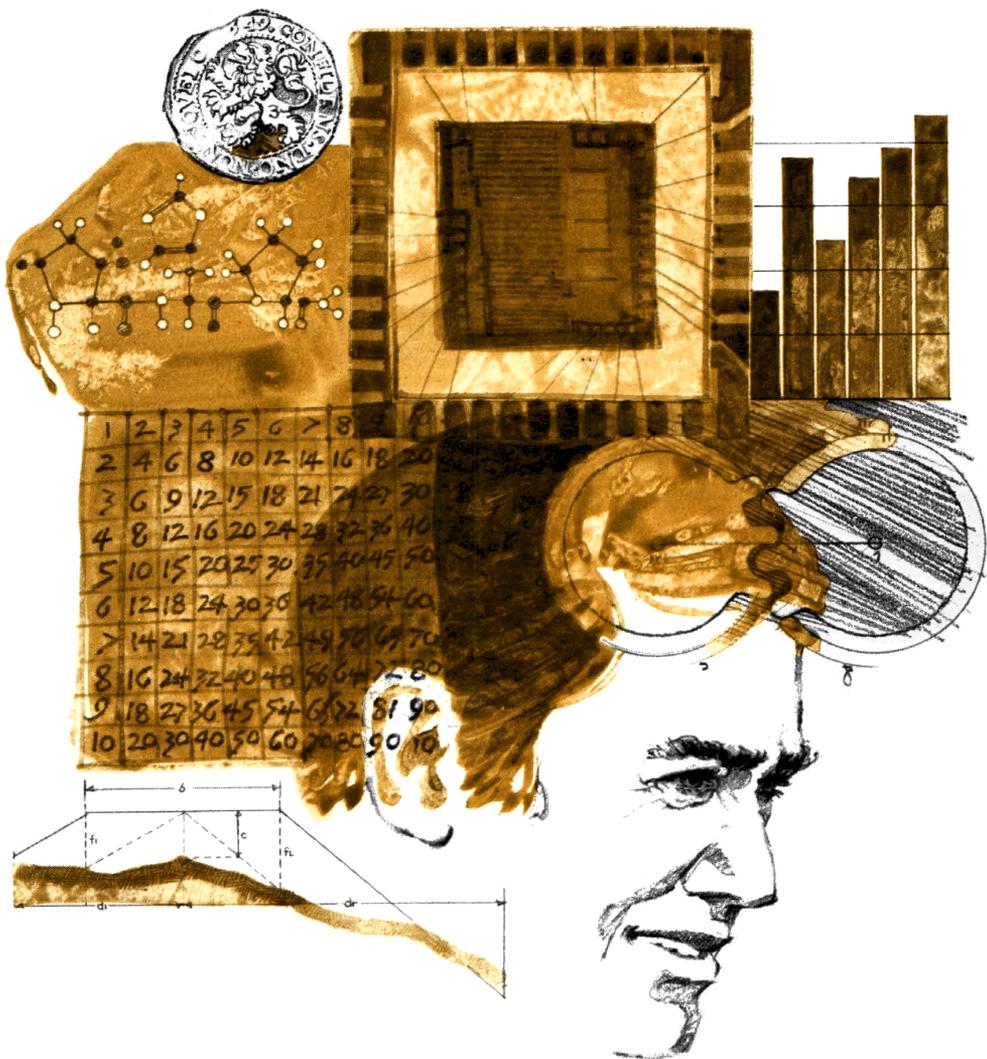


HEWLETT-PACKARD

HP-67

Standard Paket



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

Einleitung

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

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

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

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

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

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

Notizen

Inhaltsverzeichnis

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

14. Mondlandung

Das spannende Spielprogramm simuliert die Abstiegsphase zu einer weichen Mondlandung 92

15. Diagnostik-Programm

Überprüfung der Rechnerfunktionen 96

Verwendung der Programme

Einlesen eines Programms

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

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

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

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



Abb. 1

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

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

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



Abb. 2

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



Abb. 3

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

Beschriftung der Programmkarten

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

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

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

Beschriftungsweise – Konventionen, Symbole

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

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

Aufbau der Bedienungsanweisungen

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

Die Tabelle setzt sich aus fünf Spalten zusammen:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

x_j		1	3	7
y_i		2.7	20	1100

Sie müssen dazu folgende Tasten drücken: 1 **▲** 2.7 **▲** 3 **▲** 20 **▲** 7 **▲** 1100 **▲**. 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/S]** 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 **▲**.

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

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

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

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

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

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

Notizen

Gleitender Durchschnitt



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

Das vorliegende Programm kann bis zu 22 Werte bei der Mittelwertbildung berücksichtigen. Vor Eingabe der Daten ist anzugeben, aus wieviel Werten jeweils der Durchschnitt gebildet werden soll. Diese Zahl n müssen Sie also als erstes eintasten und dann **f** **■** 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 **■** (WRITE DATA – Daten aufzeichnen) und lassen Sie eine leere Magnetkarte durch den Rechner laufen. Wenn nach dem ersten Durchlauf der Karte «Crd» in der Anzeige erscheint, ist die Karte umzudrehen und in Gegenrichtung ein zweites Mal in den Kartenschlitz einzuschieben. Zeigt der Rechner dagegen bereits nach dem ersten Kartendurchlauf wieder den letzten Inhalt der Anzeige an, konnten sämtliche Informationen auf einer Kartenspur untergebracht werden, und Sie können jetzt mit anderen Rechnungen fortfahren. Wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt die aufgezeichneten Daten erneut benötigen, genügt es, diese Datenkarte einzulesen. Sollte dazu wieder das Einlesen beider Kartenspuren erforderlich sein, zeigt Ihnen der Rechner dies nach dem ersten Lesevorgang automatisch durch die Anzeige «Crd» an. Sämtliche Daten-

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

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie**Anzeige**

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

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

B → Crd

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

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

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

Beispiel 2:

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

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

Drücken Sie**Anzeige**

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

Tabulator



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

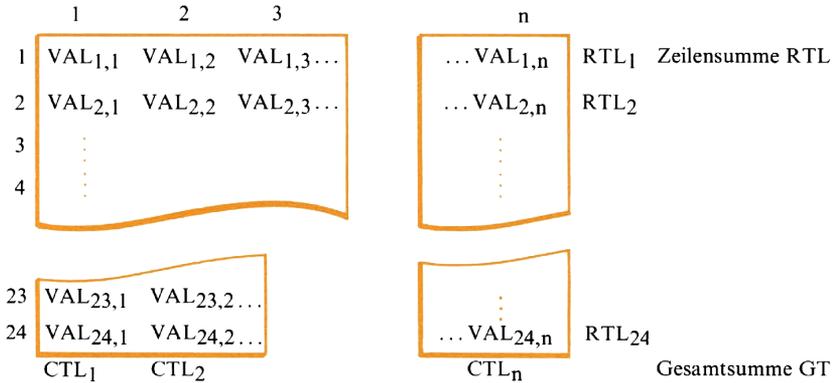


Abb. 1

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

Verwendete Formel:

Prozentualer Anteil der Zeilensumme_i an der Gesamtsumme

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

Anmerkungen:

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

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

Beispiel 1:

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

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

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

Drücken Sie

Anzeige

12  	→	0.00	
1012  1235  895  1123 	→	1123.00	
1502  1073  973  1250 	→	1250.00	
1051  1244  1127  977 	→	13462.00	
	→	7.52	(Prozent)
		9.17	
		6.65	
		8.34	
		11.16	
		7.97	
		7.23	
		9.29	
		7.81	
		9.24	
		8.37	
		7.26	
		100.00	
	→	1012.00	(Zeilensumme)
		1235.00	
		895.00	
		1123.00	
		1502.00	
		1073.00	
		973.00	
		1250.00	
		1051.00	
		1244.00	
		1127.00	
		977.00	
		13462.00	

Beispiel 2:

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

Bücherumsatz

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

Drücken Sie

	Anzeige
4 f a →	0.00
273 A 1093 A 423 A 118 A →	1907.00
284 A 847 A 654 A 255 A →	2040.00
303 A 1222 A 683 A 453 A →	2661.00
244 A 1027 A 540 A 755 A →	2566.00
252 A 978 A 570 A 805 A →	2605.00
C →	
D →	

Umsatz Januar
 Umsatz Februar
 Umsatz März
 Umsatz April
 Umsatz Mai
 Zeilensummen
 Prozentuale Anteile

Bücherumsatz

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

Kurvenanpassung



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

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

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

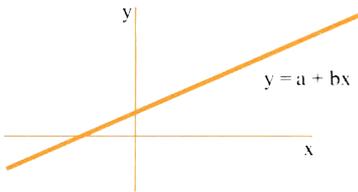
Zur Eingabe der Wertepaare (x_i, y_i) ist jeweils zuerst x_i einzutasten, **ENTER** zu drücken, y_i einzutasten und dann die Taste **A** zu drücken. Die Anzahl der Datenpaare, die Sie eingeben können, ist nicht beschränkt. Wenn Sie nach Drücken von **A** feststellen, daß Sie einen falschen Wert eingegeben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

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

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

Verwendete Formeln:

Lineare Regression

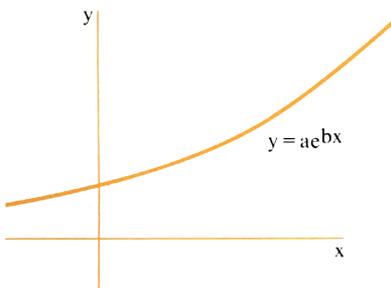


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

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

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

Exponential-Kurvenanpassung

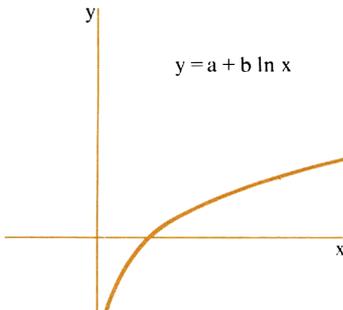


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

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

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

Logarithmische Kurvenanpassung

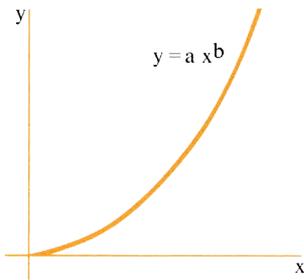


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

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

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

Anpassung einer Potenzfunktion



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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

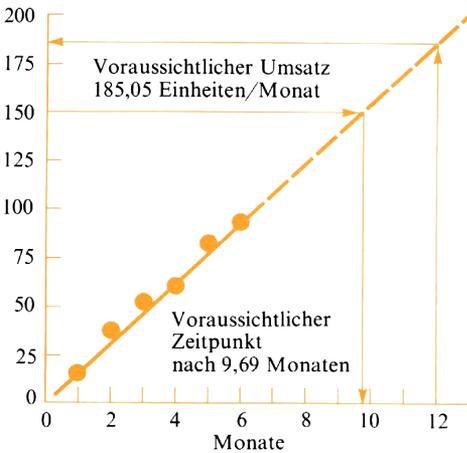
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Auf Wunsch: Pause-Modus einschalten.		f a	1.00/0.00
3	Angabe der Regressionsart:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	für lineare Regression		f b	1.00
	oder Exponential-Kurvenanpassung		f c	1.00
	oder logarithmische Kurvenanpassung		f d	1.00
	oder Anpassung einer Potenzfunktion		f e	1.00
4	x-Wert eingeben*	x_i	↑ <input type="text"/>	x_i
5	y-Wert eingeben	y_i	A <input type="text"/>	i+1
6	Schritte 4 und 5 für alle Datenpaare wiederholen.**		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Berechnung und Anzeige des Bestimmtheitsmaßes r^2 und der Regressionskoeffizienten a und b.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			C <input type="text"/>	r^2, a, b
8	Auf Wunsch: Berechnung eines Schätzwertes zu gegebenem y-Wert.	y	<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"/>	
			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.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			R↓ B	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	
			<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

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	Anzeige
<input type="button" value="f1"/> <input type="button" value="b"/>	1.00
5 <input type="button" value="↑"/> 140 <input type="button" value="A"/> 6 <input type="button" value="↑"/> 149 <input type="button" value="A"/> 7 <input type="button" value="↑"/> 159 <input type="button" value="A"/>	4.00
9 <input type="button" value="↑"/> 175 <input type="button" value="A"/> <input type="button" value="C"/>	1.00 (r ²)
	96.54 (a, v ₀)
	8.77 (b, Beschleunigung)
20 <input type="button" value="E"/>	271.97 (m/sec)

Beispiel 3:

Viele Kompressionsprozesse lassen sich durch die Potenzfunktion

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

beschreiben, wobei b die polytropische Konstante dieses Prozesses bezeichnet.

