commodore
PR 100

Bedienungs-Handbuch

Teil 1:
Einführung und Festfunktionen

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG

2. STROMVERSORGUNG

3. EINSCHALTEN DES RECHNERS

4. DAS BEDIENUNGSFELD

5. ZAHLENEINGABE UND ANZEIGE
   - Aufbau der Anzeige
   - Wahl des Anzeigeformats und der Nachkommastellen
   - Eingabe der Mantisse
   - Eingabe des Exponenten
   - Interne Stellenzahl und Rundung
   - Eingabe der Zahl Pi
   - Abruf des ganzzahligen Anteils und der Nachkommaziffern einer Zahl
   - Korrektur von Eingabefehlern

6. GRUNDRECHENARTEN
   - Addition und Subtraktion
   - Multiplikation und Division
   - Fehlerkorrektur
   - Konstantenautomatik

7. DIE KONSTANTENSPEICHER
   - Speichern einer Zahl
   - Speicherabruf
   - Datenaustausch
   - Speicher-Addition und Subtraktion
   - Speicher-Multiplikation und Division
   - Gesamtspeicher-Arithmetik

8. DIE KLAMMERN

9. DIE FUNKTIONSTASTEN

9.1 FUNKTIONEN MIT EINER VERÄNDERLICHEN
Quadratwurzel
Kehrwert
Quadrat
Ganzzahlige Potenzen von x
Natürlicher Logarithmus
Potenz zur Basis e
Logarithmus zur Basis 10
Fakultät
Umrechnung von Einheiten
Trigonometrische Funktionen
Trigonometrische Umkehrfunktionen
Umrechnung von sexagesimal geteilten Winkeln
Hyperbelfunktionen
Hyperbel-Umkehrfunktionen

9.2 FUNKTIONEN MIT MEHREREN VERÄNDERLICHEN
Potenz zu einer beliebigen Basis
Wurzel mit beliebigem Wurzelexponenten
Logarithmus zu einer beliebigen Basis
Prozentrechnung
Prozentuale Abweichung
Umwandlung von rechtwinkligen Koordinaten in Polarkoordinaten
Umwandlung von Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten
Umwandlung von kartesischen Koordinaten in Kugelkoordinaten
Umwandlung von Kugelkoordinaten in kartesische Koordinaten
Die Variationen
Die Kombinationen
Lineare Regression, Trendanalyse

9.3 STATISTISCHE FUNKTIONEN

10. ZUSAMMENGESETZTE RECHNUNGEN
Verkettete Klammern
Summe von Produkten
Produkt von Summen
Rechnen mit Funktionen
Registeraustausch

11. ANZEIGE VON KAPAZITÄTSÜBERLAUF UND FEHLER

12. RECHENGENAUIGKEIT UND RECHENGESCHWINDIGKEIT

13. ANWENDUNGSBEISPIELE
Freier Fall
Kugelvolumen
Parallelschaltung von Widerständen
Flächenträgheitsmoment
Berechnungen an dünnen Linsen
Vektorrechnung
Trigonometrie
Zinseszinsrechnung

14. SPEICHERORGANISATION

1. EINLEITUNG

Herzlichen Glückwunsch!

Der Kauf Ihres Commodore PR 100 war zweifellos eine überlegte und kluge Investition, die Ihnen viele Vorteile bringen wird. Der PR100 ist die neueste Entwicklung von hochwertigen, spezialisierten Taschenrechnern von Commodore.

Commodore, Europas größter Taschenrechner-Hersteller, hat bis heute schon mehr als 20 Millionen Einheiten verkauft. Zu den Anwendern gehören Wissenschaftler, Studenten, Geschäftsleute, Schüler und auch Privatpersonen.

Jeder unserer Taschenrechner wird mit höchster Präzision hergestellt. Daß jeder neue Rechner von Commodore dem neuesten Stand der Technologie entspricht, ist ein erklärtes Unternehmensziel von Commodore. Deshalb ist unser zentrales Forschungs- und Entwicklungs-Labor in Palo Alto im Staate Kalifornien/USA beheimatet. Palo Alto ist der Zentralpunkt des sogenannten „Tal der Halbleiter" in der Bucht von San Francisco.

