	907 belegt
908 belegt	909 belegt	910 belegt	911 belegt
912 belegt	913 belegt	914 belegt	915 belegt
916 belegt	917 belegt	918 belegt	919 belegt
920 belegt	921 belegt	922 belegt	923 belegt
924 belegt	925 belegt	926 belegt	927 belegt
928 belegt	929 belegt	930 belegt	931 belegt
932 belegt	933 belegt	934 belegt	935 belegt
936 belegt	937 belegt	938 belegt	939 belegt
940 belegt	941 belegt	942 belegt	943 belegt
944 belegt	945 belegt	946 belegt	947 belegt
948 belegt	949 belegt	950 belegt	951 belegt
952 belegt	953 belegt	954 belegt	955 belegt
956 belegt	957 belegt	958 belegt	959 belegt
960 belegt	961 belegt	962 belegt	963 belegt
964 belegt	965 belegt	966 belegt	967 belegt

112	RTN				169	*LBL6			
114	*LBL4				170	ISZ1			
115	1	x-y-Vergleiche			171	RCL1			
116	-	prüfen			172	F1?			
117	RCL1				173	GT06			
118	X≠Y?				174	RTN			
119	RTN				175	*LBL6			
120	ISZ1				176	ISZ1			
121	2				177	RCL1			
122	+				178	F2?			
123	RCL1				179	GT06			
124	X>Y?				180	RTN			
125	RTN				181	*LBL6			
126	ISZ1				182	ISZ1			
127	RCL1				183	RCL1			
128	X=0?				184	F3?			
129	RTN				185	GT06			
130	ISZ1	x-0-Vergleiche			186	RTN			
131	RCL1	prüfen			187	*LBL6			
132	X≠0?				188	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	FX			
143	GT05				199	DSP2			
144	RTN				200	RTN			
145	*LBL5	Flag löschen			201	F 5			
146	ISZ1	prüfen							
147	RCL1								
148	F0?								
149	RTN								
150	ISZ1								
151	RCL1								
152	F1?								
153	RTN								
154	ISZ1								
155	F2?								
156	RTN								
157	ISZ1								
158	RCL1								
159	F3?								
160	RTN								
161	ISZ1	Flags setzen							
162	SF0								
163	SF1								
164	SF2								
165	SF3								
166	F0?								
167	GT06	Gesetzte Flags testen							
168	RTN								

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

Notizen







Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86
7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 130, Telefon (07031) 667-1
4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. 1, Seestern, Tel. (0211) 5 97 11
6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1
2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93
3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46
8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85
8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,
Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz:

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

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

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

Für die UdSSR:

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

Europa-Zentrale:

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

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpnmuseum.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.