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

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

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

Drücken Sie

Anzeige

f e —————→ 1.00
 10 ↑ 210 A 30 ↑ 40 A 50 ↑ 12 A —————→ 4.00
 70 ↑ 9 A 90 ↑ 6.8 A D —————→ 0.99 (r²)
8599.81 (a)
-1.62 (-b)
 15 E —————→ 108.35

Kalenderrechnungen



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

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

Verwendete Formeln:

Berechnung des Julianischen Datums:

Julianische Tageszahl =

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

Dabei gilt:

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

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

Dann wird die Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten berechnet:

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

Für die Berechnung des Kalenderdatums zu gegebener Jul.Tageszahl:

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

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

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

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

Berechnung des Wochentages:

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Zur Berechnung des Wochentages, gehen Sie nach Schritt 6.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Geben Sie zwei der folgenden Werte ein :		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Erstes Datum (mm.ddyyyy)	DT ₁	A <input type="text"/>	Tag # ₁
	Zweites Datum (mm.ddyyyy)	DT ₂	B <input type="text"/>	Tag # ₂
	Zahl der Tage zwischen zwei Daten oder Wochen zwischen zwei Daten*	Tage WKS.DYS	C <input type="text"/> D <input type="text"/>	Tage 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 (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"/>	
	* 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**

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 b starten, wird der Rechner automatisch auf nachschüssige Ratenzahlungen eingestellt. Zum Umschalten auf vorschüssige Annuitäten sind die Tasten f b zu drücken; die Anzeige 1.00 ist ein Beleg dafür, daß der Rechner auf vorschüssige Zahlungen eingestellt ist. Beim wiederholten Drücken dieser Tasten schaltet das Programm jeweils zwischen diesen beiden Betriebsarten hin und her, wobei Sie abwechselnd die Anzeige 1.00 (vorschüssig) bzw. 0.00 (nachschüssig) erhalten.

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

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

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

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

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

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

Kombination der Variablen	Anwendungen		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 Hypotheken	Leasing	START verwenden oder BAL gleich Null setzen

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

Verwendete Formeln:

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

wobei

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

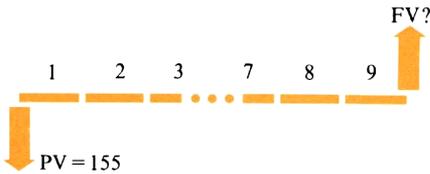
Mit **RCL A**, **RCL B**, **RCL C**, **RCL D** und **RCL E** können Sie die in den entsprechenden Registern gespeicherten Werte für die verschiedenen Variablen in die Anzeige rufen.

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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt (START)		f a	0.00
3	Wenn die Zahlungen zu Beginn der Zins-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	perioden erfolgen, ist der Annuitäten-Modus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auf «vorschüssig» zu stellen.*		f b	1.00/0.00
4	Geben Sie die bekannten Größen ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Anzahl der Perioden	n	STO A	n
	Periodenzinssatz	i (%)	STO B	i (%)
	Ratenbetrag	PMT	STO C	PMT
	Barwert	PV	STO D	PV
	Endwert	FV, (BAL)	STO E	FV, (BAL)
5	Berechnen Sie die gesuchte Größe:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Anzahl der Perioden		A <input type="text"/>	n
	Periodenzinssatz		B <input type="text"/>	i (%)
	Ratenbetrag		C <input type="text"/>	PMT
	Barwert		D <input type="text"/>	PV
	Endwert		E <input type="text"/>	FV, (BAL)
6	Anzeigen der Daten in der Reihenfolge		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	n, i, PMT, PV, FV – BAL		<input type="text"/> C	Werte
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 4 und ändern Sie die Daten ab.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Für eine nicht mehr benötigte Variable ist		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Null einzugeben.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Die nach Drücken von   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 $5\frac{3}{4}\%$ p.a. verzinst. Über welchen Betrag können Sie nach Ablauf von 9 Jahren verfügen?



Drücken Sie

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

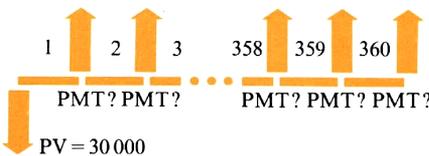
Welcher Endbetrag ergibt sich, wenn die Einlage mit 6% p.a. verzinst wird?

Drücken Sie

6 ↑ 12 = STO B _____	Anzeige	0.50
E _____		265.62

Beispiel 2:

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

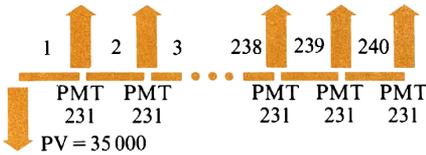


Drücken Sie

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

Beispiel 3:

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



Drücken Sie

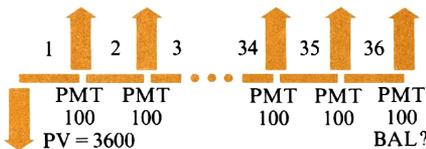
[FV] [PV] 35000 [STO] [D] →
 231 [STO] [C] →
 20 [+ 12] [x] [STO] [A] →
 [B] →
 12 [x] →

Anzeige

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

Beispiel 4:

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



Drücken Sie

[FV] [PV] 3600 [STO] [D] 10 [ENTER] 12 [+]
 [STO] [B] 36 [STO] [A] 100 [STO] [C] [E] →

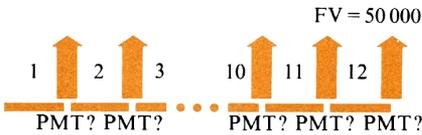
Anzeige

675.27

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

Beispiel 5:

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



Drücken Sie

50000 **STO** **E** **3** **ENTER** **4** **x**
STO **A** **7** **ENTER** **4** **=** **STO** **B** **C**

Anzeige

3780.69

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

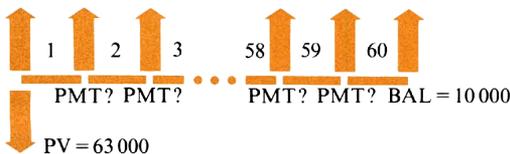
0 **STO** **C** **D**

40602.89

Beispiel 6:

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

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



Drücken Sie

63000 **STO** **D** **13** **ENTER** **12** **=**
STO **B** **5** **ENTER** **12** **x** **STO** **A** **10000**
STO **E** **C**

Anzeige

1300.16

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

STO D C → 1457.73

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

1500 **STO C B** → 1.18 (% monatlich)

12 **x** → 14.12 (% p.a.)

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

DSP 5 B → 1.17700

12 **x** → 14.12599

Wählen Sie wieder das Standard-Anzeigeformat FIX 2:

DSP 2 → 14.12

Notizen

Folg mir

(Das «programmierbare» Programm)



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

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

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

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

Liste der verfügbaren Programmbefehle

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

 Programmierbare Operationen:

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

Anmerkungen:

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

Das Programm belegt sämtliche Daten-Speicherregister.

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

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

Beispiel 1:

Programmieren Sie die Formel

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

und berechnen Sie y dann für die folgenden Werte:

P	Q
6	4
5	8
9	11

Eine mögliche Lösung:

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

Eine bessere Lösung:

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

Die beste Lösung (mit dem geringsten Speicherbedarf):

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

Beispiel 2:

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

Stückkosten-Liste

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

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

Drücken Sie

Anzeige

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

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

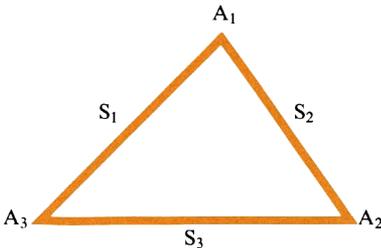
Während eines Ein-/Ausgabe-Stops können Sie beliebige Tastenfeld-Operationen ausführen.

Notizen

Dreiecksberechnungen



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



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

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

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

Verwendete Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

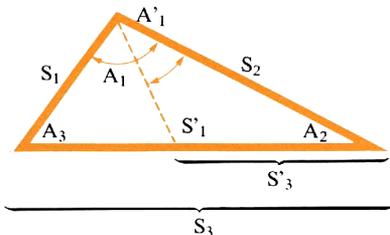
S_1, S_2, A_2 (gegeben sind zwei Seiten und der Winkel, der der ersten Seite gegenüberliegt)

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

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

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

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



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

Anmerkungen:

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

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

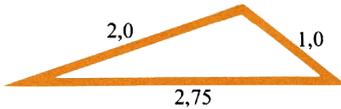
Beachten Sie, daß die Bezeichnung der Winkelgrößen hier von der üblichen Nomenklatur abweicht; so liegt A_1 beispielsweise nicht gegenüber von S_1 .

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

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

Beispiel 1:

Berechnen Sie die Winkel im folgenden Dreieck sowie die Dreiecksfläche.



Drücken Sie

2 \uparrow 1 \uparrow 2.75 **A** \longrightarrow

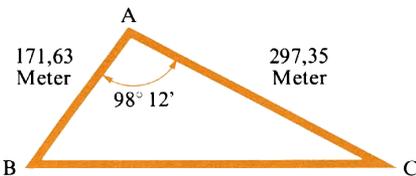
Anzeige

2.00
 129.84 (A₁)
 1.00
 33.95 (A₂)
 2.75
 16.21 (A₃)
 0.77 (Fläche)

- RCL** 9 \longrightarrow 2.00
- RCL** A \longrightarrow 129.84
- RCL** B \longrightarrow 1.00
- RCL** C \longrightarrow 33.95
- RCL** D \longrightarrow 2.75
- RCL** E \longrightarrow 16.21

Beispiel 2:

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



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

Drücken Sie

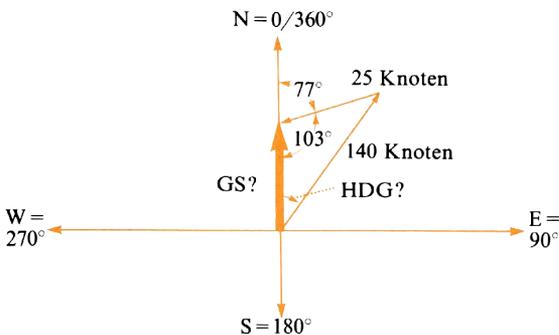
171.63 \uparrow 98.12 \downarrow **H** \leftarrow 297.35 **D** \longrightarrow

Anzeige

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 Sie140 \uparrow 25 \uparrow 103 \mathbf{E} **Anzeige**

140.00 (TAS)

66.98

25.00 (Windge-

103.00 schwindigkeit)

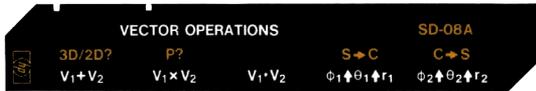
132.24 (GS)

10.02 (HDG)

1610.64

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

Vektor-Operationen



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

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

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

Nr. des Vektors (1.00 oder 2.00)

Φ (oder $\pi/2$ für 2D-Vektoren)

θ

r

Die Vektoren werden in folgenden Formaten angezeigt:

Polarkoordinaten

0.00

Φ

θ

r

Rechtwinklige Koordinaten (nur S→C)

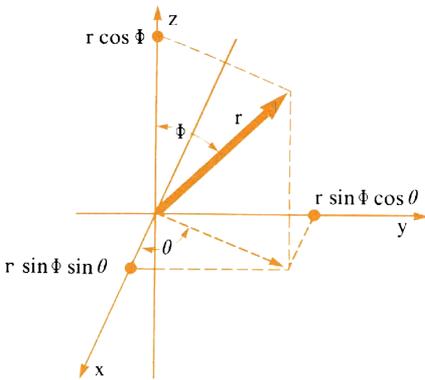
0.00

z

y

x

Verwendete Formeln:



Dreidimensionale Vektordarstellung

Koordinatentransformation

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

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

$$z = r \cos \Phi$$

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

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

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

Vektoraddition

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

Kreuz- oder Vektorprodukt

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

Punkt- oder Skalarprodukt

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

Von zwei Vektoren eingeschlossener Winkel

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

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

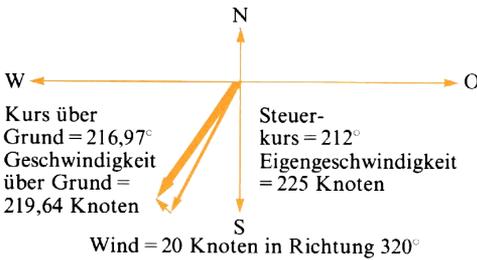
Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Wählen Sie 2- oder 3dimensionale Vektorrechnung		<input type="text"/> <input type="text"/> f a	3.00/2.00
3	Auf Wunsch: Schalten Sie den Pause-Modus ein (autom. Anzeige der Eingabedaten).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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	rechtwinklige K. nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Gehen Sie für die Umwandlung in		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Polarkoordinaten nach Zeile 10		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie die Vektoren 1 und 2 ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel ϕ_1 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(ϕ_1)	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	ϕ_1
	Winkel θ_1	θ_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	θ_1
	Betrag r	r_1	<input type="text"/> D <input type="text"/>	1.00
	Winkel ϕ_2 (entfällt bei 2D-Vektoren)	(ϕ_2)	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	ϕ_2
	Winkel θ_2	θ_2	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	θ_2
	Betrag r	r_2	<input type="text"/> E <input type="text"/>	2.00
6	Führen Sie eine der Vektoroperationen aus:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Addition		<input type="text"/> A <input type="text"/>	0, ϕ , θ , r
	Kreuzprodukt		<input type="text"/> B <input type="text"/>	0, ϕ , θ , r
	Skalarprodukt		<input type="text"/> C <input type="text"/>	$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2$, \angle
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
8	Geben Sie die Polarkoordinaten ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Winkel ϕ (entfällt bei 2D-Vektoren)	(ϕ)	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	(ϕ)
	Winkel θ	θ	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	θ
	Betrag r	r	<input type="text"/> f <input type="text"/> d <input type="text"/>	0, z, y, x
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	z-Koordinate (entfällt bei 2D-Vektoren)	(z)	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	(z)
	y-Koordinate	y	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	y
	x-Koordinate	x	<input type="text"/> f <input type="text"/> e <input type="text"/>	0, ϕ , θ , r
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