Der PR 100 ist ein fortschrittlicher programmierter Rechner für wissenschaftlich-technische Zwecke. Er hat den zusätzlichen Vorteil eines Programmspeichers mit 72 Schritten.

Der Rechner benutzt die algebraische Logik, was bedeutet, daß die Tasten in der gleichen Reihenfolge gedrückt werden, wie in der normalen Arithmetik. Zusätzlich zu den 72 Programmschritten mit den Möglichkeiten Sprungbefehle, bedingtes Überspringen eines Befehles und Verzweigen zu programmieren, hat der PR 100 76 vorprogrammierte Funktionen. Er bietet sehr viele Möglichkeiten, wissenschaftlich-technische Rechnungen durchzuführen.

Wenn Sie alle Vorzüge des PR 100 kennengelernt haben, werden Sie sicherlich ebenso begeistert sein, wie alle anderen Besitzer von Commodore Taschenrechnern.

2. STROMVERSORGUNG

Ihr Rechner wird betriebsfertig mit eingebauten aufladbaren Nickel-Cadmium-Batterien geliefert. Die Batterien sind beim fabrikneuen Gerät der besseren Haltbarkeit wegen nicht geladen. Aus diesem Grunde sollte der Rechner mit dem beigepackten Ladegerät vor der ersten Inbetriebnahme 12 Stunden geladen werden. Ihre volle Kapazität erreichen die Batterien erst nach zwei bis drei Ladezyklen.

LADEVORGANG

1) Rechner ausschalten.
2) Ladekabel in den Anschluß an der Seite des Gerätes stecken.
3) Ladegerät an 220 Volt Wechselstrom anschließen.
4) Völlig entladene Batterien 12 Stunden aufladen; teilweise entladene Batterien entsprechend kürzer. Die Batterien sollten mit Rücksicht auf ihre Lebensdauer nicht zu stark überladen werden. Während des Ladevorgangs kann gerechnet werden. Die Ladezeit wird dadurch etwa verdoppelt.
5) Falls während des Ladens gerechnet wurde, Rechner ausschalten.
6) Ladegerät vom Netz trennen.
7) Ladekabel vom Rechner trennen.

Die mittlere Rechenzeit im Batteriebetrieb beträgt mit frisch geladenen Batterien 2 – 3 Stunden. Ist die in der Batterie gespeicherte Energie verbraucht, wird die Anzeige unregelmäßig hell und lichtschwach. Möchte man trotzdem weiterrechnen, nimmt der Rechner keine Daten mehr an.

Testrechnung: [F] [SCI] [8] 1.2345679 × 7.2 = 8.8888889

Bitte laden Sie die Batterien rechtzeitig nach. Entladene Batterien können zu falschen Rechenergebnissen führen. Die Lebensdauer der Batterien beträgt etwa vier Jahre. Wegen eines eventuell notwendigen Batteriewechsels wenden Sie sich bitte an den nächsten Kundendienst.

VORSICHT! Starke elektrostatische Ladungen können den Rechner beschädigen.

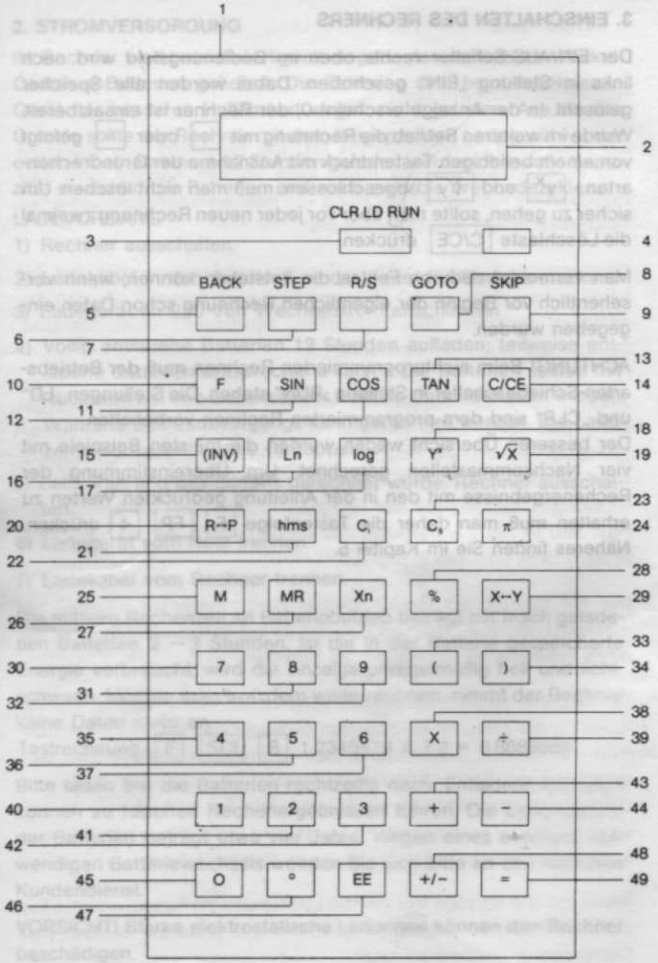
3. EINSCHALTEN DES RECHNERS

Der EIN/AUS-Schalter rechts oben im Bedienungsfeld wird nach links in Stellung „EIN" geschoben. Dabei werden alle Speicher gelöscht. In der Anzeige erscheint 0, der Rechner ist einsatzbereit. Wurde im weiteren Betrieb die Rechnung mit [=] oder [=] gefolgt von einem beliebigen Tastendruck mit Ausnahme der Grundrechenarten, [y^x] und [$\sqrt[x]{y}$] abgeschlossen, muß man nicht löschen. Um sicher zu gehen, sollte man aber vor jeder neuen Rechnung zweimal die Löschtaste [C/CE] drücken.

Man vermeidet dadurch Fehler, die entstehen können, wenn versehentlich vor Beginn der eigentlichen Rechnung schon Daten eingegeben wurden.

ACHTUNG! Beim nichtprogrammierten Rechnen muß der Betriebsarten-Schiebeschalter in Stellung „RUN" stehen. Die Stellungen „LD" und „CLR" sind dem programmierten Rechnen vorbehalten.

Der besseren Übersicht wegen wurden die meisten Beispiele mit vier Nachkommastellen gerechnet. Um Übereinstimmung der Rechenergebnisse mit den in der Anleitung gedruckten Werten zu erhalten muß man daher die Tastenfolge [F] [FP] [4] drücken. Näheres finden Sie im Kapitel 5.



1 Anschluß für Netzkabel

2 Anzeige

3 Schiebeschalter: RUN Normalbetrieb
LD Einlesen eines Programms
CLR Löschen von Programmteilen

4 Ein/Aus-Schalter

5 bis 9 Programmsteuertasten

10 Doppelfunktionsbefehl/Löschung dieses Befehls

11 Sinus/Hyperbelsinus mit Umkehrfunktionen

12 Cosinus/Hyperbelcosinus mit Umkehrfunktionen

13 Tangens/Hyperbeltangens mit Umkehrfunktionen

14 Eingabelöschung/Löschung der Arbeitsspeicher/Gesamtlöschung

15 Umkehrfunktionsbefehl/Löschung dieses Befehls

16 Natürlicher Logarithmus/Potenz zur Basis e

17 Dekadischer Logarithmus/Potenz zur Basis 10

18 Allgemeine Exponentialfunktion/Wurzel mit beliebigem Wurzelexponenten

19 Quadratwurzel/Kehrwert

20 Umrechnung von rechtwinkligen in Polarkoordinaten u. u.
Umrechnung von rechtwinkligen Raumkoordinaten in Kugelkoordinaten u. u.