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

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



Drücken Sie

- _____ →
- 212 225 _____ →
- 320 20 _____ →
- _____ →

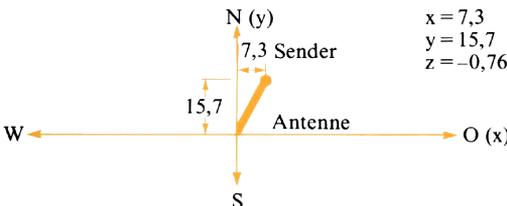
Anzeige

- 2.00
- 1.00
- 2.00
- 0.00
- 90.00
- 216.97 (Grad)
- 219.64 (Knoten)

Beispiel 2:

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

Blick von oben auf die Stationen



Drücken Sie

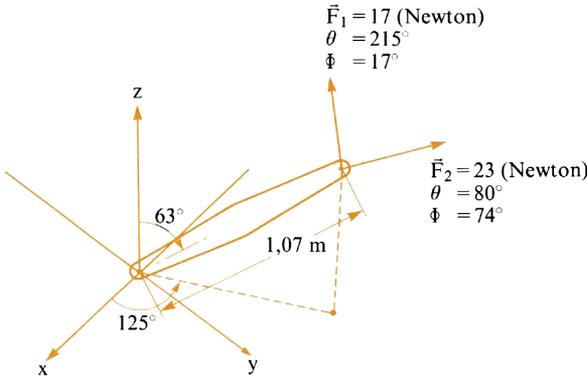
_____ →
 _____ →
 .76 15.7 7.3 _____ →

Anzeige

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

Beispiel 3:

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



Drücken Sie

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

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

Anzeige

3.00
 1.00
 2.00
 0.00
 39.34
 90.70
 29.47 (Newton)

... dann berechnen Sie das Moment gemäß

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

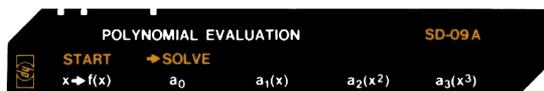
E	_____→	2.00
63	A 125 A 1.07 D _____→	1.00
B	_____→	0.00
		124.34
		55.37
		18.02

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

für die Längskomponente:

63	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 bei der Ausgabe durch eine zuvor angezeigte -1.00 gekennzeichnet werden; anschließend folgen zuerst der Imaginär- und dann der Realteil. Reelle Lösungen werden ohne die vorangestellte -1.00 angezeigt. (Im Beispiel 3 kommen komplexe Lösungen vor.)

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

Verwendete Formeln:

Kubische Gleichung:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Quadratische Gleichung: $a_2' = 1.00$

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

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

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

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

Lineare Gleichung

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

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

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

Beispiel 1:

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

Nach den Gesetzen der Mechanik gilt:

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

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

Drücken Sie

f **a** _____ →

2 **B** 20 **C** 9.81 **↑** 2 **÷** **CHS** **D** **f** **b** _____ →

Anzeige

0.00
4.18 (sec)
-0.10 (sec)

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

Beispiel 2:

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

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

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

Drücken Sie

f **a** _____ →

9140 **CHS** **B** 7.596 **CHS** **C** _____ →

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

400 **A** _____ →

600 **A** _____ →

800 **A** _____ →

Anzeige

0.00
2.00
4.00
-11547.01 (kal)
-12330.39 (kal)
-12881.18 (kal)

Beispiel 3:

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

Drücken Sie

f **B** 8 **CHS** **B** 8 **C** 4 **CHS** **D** 1 **E** **f** **b** _____ →

Anzeige

2.00 (reelle Lösung)
-1.00 (Hinweis)
1.73 (Imaginärteil)
1.00 (Realteil)

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

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

Matrizenrechnungen (3×3 -Matrix)



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

Verwendete Formeln:

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

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

Determinante der Matrix A

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

Inverse der Matrix A

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Multiplikation

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

Anmerkungen:

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

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

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

Die Register $RS_0 - RS_9$ 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	3×3-Matrix – Elemente eingeben:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	1. Spalte	a ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	a ₁
		a ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	a ₂
		a ₃	<input type="text"/> A <input type="text"/>	a ₃
	2. Spalte	b ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	b ₁
		b ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	b ₂
		b ₃	<input type="text"/> B <input type="text"/>	b ₃
	3. Spalte	c ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	c ₁
		c ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	c ₂
		c ₃	<input type="text"/> C <input type="text"/>	c ₃
3	Zur Lösung eines Gleichungssystems oder zur Multiplikation mit einer Spaltenmatrix, geben Sie die Spaltenmatrix ein.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
		d ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	d ₁
		d ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	d ₂
		d ₃	<input type="text"/> D <input type="text"/>	d ₃
4	Gehen Sie zur Berechnung der Determinante nach Schritt 5, für die Lösung eines Gleichungssystems oder die Berechnung der Inversen nach Schritt 8 oder für die Matrizenmultiplikation nach Schritt 10.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Berechnen Sie die Determinante.		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	A
6	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2 und ändern Sie eine oder alle Spalten in Zeile 3 ab.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Wenn Sie die Daten der 3×3-Matrix erhalten wollen, speichern Sie sie auf einer Magnetkarte.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
8	Berechnen Sie die Inverse.		<input type="text"/> f <input type="text"/> b	0.00
9	Gehen Sie zur Berechnung eines Gleichungssystems nach Zeile 10. Eine neue Rechnung ist mit Schritt 2 zu beginnen. Die Matrix A ist im Speicher von A ⁻¹ überschrieben worden.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	

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

Anmerkung:

Sie können die Matrizen-Daten jederzeit durch einmaliges Drücken der Taste **E** anzeigen. Die Ausgabe der Matrixelemente geschieht in folgender Reihenfolge: a₁, a₂, a₃, b₁, b₂, b₃, c₁, c₂, c₃, d₁, d₂, d₃.

Beispiel 1:

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

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

Drücken Sie

Anzeige

- 23 8 4 **A** → 4.00
- 15 11 15 **B** → 15.00
- 17 6 **CHS** 12 **C** → 12.00
- 1 1 1 **D** → 1.00
- f a → 4598.00 (Determinante)
- f b → 0.00 (Inverse wurde berechnet)
- E** → 0.05 (α₁)
- -0.03 (α₂)
- 0.02 (α₃)
- 0.02 (β₁)
- 0.05 (β₂)
- -0.06 (β₃)
- -0.06 (γ₁)
- 0.06 (γ₂)
- 0.03 (γ₃)
- 1.00 (d₁)
- 1.00 (d₂)
- 1.00 (d₃)
- 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

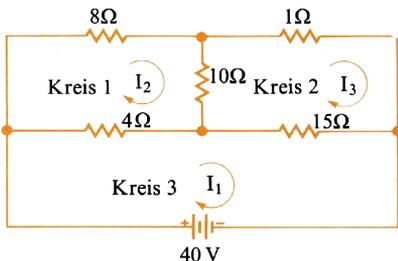
14 \uparrow 8 **CHS** \uparrow 0 **A** \longrightarrow
 8 **CHS** \uparrow 12 \uparrow 0 **B** \longrightarrow
 0 \uparrow 0 \uparrow 1 **C** \longrightarrow
 20 \uparrow 5 \uparrow 0 **D** \longrightarrow
f **a** \longrightarrow
f **b** \longrightarrow
E \longrightarrow

Anzeige

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

Beispiel 3:

Berechnen Sie die Kreisströme im nachfolgend abgebildeten Netzwerk.



Es gelten die folgenden Maschengleichungen:

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

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

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

oder zusammengefaßt:

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

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

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

Das Gleichungssystem läßt sich wie folgt in Matrixform schreiben:

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

und

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

Drücken Sie

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

Anzeige

-15.00

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

-10.00

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

26.00

40 **↑** 0 **↑** 0 **D** →

0.00

f **b** →

0.00 (Inverse wurde berechnet)

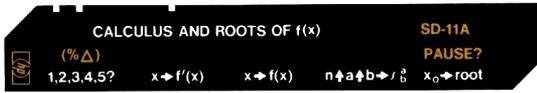
f **c** →

7.86 (I₁)

4.23 (I₂)

6.16 (I₃)

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 $y = f(x)$.

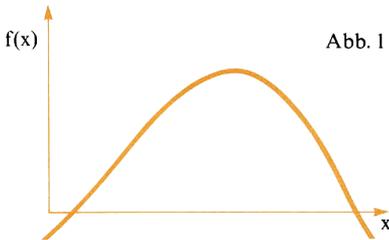


Abb. 1

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** \square **1 1 2**.
3. Drücken Sie \square **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).

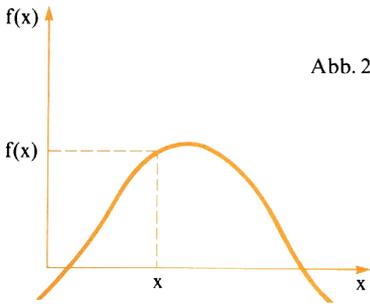


Abb. 2

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

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

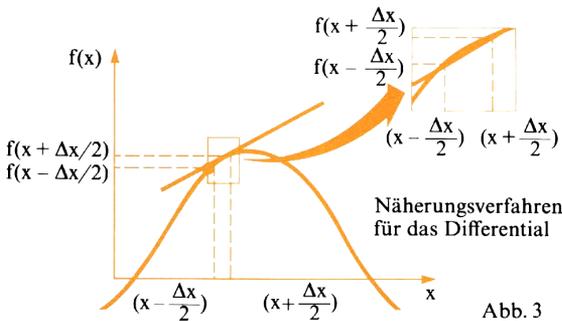


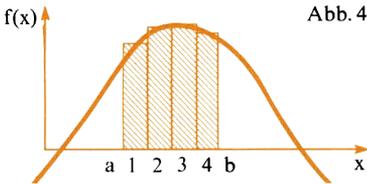
Abb. 3

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

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

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

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



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

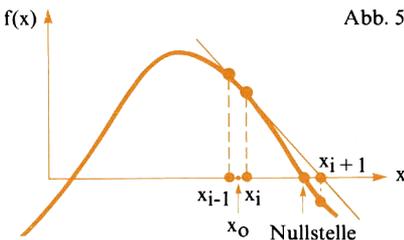
Häufig stellt sich einem die Aufgabe, eine Gleichung zu lösen, die sich in expliziter Form nicht darstellen läßt. Eine solche Funktion ist beispielsweise

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

die im Beispiel 4 gelöst wird.

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

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



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

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

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

Anmerkungen:

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

Die Register $R_1 - R_8$ und $R_{50} - R_{59}$ 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 eintasten oder von Programmspeicherzeile 112 an von einer anderen Karte übernehmen und «anhängen»).		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Gewünschte Funktionsmarke eingeben.	$i(1-5)$	<input type="text"/> A <input type="text"/>	i
4	Eventuelle Konstanten für die Routinen (aus Schritt 2) speichern.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Gehen Sie für die Differentiation nach Schritt 6, für die Berechnung des Funktionswertes nach Schritt 9, für die Integration nach Schritt 11 oder zur Berechnung der Nullstelle nach Schritt 15.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Auf Wunsch: Geben Sie die geänderte Genauigkeitsschranke ein.	$\% \Delta$	<input type="text"/> f <input type="text"/> a	$\% \Delta$
7	Tasten Sie x ein und berechnen Sie $f'(x)$.	x	<input type="text"/> B <input type="text"/>	$f'(x)$
8	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach Schritt 8. Für eine neue Rechnung, gehen Sie nach Schritt 2, 3, 4, 5 oder 6.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Tasten Sie x ein und berechnen Sie den Funktionswert.	x	<input type="text"/> C <input type="text"/>	$f_i(x)$
10	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach Schritt 9. Für eine neue Rechnung, gehen Sie nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Geben Sie die Zahl der Teilintervalle ein.	n	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	n
12	Geben Sie die untere Integrationsgrenze ein.	a	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	a
13	Geben Sie die obere Integrationsgrenze ein und berechnen Sie das bestimmte Integral.	b	<input type="text"/> D <input type="text"/>	$\int_b^a f_i(x) dx$
14	Gehen Sie zur Änderung der Werte a, b oder n nach Schritt 11. Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
15	Auf Wunsch: Geben Sie $\% \Delta$ ein.	$\% \Delta$	<input type="text"/> f <input type="text"/> a	$\% \Delta$
16	Auf Wunsch: Wählen Sie den PAUSE-Modus.		<input type="text"/> f <input type="text"/> e	1.00/0.00

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
17	Geben Sie einen Schätzwert ein und berechnen Sie die Nullstelle.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Schätzwert	E <input type="text"/>	x
18	Gehen Sie für einen geänderten Schätzwert nach Schritt 17. Für eine neue Rechnung, gehen Sie nach Schritt 2, 3, 4 oder 5.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<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 abruft. Zerlegen Sie das Intervall zuerst in 3 und dann in 10 Teilintervalle. Die Programmschrittfolge für u ist auf der zweiten Seite der Magnetkarte unter Marke 3 abgespeichert. Wenn Sie zuvor das Beispiel 2 oder 3 gerechnet haben, können Sie die ersten drei Zeilen der nachstehenden Tastenfolge überspringen.