21 Umrechnung von sexagesimaler Teilung in dezimale Teilung u. u.
Umrechnung von grad in rad u. u.

22 Dateneingabe für die lineare Regression/Steigung der Ausgleichsgeraden

23 Abruf von Punkten auf der Ausgleichsgeraden/Schnittpunkt der Ausgleichsgeraden mit der Ordinate

24 Festzahl Pi/Fakultät

25 Speicherbefehl/Abruf der Nachkommaziffern einer Zahl

26 Speicherabrufbefehl/Abruf des ganzzahligen Anteils einer Größe

27 Dateneingabe für die statistischen Funktionen/Löschung solcher Daten

28 Prozentrechnung/Prozentuale Abweichung

29 Zahlenaustausch Arbeitsspeicher X-Arbeitsspeicher Y bzw. Arbeitsspeicher X-Konstantenspeicher M

30 Ziffer 7/Variation
31 Ziffer 8/Kombination
32 Ziffer 9/Standardabweichung bezogen auf n-1 Werte
33 Öffnen einer Klammer/Mittelwert
34 Schließen einer Klammer/Varianz bezogen auf n Werte
35 Ziffer 4/Wahl der Winkeleinheit grad (Altgrad)
36 Ziffer 5/Wahl der Winkeleinheit rad (Bogenmaß)
37 Ziffer 6/Wahl der Winkeleinheit gon (Neugrad)
38 Multiplikation/Speichermultiplikation
39 Division/Speicherdivision
40 Ziffer 1/Wissenschaftliche Zahlendarstellung
41 Ziffer 2/Festkommaformat
42 Ziffer 3/Technisches Anzeigeformat
43 Addition/Speicheraddition
44 Subtraktion/Speichersubtraktion
45 Ziffer 0/Umrechnung von °Fahrenheit in °Celsius u. u.
46 Dezimalpunkt/Umrechnung von Zoll (Inch) in Zentimeter u.u.
47 Eingabe des Zehnerexponenten/Umrechnung von Gallonen in Liter u. u.
48 Vorzeichenwechsel/Umrechnung von englischen Pfund in Kilogramm u. u.
49 Ergebnistaste/Durchführung einer Grundrechenart mit allen gespeicherten Zahlen

4. DAS BEDIENUNGSFELD

Das Bedienungsfeld besteht aus 45 Druckpunkttasten, dem Betriebsarten-Schiebeschalter und dem EIN/AUS-Schalter. Bei einfachem Tastendruck gelten die auf den Tasten stehenden Bezeichnungen. Die über den Tasten stehenden Funktionen ruft man durch vorherigen Druck auf die Doppelfunktionstaste [F] ab. Wurde [F] gedrückt, so erscheint zur Kontrolle links in der Anzeige ein Punkt. Nochmalige Bedienung der Taste [F] löscht den Doppelfunktionsbefehl, über der Taste [F] steht daher CLR, Löschen.
Umkehrfunktionen ruft man mit der Taste [(inv)] ab. Auch diesen Befehl kann man durch nochmaliges Bedienen der Taste löschen. Im Text wird die tatsächlich abgerufene Funktion gedruckt. Bedient man etwa die Tasten [F] und [ln], so wird die Funktion e^x abgerufen und man schreibt daher [F] [e^x]
Die in der obersten Reihe des Tastenfeldes stehenden Programmierbefehle werden erst im Abschnitt „PROGRAMMIEREN" besprochen.

ZIFFERN-TASTEN [0] bis [9]
Durch Tastendruck bringt man die betreffende Ziffer in die Anzeige.

KREISZAHL PI [π]
Diese Taste bringt die Kreiszahl π = 3.1415927 in die Anzeige.

DEZIMALPUNKT [ ]
Diese Taste bestimmt die Lage des Dezimalpunktes.

VORZEICHEN-WECHSEL [+/−]
Der Druck auf diese Taste ändert das Vorzeichen der in der Anzeige stehenden Zahl. Will man einen negativen Zahlenwert, so gibt man zuerst die Zahl ein und drückt anschließend die [+/−] Taste. Das negative Vorzeichen erscheint links der eingegebenen Zahl. Auch zur Eingabe negativer Zehnerexponenten dient die [+/−] Taste.

EINLESEN DES ZEHNER-EXPONENTEN

[EE]

Mit dieser Taste gibt man bei der wissenschaftlichen Zahlendarstellung den Zehnerexponenten ein.

DATENAUSTAUSCH

[X ↔ Y]

Diese Taste tauscht die Zahl in der Anzeige (X-Register) gegen die Zahl im Arbeitsspeicher (Y-Register) aus.

WAHL DER WISSENSCHAFTLICHEN ZAHLENDARSTELLUNG

[F] [SCI]

Mit dieser Tastenkombination wählt man die wissenschaftliche Zahlendarstellung.

WAHL DER FESTKOMMAZAHLENDARSTELLUNG

[F] [FP]

Mit dieser Tastenkombination wählt man die Festkommadarstellung von Zahlen.