Drücken Sie

Anzeige

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO 112 **MERGE**

Lesen Sie jetzt Seite 2 ein.

Marke 3 aufrufen:

3 **A** \longrightarrow 3.00

0.50 **STO** 1 \longrightarrow 0.50

Integration über drei Teilintervalle:

DSP 9 3 **↑** 0 **↑** **h** **TR** 2 **⇐** **D** \longrightarrow 1.685750251

Integration über zehn Teilintervalle:

10 **↑** 0 **↑** **h** **TR** 2 **⇐** **D** \longrightarrow 1.685750355

Beispiel 2:

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

$$INV(x) = \tan x - x$$

oder umgestellt

$$f(x) = \tan x - x - INV(x) = 0$$

Wie groß ist x, wenn gilt $INV(x) = 0,0049819$?

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 abrufen.

Drücken Sie**Anzeige**

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

GTO \square 112 **G** **MERGE**

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 2 aufrufen:

2 **A** \longrightarrow 2.00

PAUSE-Modus wählen:

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

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

«0.24»

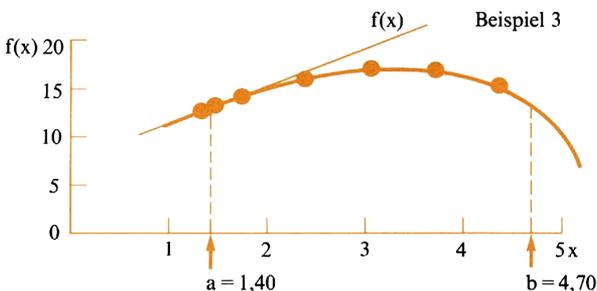
«0.24»

0.24 (rad)

Beispiel 3:

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

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



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

Drücken Sie

Anzeige

Lesen Sie nur die Seite 1 der Programmkarte ein.

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

Lesen Sie Seite 2 ein.

Marke 1 aufrufen:

1 **A** \longrightarrow 1.00

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

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

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

14.2 **R/S** \longrightarrow 2.39

$f(2.39) = 16$

16 **R/S** \longrightarrow 3.05

$f(3.05) = 17$

17 **R/S** \longrightarrow 3.71

$f(3.71) = 16.9$

16.9 **R/S** \longrightarrow 4.37

$f(4.37) = 15.3$

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

Ableitung im Punkt $x = a$:

10 **f** **a** 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 R₁ und 10.8074 in R₂.

Drücken Sie

Anzeige

Nur Seite 1 der Karte einlesen.

GTO \square 112

Wahlschalter in Stellung W/PRGM

112 35 22

f **LBL** 1 \longrightarrow

113 31 25 01

f **LN** **x** \longrightarrow

114 31 52 (1nx)

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

Schalter in Stellung RUN.

Marke 1 aufrufen.

1 A	→	1.00
3 STO 1	→	3.00
10.8074 STO 2	→	10.81
5.0 als Näherung eingeben:		
5 E	→	3.21 (Nullstelle)
Ableitung:		
B	→	3.31 f'(3.21)

Notizen

Umwandlungen zwischen angelsächsischen und SI-Einheiten



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

Umrechnungsfaktoren:

Seite 1 der Programmkarte:

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

1 Fuß (foot, ft) = 0.3048* Meter (m)

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

1 pound force (lbf) = 4.448221615* Newton (N)

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

Seite 2:

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

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

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

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

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

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

Anmerkungen:

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

* international festgelegter Umrechnungsfaktor.

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

Beispiel 1:

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

Drücken Sie

Seite 1 der Programmkarte einlesen.

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

Anzeige**Beispiel 2:**

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

Drücken Sie

Lesen Sie Seite 2 ein.

212		→	100.00
0			→ 32.00

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

Lesen Sie Seite 1 ein.

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

Anzeige**Beispiel 4:**

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

Drücken Sie

Lesen Sie Seite 1 ein.

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

Anzeige

Notizen

Arithmetik-Lernprogramm



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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

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

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

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

Beispiel 1:

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

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

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

Beispiel 2:

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

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

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

Fehler

(richtig)
(insgesamt)
(% richtig)

Notizen

Mondlandung



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

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

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

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

oder

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

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

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

Verwendete Formeln:

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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

Notizen

Diagnostik-Programm



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

-7.77777770-77

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

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

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

- 1. 07
- 10.000 06
- 1.0000 07

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

Code-Zahlen des Diagnostik-Programms

Fehlerverursachende Funktionen, Befehle oder Register	Code
ST 1 , RC 1 , R ₀ , GTO 0 , LBL 0 , X=Y , XZY	0
ISZ U , R ₁	1
R ₂	2
R ₃	3
R ₄	4
R ₅	5

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

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

Anmerkung:

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

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

Notizen

Programm-Liste

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

Notizen

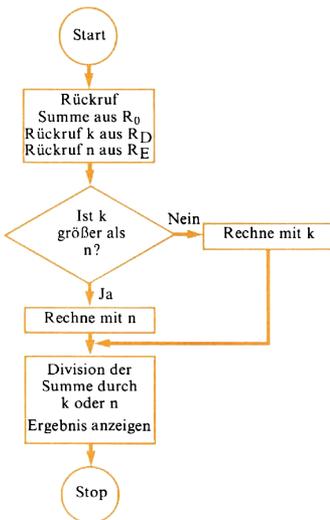
Vergleichsfunktionen

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

Das Unterprogramm enthält folgende Befehle: **LEBL D**, **RCL 0**, **RCL E**, **RCL D**, **XY**, **XY**, **R↓**, **=**, **RTN**.

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

Das Flußdiagramm für das Unterprogramm D sieht folgendermaßen aus:



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

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

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

Vor dem Vergleich:

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

Nach dem Vergleich und dem nächsten Schritt

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

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

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

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

Gleitender Durchschnitt

001 *LBLA 002 CLRQ 003 PMS 004 CLPG 005 I 006 X=V 007 GT01 008 CLY 009 - 2 010 - 2 011 XZY 012 X=V 013 GT01 014 ST06 015 I 016 . 017 + 018 ST01 019 INT 020 RTN 021 *LBL1 022 R4 023 *LBL4 024 PSE 025 GT04 026 *LBL4 027 F00 028 SPC 029 RCLE 030 I 031 + 032 F00 033 PRTX 034 XZY 035 F00 036 PRTX 037 RCL I 038 ST-0 039 XZY 040 ST01 041 ST+0 042 R4 043 XZY 044 ST0E 045 RCLD 046 X=V 047 GSBF 048 DSZ1 049 GT05 050 RCL1 051 I 052 0 053 I 054 X 055 ST01 056 *LBL5	Löschen der Speicherregister Sprung nach A, falls $n < 1$ oder $n > 22$ Speichere n in R _D und $(n + n/100)$ in R _I Blinken der Anzeige bei fehlerhafter Eingabe k um 1 erhöht und Eingabewert anzeigen, falls Flag 0 gesetzt Ziehe ältesten Wert von der Summe ab und addiere Eingabewert Speichere k Falls $n \leq k$: Sprung nach 0 und Berechnung des Durchschnitts Falls $I \neq 0$: Sprung nach 5 zur Anzeige Rücksetzen des Index für neue Schleife Anzeige des Durchschnitts oder n	057 F. 058 FTA 059 *LBL6 060 XZ 061 F00 062 GT00 063 PSE 064 *LEL0 065 RCL0 066 RCLD 067 = 068 ENT4 069 F00 070 PRTY 071 RTN 072 *LBL6 073 MDTA 074 RTN 075 *LBL6 076 F00 077 GT00 078 I 079 SF0 080 RTN 081 *LBL0 082 0 083 CF0 084 RTN 085 *LBLE 086 SPC 087 0 088 *LBL3 089 RCLD 090 X=V 091 RTN 092 I 093 . 094 + 095 RCL I 096 X=V 097 FRC 098 ST01 099 ISZ1 100 RCL I 101 PRTX 102 R4 103 I 104 + 105 GT03 106 *LBLD 107 RCL0 108 RCL0 109 RCLD 110 X=V 111 XZY 112 R4	Pause zur Anzeige von n ----- Berechnung des Durchschnitts Einstellen der Anzeige ----- Abspeichern der Daten ----- Einschalten des automatischen Druck-/Anzeige-Modus ----- Anzeigen der Werte in zeitlicher Reihenfolge ----- Berechnung des Durchschnitts an beliebiger Stelle des Programms						
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Σ	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt	belegt
A	B	C	D	E					
belegt	belegt	belegt	n	k	Kontrolle				

113	+	-24								
114	RTN	24								
115	R'S	24								

LABELS			FLAGS			SET STATUS				
A	x→"k,"Avg	B	W DATA	C	→VAL	D	→AVG	E		
F	n	G	p?	H		I		J		
K	belegt	L	Fehler	M		N	Fehler	O		
P	Anzeige	Q		R		S		T		
						FLAGS ON OFF 0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		TRIG DEG <input checked="" type="checkbox"/> GRAD <input type="checkbox"/> RAD <input type="checkbox"/>		DISP FIX <input checked="" type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/> n <u>2</u>

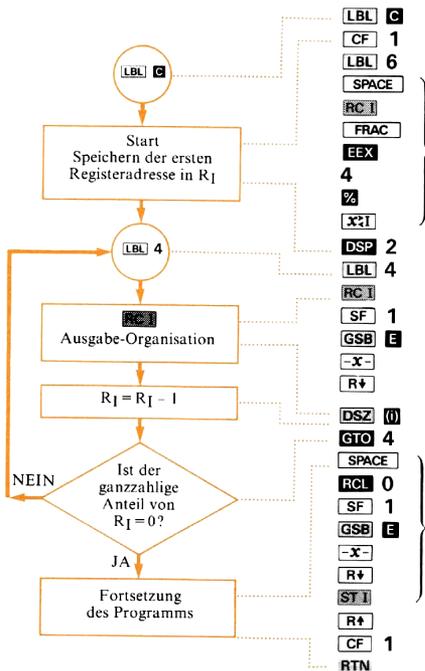
DSZ I-Funktion in Verbindung mit indirekter Speicheradressierung

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

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

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

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



Speichern der ersten Registeradresse in R1

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

Vollständige Ausgabe

Tabulator

<p>001 - #LBL₀ 002 CF2 003 C R6 004 P2S 005 CLR6 006 INT 007 1 008 X>Y? 009 GT02 010 CLX 011 2 012 4 013 XZ? 014 X&Y? 015 GT00 016 GT07 017 #LBL0 018 1 019 % 020 + 021 STOI 022 0 023 ENT↑ 024 ENT↑ 025 ENT↑ 026 RTN 027 #LBLA 028 FZ? 029 GSB1 030 ST+i 031 ST+0 032 XZ? 033 R↓ 034 + 035 LSTX 036 F0? 037 PRTX 038 DS2I 039 RTN 040 F0? 041 SPC 042 SF2 043 RCLI 044 EEX 045 4 046 % 047 + 048 STOI 049 CLX 050 ENT↑ 051 R↑ 052 F0? 053 PRTX 054 F0? 055 SPC 056 RTN</p>	<p>Flag 2 und Speicher löschen</p> <p>Liegt der eingegebene Wert für die Anzahl der Zeilen nicht zwischen 1 und 24, wird er zurückgewiesen</p> <p>Abspeichern der Registeranzahl + Registeranzahl/100 in R_i</p> <p>Löschen der Stackregister</p> <p>Ist Flag 2 gesetzt, Löschen der Stackregister</p> <p>Eingabewert zu GT und Zeile addieren</p> <p>Eingabewert zur Spaltensumme addieren</p> <p>Eingabe anzeigen?</p> <p>Stop, falls r_i ≠ 0</p> <p>Für neue Summe setze Flag 2</p> <p>Index löschen für nächste Schleife</p> <p>Anzeige der Spaltensumme und Stop</p>	<p>057 #LBL1 058 6 059 ENT↑ 060 ENT↑ 061 R↑ 062 RTN 063 #LBLB 064 FZ? 065 GT01 066 ISZ1 067 - 068 LSTX 069 ST-0 070 ST-i 071 F0? 072 SPC 073 RTN 074 #LBL1 075 R↑ 076 RCLI 077 FRC 078 1 079 + 080 STOI 081 R↓ 082 - 083 LSTX 084 ST-0 085 ST-i 086 F0? 087 SPC 088 RTN 089 #LBLb 090 F0? 091 GT00 092 SF0 093 CLX 094 SPC 095 1 096 RTN 097 #LBL0 098 CF0 099 CLX 100 0 101 RTN 102 #LBLC 103 CF1 104 #LBL6 105 SPC 106 RCLI 107 FRC 108 EEX 109 4 110 % 111 X>I 112 DSP2</p>	<p>Stackregister löschen</p> <p>GTO 1, falls sich die Spalte geändert hat</p> <p>Neuen Zähler speichern, Anzeige von Summe subtrahieren</p> <p>Index auf vorherigen Wert der letzten Spalte zurücksetzen</p> <p>Anzeige von den Summen abziehen</p> <p>Pause-Modus umschalten</p> <p>%-Flag löschen</p> <p>Index auf erste Zeile setzen</p>
--	---	--	---