WAHL DES TECHNISCHEN ANZEIGEFORMATS

[F] [ENG]

Mit dieser Tastenkombination wählt man die in der Technik übliche Zahlendarstellung.

ABRUF DES GANZZAHLIGEN ANTEILS

[F] [INT]

Diese Taste veranlaßt die Ermittlung des ganzzahligen Anteils einer Zahl.

ABRUF DER NACHKOMMAZIFFERN

[F] [FRAC]

Diese Taste veranlaßt die Ermittlung der Nachkommaziffern einer Zahl.

ERGEBNIS-TASTE

[=]

Diese Taste bringt das Ergebnis der vorhergegangenen Rechnung in die Anzeige. Sie wird auch im Zusammenhang mit der Konstantenautomatik verwendet.

LÖSCHTASTE

[C/CE]

Diese Taste hat drei Funktionen:

1. Zur Korrektur drückt man die Taste im Anschluß an eine falsch eingegebene Zahl einmal. Dadurch wird allein die Anzeige gelöscht; vorher eingegebene Befehle und Zahlen bleiben gespeichert.
2. Zweimaliger Druck auf die Löschtaste löscht alle eingegebenen Befehle. Lediglich die Zahlen in den Konstantenspeichern und in den Speichern für die statistischen Funktionen bleiben erhalten. Diese Löschung ist vor Beginn eines neuen Rechenabschnitts zweckmäßig.
3. Zeigt der Rechner in der Anzeige die Fehlermeldung ⌐ so bringt ihn ein Druck auf die [C/CE] Taste wieder in Arbeitsbereitschaft. Auch hier werden alle Informationen mit Ausnahme der gespeicherten Zahlen gelöscht.

TOTAL-LÖSCHUNG

[F] [CA]

Diese Tastenkombination löscht sämtliche gespeicherten Daten.

KLAMMER-TASTEN

[(] [)]

Die Klammertasten weisen den Rechner an, den von ihnen eingeschlossenen Ausdruck unabhängig von der vorausgegangenen Eingabe zu berechnen und in den Klammerregistern zu speichern. Nach dem Schließen der Klammer steht in der Anzeige der Wert dieses Ausdrucks. Klammern dürfen geschachtelt werden, da der Rechner vier Klammerregister besitzt.

GRUND-RECHENARTEN

[+] [−] [x] [÷]

Diese Tasten teilen dem Rechner mit, welche Rechenoperation mit der nächsten eingegebenen Zahl ausgeführt werden soll. Gleichzeitig werden Zwischenergebnisse angezeigt.

PROZENTTASTE

[%]

Diese Taste berechnet den Prozentwert.

PROZENTUALE ABWEICHUNG

[F] [Δ %]

Diese Tastenkombination ermittelt die prozentuale Differenz zwischen zwei Zahlen.

QUADRATWURZEL

[$\sqrt{x}$]

Diese Taste weist den Rechner an, die Quadratwurzel aus der in der Anzeige stehenden Zahl zu ziehen.

KEHRWERT

[F] [1/X]

Diese Taste weist den Rechner an, den Kehrwert der in der Anzeige stehenden Zahl zu berechnen.

LOGARITHMUS ZUR BASIS 10

[log]

Diese Taste weist den Rechner an, den Logarithmus zur Basis 10 der in der Anzeige stehenden Zahl zu ermitteln.

POTENZ ZUR BASIS 10

[F] [10^x]

Diese Taste weist den Rechner an, die Potenz 10^x zu berechnen, x ist die Zahl in der Anzeige.

NATÜRLICHER LOGARITHMUS

[ln]

Diese Taste weist den Rechner an, den natürlichen Logarithmus (Logarithmus zur Basis e = 2.71828) der in der Anzeige stehenden Zahl zu ermitteln.

POTENZ ZUR BASIS e

[F] [e^x]

Diese Taste weist den Rechner an, den Wert e = 2.71828 in die Potenz x zu erheben, wobei der Exponent x die in der Anzeige stehende Zahl ist.

EXPONENTIAL-FUNKTION

[y^x]

Diese Taste weist den Rechner an, die Basis y (zuerst eingegebene Zahl) in die Potenz x (zweite eingegebene Zahl) zu erheben.