REGISTER

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GT	belegt								
S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉
belegt									
A	B	C	D	E	Index				
belegt	belegt	belegt	belegt	belegt					

113	≠LBL4	Werte zurückrufen						
114	RCL I	und anzeigen.						
115	F1?	Ist Flag I gesetzt, vorher						
116	GSBE	die Werte in Prozent-						
117	PRTX	angaben umrechnen						
118	R↓							
119	DSZ1	Erneuter Schleifendurch-						
120	GT04	gang, falls rj ≠ 0						
121	SPC							
122	RCL0	Gesamtsumme oder %						
123	F1?	der Gesamtsumme						
124	GSBE	anzeigen, falls Flag I						
125	PRTX	gesetzt						
126	R↓							
127	ST01	Ursprünglichen Index						
128	R↑	nach Rj speichern						
129	CF1							
130	RTN	Lösche Flag I und stop						
131	≠LBLD							
132	SF1	Mit LBL C %-Werte						
133	GT06	aller Größen ausgeben						
134	≠LBL E							
135	RCL0	% der Gesamtsumme für						
136	÷	jeden Eingabewert						
137	EEX	berechnen						
138	2							
139	x							
140	RTN							
141	≠LBL2	Schleife zum Blinken						
142	R↓	der Anzeige bei						
143	≠LBL7	fehlerhafter Eingabe						
144	PSE							
145	GT07							
146	R/S							
LABELS								
A Val	⁰ Del	C →Tot	^U →% Tot	E Val→% Tot	⁰	SET STATUS		
^a #Zeilennr.	ⁿ P?	^c	^d	^e	¹ %	FLAGS		DISP
⁰ belegt	¹ belegt	² Fehler	³	⁴ Tot	² belegt	⁰ ON <input type="checkbox"/> OFF <input checked="" type="checkbox"/>	TRIG	DISP
⁵	⁶ % Tot	⁷ Fehler	⁸	⁹	³	¹ <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						² <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						³ <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
								n <u>2</u>

Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

Der Datenspeicher Ihres Rechners besteht aus 26 Speicherregistern. Zu 16 dieser Register haben Sie jederzeit direkten Zugriff über die Speicher- und Rückrufbefehle. Die übrigen 10 Sekundärspeicherregister können nicht direkt adressiert werden. Der Speicherinhalt dieser Sekundärregister kann jedoch jederzeit mit dem Inhalt der Primärspeicherregister R_0 bis R_9 vertauscht werden. Hierfür wird die Taste **PS** benutzt. Nach der Ausführung des Befehls **PS** steht der Inhalt des Registers RS_0 in Register R_0 , während der Registerinhalt von R_0 nun in RS_0 steht; Die Speicherinhalte von $RS_1 - RS_9$ vertauschen in gleicher Weise ihre Plätze mit den Speicherinhalten von $R_1 - R_9$. Die nachstehende Skizze soll den Vorgang bei der Ausführung des Befehls **PS** noch einmal verdeutlichen.

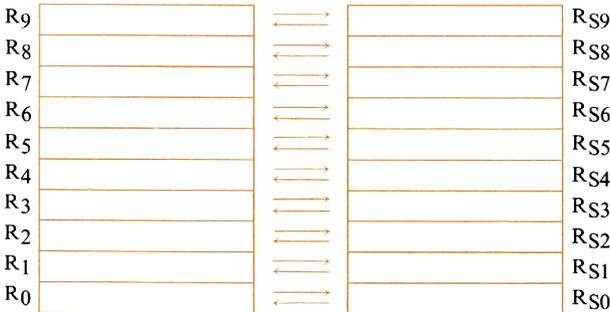


Primärspeicherregister

Sekundärspeicherregister

I

RE	
RD	
RC	
RB	
RA	



Das Programm zur *Kurvenanpassung* verwendet die Taste **Σ+** zur Berechnung der notwendigen Summen in den Registern RS_4 bis RS_9 :

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

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

PS Vertauschen der Primär- und Sekundärspeicherregister

CL REG Löschen der Primärspeicherregister

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

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

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

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

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

RTN

113	RTN		165	÷							
114	#LBL	Umordnen der	176	F0?					Exponenten berechnen-		
115	STOE	Koeffizienten in den	171	GT01					Zur Potenz gehe nach 1		
116	RCLA	Stackregistern zur	172	LN					Berechnung mit der		
117	RCLB	Berechnung von	173	-					Exponentialfunktion		
118	RCLE	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}	174	F2?					Pause für Anzeige?		
119	F1?	Falls Flag 1, Berechnung	175	GT09							
120	GT01	mit der Potenz- oder	176	RTN					Stop		
121	F0?	Exponentialfunktion	177	#LBL1					Berechnung mit der		
122	LN	Logarithmus?	178	X ^Y					Potenzfunktion		
123	x		179	Y ^X					Pause für Anzeige?		
124	+	Berechnung mit linearer	180	F2?							
125	F2?	od. Logarithmusfunktion	181	GT09							
126	GT09	Pause für Anzeige?	182	RTN					Stop		
127	RTN		187	R ^S							
128	#LBL1	Stop									
129	F0?	Falls Flag 0, Kurvenan-									
130	GT02	passung f. Potenzfunktion									
131	x										
132	e ^x	Berechnung mit									
133	x	Exponentialfunktion									
134	F2?	Pause für Anzeige?									
135	GT09										
136	RTN	Stop									
137	#LBL2										
138	X ^Y	Berechnung mit									
139	Y ^X	Potenzfunktion									
140	x										
141	F2?										
142	GT09	Pause für Anzeige?									
143	RTN	Stop									
144	#LBL3										
145	SPC	Hinweis «-1» anzeigen									
146	1										
147	CHS										
148	PRTX										
149	SF2										
150	R↓										
151	RTN										
152	#LBLD										
153	STOE	Umordnen der									
154	RCLB	Koeffizienten in den									
155	1/x	Stackregistern zur									
156	RCLA	Berechnung von									
157	RCLE	Schätzwerten \hat{x} bzw. \hat{y}									
158	X ^Y										
159	F1?	Potenz- oder									
160	GT01	Exponentialfunktion?									
161	-	Berechnung mit linearer									
162	x	od. Logarithmusfunktion									
163	F0?	Logarithmisch									
164	e ^x										
165	F2?	Pause für Anzeige?									
166	GT09										
167	RTN	Stop									
168	#LBL1										
LABELS											
A	x ₁ ↑ y ₁ (+)	B	x ₁ ↑ y ₁ (-)	C	→r ² , a, b	D	y → x	E	x → y	F	Log
G	P?	H	LIN?	I	EXP?	J	LOG?	K	Potenz?	L	Exp
M	Σ-	N	belegt	O	Potenz	P		Q		R	0
S		T	Anzeige	U	Σ-	V		W		X	1
FLAGS											
SET STATUS											
ON OFF											
0											
1											
2											
3											
			DEG			TRIG			DISP		
			GRAD			RAD			ENG		
			n			2			n		

Mehrfaches Belegen von Speicherregistern

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

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

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

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

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

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

Kalenderrechnungen

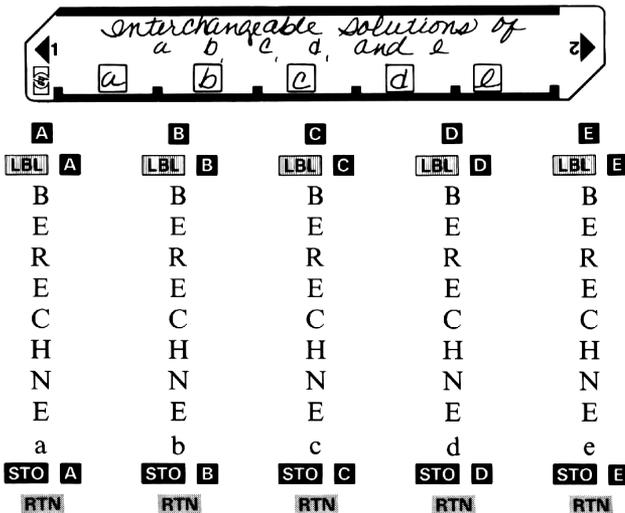
001 #LBLA 002 RCL4 003 RCLC 004 - 005 3 006 GTO0 007 #LBLB 008 RCL3 009 RCLC 010 + 011 4 012 #LBL0 013 STO1 014 R4 015 3 016 6 017 5 018 . 019 2 020 5 021 ST05 022 3 023 0 024 . 025 6 026 0 027 0 028 1 029 ST06 030 R4 031 R4 032 F3? 033 GTO1 034 ST0i 035 1 036 2 037 2 038 . 039 1 040 - 041 RCL5 042 ÷ 043 INT 044 ST09 045 RCL5 046 x 047 INT 048 RCLi 049 - 050 CHS 051 ST04 052 RCL6 053 ÷ 054 INT 055 ST07 056 RCLA	ΔTage berechnen und 3 als Steuercode anzeigen ΔTage berechnen und 4 als Steuercode anzeigen Steuercode speichern Konstanten speichern ΔTage anzeigen Falls Dateneingabe, GTO 1 ΔTage entsprechend dem Steuercode speichern y' berechnen m' berechnen Tag im Monat berechnen	057 X2Y 058 RCL6 059 > 060 INT 061 - 062 ST06 063 RCL7 064 1 065 RCL8 066 ÷ 067 - 068 - 069 RCL7 070 1 071 4 072 ÷ 073 GSB2 074 RCL9 075 EEX 076 6 077 ÷ 078 + 079 DSP6 080 RTN 081 #LBL1 082 R4 083 ENT† 084 INT 085 ST07 086 - 087 EEX 088 2 089 x 090 ENT† 091 INT 092 ST08 093 - 094 EEX 095 4 096 x 097 ST09 098 RCL7 099 1 100 + 101 ENT† 102 1/X 103 . 104 ? 105 + 106 CHS 107 GSB2 108 RCL6 109 x 110 INT 111 RCL9 112 RCL5	(m' - 1).dd zur Anzeige zusammensetzen m' - 1 und y' in m und y ändern Endergebnis als mm.ddyyyy anzeigen Eingabedatum in seine Bestandteile mm, dd, yyyy zerlegen m + 1 m + 1 → m' y → y' Anzahl der Tage berechnen						
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A belegt		B		C ΔTage		D		E Kontrolle	

113	x			169	X \leftrightarrow Y			
114	INT			170	FRC			
115	+			171	1			
116	RCL8			172	0			
117	+			173	x			
118	STO1			174	+			
119	1			175	STOC			
120	7	Berechnung des		176	RTN			
121	2	Julianischen		177	*LBL6			
122	0	Tages zur Ausgabe		178	SF3		Berechnung der	
123	9			179	RCL5		Anzahl der Tage	
124	8			180	5			
125	2			181	GSB0			
126	+			182	RCL1		Tagesanzahl in	
127	DSP0			183	5		Wochentag	
128	RTN			184	+		umrechnen	
129	*LBL2			185	GSB3			
130	INT	Ist der Absolutbetrag		186	LSTX			
131	ST+9	der Eingabe		187	1			
132	1	größer gleich 1, gilt:		188	0			
133	2	y = y \pm 1		189	x			
134	x	m = m \pm 12		190	RTN			
135	-	(+ für pos. Eingabe)		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 Δ Tage						
144	-	und stop						
145	STOC							
146	RTN							
147	*LBLD	Falls eine Eingabe,						
148	F3?	GTO 4						
149	GTO4							
150	GSBC	Berechne Δ Tage						
151	DSP1							
152	*LBL3	Umrechnung in						
153	7	Δ Wochen.						
154	\div	Tage-Format						
155	INT							
156	LSTX							
157	FRC							
158	.							
159	7							
160	x							
161	+							
162	RTN							
163	*LBL4	Umrechnung von						
164	DSP0	Δ Wochen.						
165	ENT \uparrow	Tage in Tage und						
166	INT	speichern						
167	7							
168	x							
LABELS						FLAGS	SET STATUS	
A \leftrightarrow DT ₁	B \leftrightarrow DT ₂	C \leftrightarrow Δ Days	D \leftrightarrow Δ W.Days	E DT \rightarrow DOW	F	ON OFF	TRIG	DISP
a	b	c	d	e	1	0 <input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
					2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
					3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
					4	3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u> </u>
					5			
					6			
					7			
					8			
					9			
					Input			

Berechnungen verschiedener Variablen

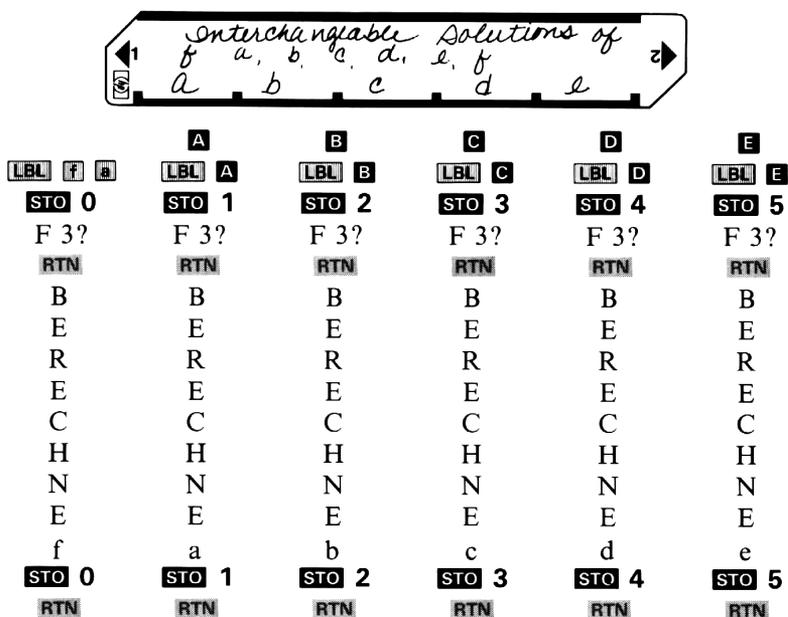
In Programmen wie «Renten- und Zinseszinsrechnungen» ist es notwendig, jeweils eine der Variablen aus den übrigen Größen zu berechnen. Von den vielen Lösungsmöglichkeiten für derartige Aufgaben, bei denen eine von mehreren Variablen als Unbekannte bestimmt wird, sind für Ihren Rechner zwei besonders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

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



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

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



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

Renten- und Zinseszinsrechnung

<p>001 #LBL4 002 ST0 003 ST04 004 GSB0 005 RCLE 006 LSTX 007 - 008 RCLD 009 LSTX 010 - 011 ÷ 012 LN 013 RCL7 014 LN 015 ÷ 016 ST04 017 RTN 018 #LBLC 019 1 020 ST0C 021 GSB0 022 1/X 023 RCLD 024 R↑ 025 - 026 × 027 ST0C 028 RTN 029 #LBLD 030 1 031 ST0D 032 GSB0 033 + 034 ST0D 035 RTN 036 #LBL E 037 GSB0 038 RCLD 039 X↔Y 040 - 041 RCL8 042 ÷ 043 ST0E 044 RTN 045 #LBL0 046 CF1 047 RCLD 048 X=0? 049 SF1 050 1 051 ST0S 052 RCLB 053 % 054 ST0S 055 + 056 F0?</p>	<p>Speichern einer Null für n</p> <p>Unterprogramm-berechnung</p> <p>n berechnen und in R_A abspeichern</p> <p>1 für PMT abspeichern</p> <p>Unterprogramm-berechnung</p> <p>PMT berechnen und in R_C abspeichern</p> <p>1 für PV abspeichern</p> <p>Unterprogr.-berechnung</p> <p>PV berechnen und in R_D abspeichern</p> <p>Unterprogramm-berechnung</p> <p>FV oder BAL berechnen und in R_E abspeichern</p> <p>FV-Flag löschen</p> <p>Falls PV = 0, Setzen des FV-Flags</p> <p>Modus für vorschüssige Annuitäten abschalten (r₅ = 1)</p> <p>i als Dezimalzahl in R₉ abspeichern</p> <p>i+1 berechnen</p> <p>Falls AD-Flag gesetzt.</p>	<p>057 ST05 058 ST07 059 RCL4 060 CHS 061 Y* 062 ST08 063 RCLE 064 × 065 1 066 RCL8 067 - 068 ST04 069 RCLC 070 RCL9 071 ÷ 072 F1? 073 CHS 074 ST03 075 RCL5 076 × 077 X 078 RTN 079 #LBL4 080 CLX 081 ST0C 082 ST0D 083 ST0E 084 CF0 085 RTN 086 #LBLB 087 F0? 088 ST01 089 1 090 SF0 091 RTN 092 #LBL1 093 0 094 CF0 095 RTN 096 #LBLB 097 0 098 ST0B 099 2 100 1 101 ST0I 102 RCLE 103 RCL4 104 RCLC 105 X=0? 106 GT06 107 × 108 + 109 RCLD 110 X=0? 111 GT03 112 -</p>	<p>absp. von i + 1 in R₅</p> <p>i + 1 in R₇ abspeichern</p> <p>(i + 1)⁻ⁿ berechnen und in R₈ abspeichern</p> <p>FV(i + 1)⁻ⁿ</p> <p>[1 - (i + 1)⁻ⁿ] berechnen und in R₄ abspeichern</p> <p>Berechnung von ±(PMT/i) (- gilt, falls Modus vorschüssige Annuitäten) abspeichern in R₅</p> <p>Berechnung von $\frac{+PMT}{i} [1 - (1 + i)^{-n}]$</p> <p>Beginn mit Löschen der Register für PMT, PV, FV (BAL) und des Flags für vorschüssige Annuitäten</p> <p>Flag für vorschüssige Annuitäten umschalten</p> <p>R_B für Summe der Zinsperioden löschen</p> <p>Adresse von R_B in I abspeichern für indirekte Adressierung</p> <p>FV, n und PMT in Stack zurückrufen</p> <p>Ist PMT = 0, Sprung zur Berechn. von n, i, PV, FV</p> <p>Schätzwert von nPMT + BAL</p> <p>Ist PV = 0, Sprung zum Schätzwert für FV</p> <p>Schätzwert von PV für i</p>						
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					
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	GT04		172	RCL9					
117	*LBL3	Schätzwert von FV für i	173	÷					
118	RCLE	Zähler: 2(FV-nPMT)	174	RCL6					
119	LSTX		175	RCL6					
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	÷				Neue Schleife, wenn Wert ungleich 0	
127	RCLC		183	RND					
128	λ		184	X≠0°					
129	RCLE		185	GT06					
130	+		186	RCL6				Stop und Anzeige	
131	*LBL4	Schätzwert für i	187	RTN					
132	÷		188	*LBL6					
133	.	Ist der Schätzwert kleiner als 0,9, wähle für ihn 0,9	189	RCL6				Berechnung von i bei Aufgaben mit n, i, PV und FV	
134	.9		190	RCLD					
135	CHS		191	÷					
136	X≠Y°		192	RCLA					
137	X≠Y	Speichern des Schätzwertes als Prozentwert	193	1/X					
138	GSB5	Stop, falls Schätzwert = 0	194	Y%					
139	X=0°		195	1					
140	RTN		196	-					
141	*LBL6	Berechnung von f(i)	197	*LBL5				i in Prozent umrechnen und zu rg addieren	
142	GSB0		198	EE%					
143	+		199	2					
144	F1°		200	÷					
145	CHS		201	ST+i					
146	RCLD		202	RTN					
147	-		203	*LBL6				Anzeige von n, i, PMT, PV und FV bzw. BAL.	
148	RCL8		204	SPC					
149	RCLA	Berechnung von f(i)	205	RCLA					
150	RCL7		206	PRTX					
151	÷		207	RCL6					
152	λ		208	PRTX					
153	F1°		209	RCLC					
154	CLX		210	PRTX					
155	ST06		211	RCLD					
156	F1°		212	PRTX					
157	R↓		213	RCL6					
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 ON OFF	^H TRIG	^I DISP	
^A Start	^B AD	^C	^D	^E	^F PV=0	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
^B berechnen	AD	²	³ FV Schätzw	⁴ Schätzwert		1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
^B i→%	Schleife	⁷	⁸ FV, PV-i	⁹ Schätzwert		2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

Indirekte Programmverzweigung

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

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

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

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

Diese Codes werden in den Registern R_D bis R_1 abgespeichert, wenn mit dem Programm zum ersten Mal eine Aufgabe gerechnet wird. (In der Folge ruft der Rechner die Code-Zahlen von dort ab und führt den zugehörigen Rechenschritt aus.)

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

Variable Eingabe

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

S_1 **↕** S_2 **↕** S_3

Die Daten stehen jetzt wie folgt im Stack:

T: unbekannter Wert

Z: S_1

Y: S_2

X: S_3

Im angezeigten X-Register steht der Wert S_3 .

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

T: S_2

Z: unbekannter Wert

Y: S_1

X: S_2

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

T: S_2

Z: S_3

Y: unbekannter Wert

X: S_1

Die vollständige Tastenfolge zum Abspeichern der Daten lautet demnach:

LEL A

STO D (S₃ speichern)

R↓

STO B (S₂ speichern)

R↓

STO 9 (S₁ speichern)

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

Dreiecksberechnungen

<pre> 001 #LBLA 002 STOD 003 R↓ 004 STOR 005 R↓ 006 STOD 007 R↓ 008 R↓ 009 + 010 + 011 2 012 ÷ 013 STOD 014 X² 015 LSTX 016 RCLB 017 x 018 - 019 RCL9 020 RCLD 021 x 022 ÷ 023 fX 024 COS⁻¹ 025 2 026 x 027 STOE 028 SIN 029 RCL9 030 x 031 STOD 032 RCL7 033 X² 034 LSTX 035 RCL9 036 x 037 - 038 RCLB 039 ÷ 040 RCLD 041 ÷ 042 fX 043 COS⁻¹ 044 2 045 x 046 STOC 047 RCLE 048 GSB0 049 STOA 050 GTO1 051 #LBLB 052 STOA 053 R↓ 054 STOD 055 R↓ 056 STOE </pre>	<p>Länge der Seiten speichern</p> $P = (S_1 + S_2 + S_3)/2$ <hr/> $A_3 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_2)}{S_1 S_3}}$ <hr/> $h = S_1 \sin A_3$ <hr/> $A_2 = 2\cos^{-1} \sqrt{\frac{P(P-S_1)}{S_2 S_3}}$ <hr/> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>GTO Ausgabe</p> <p>A₁, S₁ und A₃ speichern</p>	<pre> 057 RCL4 058 GSB0 059 STOC 060 RCLE 061 RCL9 062 →R 063 X→Y 064 STOD 065 RCLC 066 1 067 →R 068 R↓ 069 ÷ 070 STOB 071 P* 072 x 073 + 074 STOD 075 GTO1 076 #LBLC 077 STOC 078 R↓ 079 STOA 080 R↓ 081 STOD 082 RCLC 083 RCL4 084 GSB0 085 RCL9 086 RCL4 087 GTOB 088 #LBLD 089 STOB 090 R↓ 091 STOA 092 R↓ 093 STOD 094 RCL4 095 RCLB 096 →R 097 RCL9 098 - 099 →P 100 STOD 101 RCL9 102 RCLB 103 RCLD 104 GTOA 105 #LBL E 106 STOC 107 R↓ 108 STOB 109 R↓ 110 STOD 111 RCLC 112 SIN </pre>	<p>GSB-Routine f. 3. Winkel</p> $Y = S_1 \sin A_3$ $X = S_1 \cos A_3$ $h = X$ $Y = \sin A_2$ $X = \cos A_2$ <hr/> $S_2 = S_1 \sin A_3 / \sin A_2$ <hr/> $S_3 = S_1 \cos A_3 + S_2 \cos A_2$ <hr/> <p>GTO Anzeige</p> <p>S₁, A₁ und A₂ speichern</p> <hr/> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>Stack für S₁, A₁-Lösung besetzen</p> <p>S₂, A₁, S₁ speichern</p> <hr/> $S_3^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 S_2 \cos A_1$ <hr/> <p>S₁, S₂ und S₃ zurückrufen, GTO A</p> <p>A₂, S₂, S₁ speichern</p>						
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	h	S1
A	A ₁	B	S ₂	C	A ₂	D	S ₃	E	A ₃

<pre> 113 RCLB 114 x 115 RCL9 116 + 117 SIN^ 118 STO E 119 RCLC 120 GSB0 121 STOA 122 RCLE 123 RCL9 124 RCLA 125 GSB6 126 RCL9 127 RCLB 128 X<Y^ 129 GT09 130 RCL E 131 COS 132 CHS 133 COS^ 134 STO E 135 RCLC 136 GSB0 137 STOA 138 RCLE 139 RCL9 140 RCLA 141 GTOB 142 #LBL0 143 + 144 COS 145 CHS 146 COS^ 147 RTN 148 #LBL1 149 SPC 150 SPC 151 RCL9 152 PRTX 153 RCLA 154 PRTX 155 SPC 156 RCLB 157 PRTX 158 RCLC 159 PRTX 160 SPC 161 RCLD 162 PRTY 163 RCLE 164 PRTX 165 SPC 166 RCL8 167 RCLD 168 x </pre>	<p>$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{S_2}{S_1} \sin A_2 \right)$</p> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <hr/> <p>A_3, S_1 und A_1 zurückrufen, GSB B</p> <hr/> <p>Stop, falls einzige Lösung</p> <hr/> <p>2. Winkel für Alternativlösung berechnen</p> <hr/> <p>GSB-Routine für 3. Winkel</p> <p>A_3, S_1 und A_1 zurückrufen, GSB B</p> <hr/> <p>3. Winkel = \cos^{-1} [$\cos (A + B)$]</p> <hr/> <p>Werte mit S_1 beginnend anzeigen.</p> <hr/> <p>Fläche = $(S_1 S_3 \sin A_3) / 2$ berechnen und anzeigen.</p>	<pre> 169 2 170 + 171 PRTX 172 RTN 173 #LBL9 174 F4 175 R4 176 RTN 177 R: S </pre>									
LABELS		FLAGS	SET STATUS								
A	S ₁ , S ₂ , S ₃	A ₃ , S ₁ , A ₁	S ₁ , A ₁ , A ₂	S ₁ , A ₁ , S ₂	S ₁ , S ₂ , A ₂	0					
1						1	ON OFF				
0						2	<input type="checkbox"/> ON	DEG	<input checked="" type="checkbox"/>	FIX	<input checked="" type="checkbox"/>
1	3. Winkel	Druck				3	<input type="checkbox"/> 1	GRAD	<input type="checkbox"/>	SCI	<input type="checkbox"/>
2						4	<input checked="" type="checkbox"/> 2	RAD	<input type="checkbox"/>	ENG	<input type="checkbox"/>
3						5	<input checked="" type="checkbox"/> 3			n	<u>2</u>

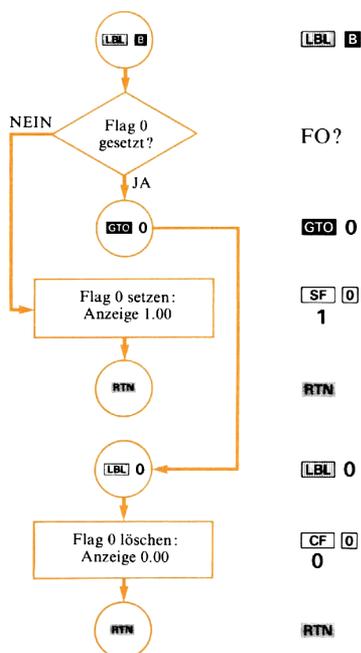
Flag setzen, löschen und abfragen – Flags mit gesondertem Löschbefehl

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

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

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

Ändern des Flag-Status – Schritte 011 bis 020



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

Vektor-Operationen

<p>001 #LBL0 002 F1? 003 GTO0 004 SF1 005 3 006 RTN 007 #LBL0 008 2 009 CF1 010 RTN 011 #LBL0 012 F0? 013 GTO0 014 SF0 015 1 016 RTN 017 #LBL0 018 CF0 019 0 020 RTN 021 #LBLD 022 ST07 023 1 024 GTO0 025 #LBL0 026 ST08 027 2 028 #LBL0 029 SF2 030 GSB5 031 GTO1 032 #LBL1 033 ST09 034 R4 035 ST0A 036 R4 037 ST0B 038 1 039 RTN 040 #LBL2 041 ST0C 042 R4 043 ST0D 044 R4 045 ST0E 046 2 047 RTN 048 #LBL4 049 0 050 #LBL5 051 ST0I 052 R4 053 F1? 054 GTO0 055 CLX 056 1</p>	<p>2- oder 3dimensionale Vektorrechnung auswählen</p> <hr/> <p>Pause-Modus wählen</p> <hr/> <p>Betrag speichern und Code 1 eingeben</p> <hr/> <p>Betrag speichern und Code 2 eingeben</p> <hr/> <p>GSB S→C Routine</p> <hr/> <p>GTO Speicherroutine</p> <hr/> <p>1. Vektor speichern</p> <hr/> <p>2. Vektor speichern</p> <hr/> <p>Tastenfeld S→C beginnt</p> <hr/> <p>Code speichern</p> <hr/> <p>Falls 3D-Modus, «$\pi/2$ nach Z-Register»</p>	<p>057 SIN 058 #LBL0 059 R4 060 CLX 061 RCL1 062 R4 063 F0? 064 PRST 065 XZ? 066 1 067 +R 068 R4 069 R4 070 +R 071 XZY 072 R4 073 XZ? 074 X 075 LSTX 076 R4 077 X 078 GTO2 079 #LBL0 080 R4 081 R4 082 F1? 083 GTO0 084 CLX 085 #LBL0 086 R4 087 CLX 088 R4 089 F0? 090 PRST 091 #LBL6 092 +P 093 XZY 094 X(0?) 095 GSB3 096 R4 097 XZY 098 F1? 099 GTO0 100 CLX 101 #LBL0 102 +P 103 R4 104 XZY 105 #LBL2 106 R4 107 CLX 108 R4 109 F2? 110 RTN 111 F0? 112 PRST</p>	<p>überspringen</p> <p>Vektorcode nach T</p> <hr/> <p>Eingabewert anzeigen?</p> <p>Umwandlung S→C</p> <hr/> <p>C→S beginnen</p> <p>Falls 2D-Modus, dann 0 nach Z</p> <hr/> <p>0 nach T</p> <hr/> <p>Eingabewert anzeigen?</p> <p>Umwandlung C→S</p> <hr/> <p>0 nach T</p> <hr/> <p>Rücksprung</p> <p>Ergebnis anzeigen?</p>						
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7 T ₁	8 T ₂	9 X ₁
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A y ₁	B z ₁	C x ₂	D y ₂	E z ₂	code				

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

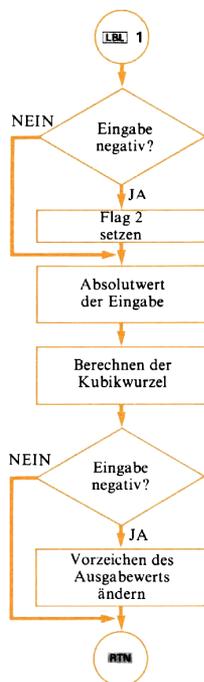
Flag 2 und 3* werden beim Abfragen automatisch gelöscht. Diese Eigenschaft läßt sich in vielen Situationen innerhalb eines Programms verwenden; da die zum Löschen erforderlichen Programmschritte wegfallen, kann häufig durch den Einsatz dieser beiden Flags Programmspeicherplatz eingespart werden.

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

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

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

Ablaufdiagramm



Befehle

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

LBL 1

8

-8

X<0?

8

-8

SF 2

8

-8

ABS

8

8

3

1/x

y*

3

0.333...

2

3

0.333...

2

F7 2

2

2

CHS

2

-2

RTN

2

-2

Unterprogramme und indirekter Speicheraufruf

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

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

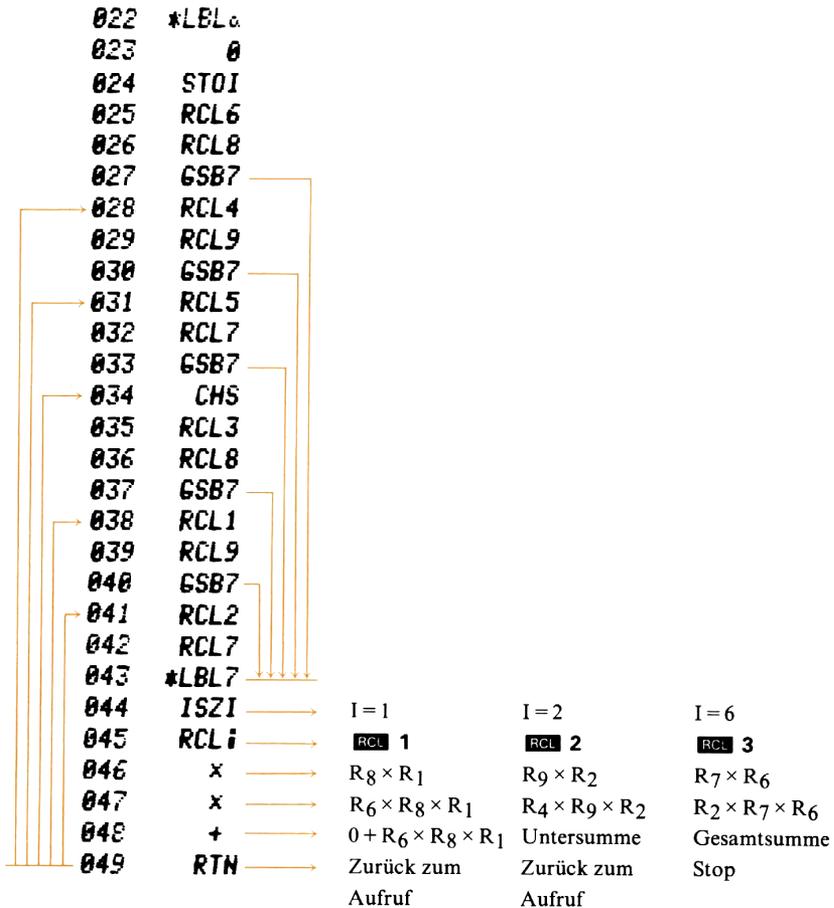
Die Berechnung wird mit der nachstehenden Tastenfolge durchgeführt:

RCL 6 RCL 8 RCL 1 × × 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 **× × +** taucht wiederholt auf.
2. Die Werte, die unmittelbar vor **× × +** zurückgerufen werden, stehen in aufeinanderfolgenden Registern (unterstrichene Tastenschritte).

Während die wiederholte Ausführung von **× × +** einem Unterprogramm überlassen wird, können durch den indirekten Speicheraufruf in Verbindung mit der **MSD**-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 **ISZI** 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)

<p>001 #LBL4 002 0 003 GT05 004 #LBL6 005 2 006 GT05 007 #LBL0 008 6 009 GT05 010 #LBLD 011 1 012 5 013 #LBL5 014 STOI 015 GSB6 016 GSB6 017 #LBL6 018 R1 019 ISZ1 020 STOI 021 RTN 022 #LBL0 023 0 024 STOI 025 RCL6 026 RCL8 027 GSB7 028 RCL4 029 RCL9 030 GSB7 031 RCL5 032 RCL7 033 GSB7 034 CHS 035 RCL3 036 RCL8 037 GSB7 038 RCL1 039 RCL5 040 GSB7 041 RCL2 042 RCL7 043 #LBL7 044 ISZ1 045 RCL i 046 x 047 x 048 + 049 RTN 050 #LBL6 051 GSB6 052 1/x 053 RCL1 054 RCL9 055 x 056 RCL3</p>	<p>0 nach x für indirekte Speicherung</p> <p>3 nach x für indirekte Speicherung</p> <p>6 nach x für indirekte Speicherung</p> <p>9 nach x für indirekte Speicherung</p> <p>Code in R_j speichern</p> <p>3 Eingabewerte in die dem Code ent- sprechenden Register abspeichern</p> <p>Determinante berechnen</p> <p>Kehrwert der Determinante berechnen</p> <p>Inverse berechnen</p>	<p>057 RCL7 058 GSB3 059 STOD 060 CLX 061 RCL3 062 RCL4 063 x 064 RCL1 065 RCL6 066 GSB3 067 STOE 068 CLX 069 RCL2 070 RCL7 071 x 072 RCL1 073 RCL8 074 GSB3 075 STOI 076 CLX 077 RCL1 078 RCL5 079 x 080 RCL2 081 RCL4 082 GSB3 083 STOD 084 CLX 085 RCL3 086 RCL6 087 x 088 RCL2 089 RCL9 090 GSB3 091 STOI 092 CLX 093 RCL2 094 RCL6 095 x 096 RCL3 097 RCL5 098 GSB3 099 STOI 100 CLX 101 RCL5 102 RCL9 103 x 104 RCL6 105 RCL8 106 GSB3 107 STOI 108 CLX 109 RCL6 110 RCL7 111 x 112 RCL4</p>							
REGISTER									
0 Y3	1 a ₁ , α ₁	2 a ₂ , α ₂	3 a ₃ , α ₃	4 b ₁ , β ₁	5 b ₂ , β ₂	6 b ₃ , β ₃	7 c ₁ , γ ₁	8 c ₂ , γ ₂	9 c ₃ , γ ₃
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A d ₁	B d ₂	C d ₃	D β ₂	E β ₃	F Kontrolle				

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

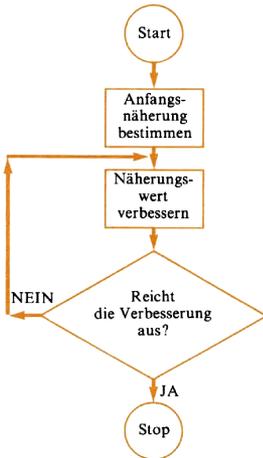
LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A	B	C	D	E	F	FLAGS		TRIG	DISP
a ₁ , a ₂ , a ₃	b ₁ , b ₂ , b ₃	c ₁ , c ₂ , c ₃	d ₁ , d ₂ , d ₃			ON	OFF		
→Det	→Inv	→Mult			1	0	<input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
	mult		inv	mult	2	1	<input type="checkbox"/>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

Iterationsschleifen

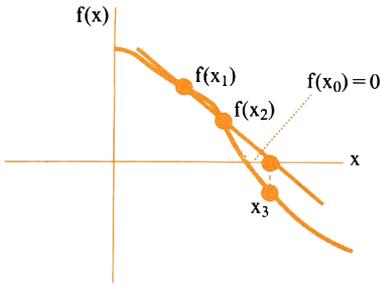
Einige Gleichungen können nicht explizit gelöst werden. Das heißt, es ist nicht möglich, eine einzelne Variable vollständig zu isolieren. Die Lösung solcher Gleichungen erfordert die Anwendung iterativer Verfahren. Im Allgemeinen besteht der Lösungsgang aus drei Schritten:

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



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

Die Gleichung der «regula falsi» lautet:

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

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

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

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

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

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

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

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

Infinitesimalrechnung und iterative Lösungen für f(x)

<p>001 #LBLA 002 STOI 003 RTN 004 #LBLB 005 F0? 006 GT00 007 SF0 008 1 009 RTN 010 #LBL0 011 0 012 CF0 013 RTN 014 #LBL0 015 SF1 016 STOE 017 RTN 018 #LBLB 019 EEX 020 CHS 021 2 022 RCLE 023 F1? 024 X<Y? 025 R+ 026 % 027 X=0? 028 LSTX 029 STOC 030 2 031 ÷ 032 - 033 STOA 034 STOB 035 CSB i 036 STOD 037 RCLA 038 RCLC 039 + 040 STOB 041 CSB i 042 STOB 043 RCLD 044 - 045 RCLC 046 ÷ 047 RTN 048 #LBLE 049 STOB 050 CSB i 051 RTN 052 #LBLE 053 X<Y? 054 STOB 055 - 056 X<Y?</p>	<p>Nummer der Funktion speichern</p> <p>Pausenbefehl umschalten</p> <p>% Δ speichern und Flag setzen</p> <p>Fehlergrenze % Δ wählen oder 0.01 % ausreichend?</p> <p>x = 0: statt % von x % Δ für Δx</p> <p>$f(x - \Delta x/2)$</p> <p>$f(x + \Delta x/2)$</p> <p>$\frac{f(x + \Delta x/2) - f(x - \Delta x/2)}{\Delta x}$</p> <p>f(x)</p> <p>a speichern</p> <p>b-a</p> <p>n speichern</p>	<p>057 STOB 058 + 059 STOC 060 2 061 ÷ 062 ST+0 063 0 064 ST09 065 RCLE 066 X<1 067 #LBL7 068 X<1 069 STOB 070 RCL0 071 CSB i 072 RCLC 073 ST+0 074 x 075 ST+9 076 RCLE 077 X<1 078 DS21 079 ET07 080 STOI 081 RCL9 082 RTN 083 #LBLB 084 FIX 085 CSBB 086 RCLB 087 GT00 088 #LBL6 089 RCL0 090 CSB i 091 STOB 092 #LBL0 093 RCLA 094 RCL0 095 STOA 096 - 097 RCLD 098 RCLB 099 STOD 100 - 101 ÷ 102 x 103 ST-0 104 RCL0 105 F0? 106 PSE 107 ÷ 108 RND 109 X#0? 110 GT06 111 RCL0 112 RTN</p>	<p>b-a/n</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>$\frac{b-a}{2n}$</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Integral Null setzen</p> <p>Anzahl der Intervalle nach R₁</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Nummer der Funktion nach R₁ und n nach R₂</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>f'(R₀)</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>R₀ + (b-a)/n</p> <p>Add f'(R₀) (b-a)/n</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>n verringern um 1</p> <p>Funktionsr. in Anzeige</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Funktionsr. nach R₁</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Integrationsergebnis anzeigen</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Numerische Differentiation, um x_i für Anfangswert zu berechnen</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Berechne f(x_i)</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Regula Falsi: Berichtigung für x und Werte für neue Schleife</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>Berichtigung abziehen</p> <p>Falls Flag gesetzt: Pause und Lösung anzeigen</p> <hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/> <p>RND (Änderung/x_i + 1)</p> <p>Anzeigegegenauigkeit erreicht?</p> <p>Falls ja, Ergebnis anzeigen</p>
---	---	--	---

REGISTER

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

<pre> 001 #LBL1 002 F 5 003 RTN 004 #LBL2 005 RAD 006 TAN 007 LSTX 008 - 009 RCL2 010 - 011 DEG 012 RTN 013 #LBL3 014 RAD 015 SIN 016 RCL1 017 x 018 x^2 019 1 020 x↔y 021 - 022 √x 023 1/x 024 DEG 025 RTN </pre>	<p>Unterprogramm: graphische Lösung</p> <hr/> <p>$f(x) = \tan(x) - \ln(x) - x$</p> <hr/> <p>$f(\theta) = \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}}$</p> <hr/>							
LABELS				FLAGS		SET STATUS		
A Function#	B $x \rightarrow \Gamma(x)$	C $x \rightarrow f(x)$	D $n \uparrow a \uparrow b \rightarrow f \downarrow$	E $x_0 \rightarrow$ Lösung	F Pause	FLAGS		DISP
%Δ				Pause	%Δ	ON OFF	TRIG	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
belegt	1	2	3	4	2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	n <u>2</u>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		

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

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

Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen

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

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

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

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

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

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

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

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

Arithmetik-Lernprogramm

<p>001 *LBL 0 002 0 003 STOS 004 2 005 0 006 STOT 007 1 008 0 009 STOC 010 STOE 011 1 012 STOK 013 . 014 5 015 2 016 8 017 4 018 1 019 6 020 3 021 *LBL 022 STOE 023 CLX 024 RTN 025 *LBL 026 SF0 027 SPC 028 PRTX 029 SPC 030 ABS 031 1 032 + 033 STOD 034 1 035 0 036 x 037 LOG 038 INT 039 STOA 040 10X 041 STOB 042 CLX 043 RTN 044 *LBLA 045 1 046 GTOI 047 *LBL 048 2 049 GTOI 050 *LBLE 051 3 052 GTOI 053 *LBLD 054 4 055 *LBL1 056 STOI</p>	<p>Konstanten speichern</p> <p>Vorprogrammierte oder eingegebene Ausgangszahl speichern</p> <p>Eingabe und speichern von $n_{max} + 1$. Flag setzen: aussondern des vorprogrammierten Wertes</p> <p>Anzeigeformat berechnen und für späteren Abruf speichern</p> <p>«Maßstab» für Aufgaben berechnen und speichern</p> <p>Addition wählen</p> <p>Subtraktion wählen</p> <p>Multiplikation wählen</p> <p>Division wählen</p> <p>Code für +, -, ×, ÷ speich.</p>	<p>057 SPC 058 PRT; 059 SPC 060 *LBL 061 GSB5 062 STOC 063 GSB5 064 RCLC 065 GSB1 066 RCL4 067 XZ1 068 DSP1 069 XZ1 070 R4 071 RCL 072 + 073 - 074 0 075 + 076 RCL5 077 X=Y? 078 GT09 079 R4 080 ST09 081 F1? 082 PRTX 083 RTN 084 *LBL5 085 RCL 086 9 087 9 088 7 089 x 090 FRC 091 STDE 092 IX 093 RCLD 094 x 095 INT 096 RTN 097 *LBL1 098 + 099 STOC 100 LSTX 101 - 102 LSTX 103 RTN 104 *LBL2 105 STOC 106 XZY 107 + 108 LSTX 109 RTN 110 *LBL3 111 X=0? 112 XZY</p>	<p>Operationscode anzeigen.</p> <p>2 Zahlen für eine Aufgabe erzeugen</p> <p>Aufgabe stellen</p> <p>Anzeige einstellen</p> <p>Einen Wert «skalieren»</p> <p>Werte zu der Form $x.y$ addieren</p> <p>0 nach LST X Wenn gleiche Aufgabe schon gestellt; neue Aufgabe</p> <p>Aufgabe anzeigen</p> <p>Generieren der Pseudo-Zufallszahlen</p> <p>Zahlen verarbeiten</p> <p>Ganzzahlige Werte $<n_{max}$ erzeugen</p> <p>Additionsaufgabe</p> <p>Subtraktionsaufgabe</p> <p>Multiplikationsaufgabe</p>						
REGISTER									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
							20-n	Falsch	Problem
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F				
Anzeige	Skalierung	Ergebnis	$n_{max} + 1$	Anfangswert	Kontrolle				

Diagnostik-Programm

001 #LBLA 002 CLR6 003 P=5 004 CLR6 005 CF3 006 7 007 . 008 7 009 7 010 7 011 7 012 7 013 7 014 7 015 7 016 CH5 017 EE% 018 CH5 019 7 020 7 021 X ² Y 022 R↑ 023 R↑ 024 R↑ 025 R↑ 026 R4 027 PSE 028 #LBL0 029 STO1 030 RCL1 031 X ² Y ² 032 GT01 033 ISZ1 034 RCLE 035 RCL0 036 X=Y ² 037 GT02 038 GT00 039 #LBL1 040 RCL1 041 RTN 042 #LBL2 043 2 044 5 045 STO1 046 SIN 047 SIN ⁻¹ 048 GSB3 049 COS 050 COS ⁻¹ 051 GSB3 052 TAN 053 TAN ⁻¹ 054 GSB3 055 +P 056 +R	Register löschen ----- Prüfwerteingabe ----- Stackregister und Befehle zum Stackumordnen prüfen ----- Anzeige prüfen Register prüfen ----- Codezahl für Registerspeicher- oder Abruffehler anzeigen ----- Prüfen der Startfunktion ----- sin, sin ⁻¹ prüfen ----- cos, cos ⁻¹ prüfen ----- tan, tan ⁻¹ prüfen ----- Koordinatenumwandlung prüfen	057 GSB3 058 SIN 059 +HMS 060 HMS+ 061 SIN ⁻¹ 062 GSB3 063 L06 064 10 ^x 065 GSB3 066 LN 067 e ^x 068 GSB3 069 X ² 070 √X 071 GSB3 072 ENT1 073 1/x 074 LSTX 075 1/x 076 Y ^x 077 GSB3 078 ENT1 079 + 080 LSTX 081 - 082 GSB3 083 ENT1 084 × 085 LSTX 086 ÷ 087 GSB3 088 1/x 089 I 090 + 091 FRC 092 1/x 093 LSTX 094 + 095 INT 096 GSB3 097 D→R 098 R→D 099 GSB3 100 EE% 101 2 102 X ² Y 103 % 104 GSB3 105 GT04 106 #LBL3 107 RNG 108 RCL1 109 X ² Y ² 110 R=5 111 ISZ1 112 RCL1	Umrechnung in Stunden/Minuten/Sekunden prüfen ----- Log und 10 ^X prüfen ----- Ln und e ^X prüfen ----- x ² und Quadratwurzel prüfen ----- y ^X und 1/x prüfen ----- +, - und LST X prüfen ----- × und ÷ prüfen ----- Int und FRC prüfen ----- Grad/Bogenmaß-Umwandlung prüfen ----- % prüfen ----- Bedingter Sprungbefehl ----- Zähler erhöhen Funktion prüfen ----- Stop und bei Fehler Code anzeigen						
REGISTER									
0 belegt	1 belegt	2 belegt	3 belegt	4 belegt	5 belegt	6 belegt	7 belegt	8 belegt	9 belegt
S0 belegt	S1 belegt	S2 belegt	S3 belegt	S4 belegt	S5 belegt	S6 belegt	S7 belegt	S8 belegt	S9 belegt
A belegt	B belegt	C belegt	D belegt	E belegt					

Notizen



172 mal Verkauf und Service in 65 Ländern

Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2–4, Telefon (030) 24 90 86

7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 110, Telefon (07031) 667-1

4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Str. I, Seestern, Tel. (0211) 5 971-1

6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1

2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93

3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46

8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85

8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,

Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz:

Hewlett-Packard (Schweiz) AG, Zürcherstraße 20, Postfach 307,

8952 Schlieren-Zürich, Telefon (01) 730 52 40

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien,

Österreich, Telefon (0222) 35 16 21 bis 27

Für die UdSSR:

Hewlett-Packard Representative Office USSR,

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

Europa-Zentrale:

Hewlett-Packard S.A., 7, rue du Bois-du-Lan, Postfach,

CH-1217 Meyrin 2-Genf, Schweiz, Telefon (022) 41 54 00,

ab März 1977: Telefon (022) 82 70 00