WURZEL MIT BELIEBIGEM WURZELEXPONENTEN

[F] [$\sqrt[x]{y}$]

Diese Taste weist den Rechner an, aus der Basis y (zuerst eingegebene Zahl) die x te Wurzel (zweite eingegebene Zahl) zu ziehen.

FAKULTÄT

[F] [n !]

Diese Taste weist den Rechner an, die Fakultät einer in der Anzeige stehenden ganzen positiven Zahl zu ermitteln.

VARIATIONEN

[F] [P^n_m]

Diese Taste veranlaßt die Berechnung der Variationen

$$V(n, m) = \frac{n!}{(n-m)!}$$

KOMBINATIONEN

[F] [C^n_m]

Diese Taste veranlaßt die Berechnung der Kombinationen

$$C(n, m) = \frac{n!}{m!\,(n-m)!}$$

UMWANDLUNG VON RECHTWINKLIGEN KOORDINATEN IN POLAR-KOORDINATEN

[R ↔ P]

Diese Taste veranlaßt die Umwandlung von rechtwinkligen Koordinaten in Polarkoordinaten.

UMWANDLUNG VON POLAR-KOORDINATEN IN RECHTWINKLIGE KOORDINATEN

[(inv)] [R ↔ P]

Diese Taste veranlaßt die Umwandlung von Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten.

UMWANDLUNG VON KARTESISCHEN KOORDINATEN IN KUGELKOORDINATEN

[F] [C ↔ S]

Diese Tastenkombination veranlaßt die Umwandlung von rechtwinkligen Raumkoordinaten in Kugelkoordinaten.

UMWANDLUNG VON KUGELKOORDINATEN IN KARTESISCHE KOORDINATEN

[(inv)] [F] [C ↔ S]

Diese Tastenkombination veranlaßt die Umwandlung von Kugelkoordinaten in rechtwinklige Raumkoordinaten.

UMRECHNUNG FAHRENHEIT – CELSIUS U. U.

[F] [(°F)°C] ; [(inv)] [F] [(°F)°C]

Diese Tastenkombination weist den Rechner an, eine in Fahrenheit eingegebene Temperatur in Grad Celsius umzurechnen u. u.

UMRECHNUNG INCH-ZENTIMETER U. U.

[F] [(in)cm] ; [(inv)] [F] [(in)cm]

Diese Tastenkombination weist den Rechner an, eine in Inch (Zoll) eingegebene Länge in Zentimeter umzurechnen u. u.

UMRECHNUNG GALLONEN-LITER U. U.

[F] [(gal)l] ; [(inv)] [F] [(gal)l]

Diese Tastenkombination weist den Rechner an, ein in US-Gallonen eingegebenes Volumen in Liter umzurechnen u. u.

UMRECHNUNG ENGL. PFUND – KILOGRAMM U. U.

[F] [(lb)kg] ; [(inv)] [F] [(lb)kg]

Diese Tastenkombination weist den Rechner an, eine in englischen Pfund eingegebene Masse in Kilogramm umzurechnen u. u.

UMRECHNUNG GRAD – RAD U. U.

[F] [d ↔ r] ; [(inv)] [F] [d ↔ r]

Diese Tastenkombination weist den Rechner an, einen in Grad (Altgrad) eingegebenen Winkel in rad (Bogenmaß) umzurechnen u. u.

UMRECHNUNG IN GRAD, MINUTEN UND SEKUNDEN

[hms]

Mit Hilfe dieser Taste werden Dezimalgrad in Grad, Minuten und Sekunden umgerechnet.

UMRECHNUNG IN DEZIMALGRAD

[(inv)] [hms]

Mit Hilfe dieser Taste werden Grad, Minuten und Sekunden in Dezimalgrad umgerechnet.

WINKELEINHEIT GRAD, RAD, GON

[F] [deg] , [F] [rad] , [F] [grad]

Mit Hilfe dieser Tastenkombinationen wird veranlaßt, daß der Rechner bei allen trigonometrischen Berechnungen Winkel in der Einheit grad (Altgrad, engl. deg), rad (Bogenmaß, engl. rad) oder gon (Neugrad, engl. grad) verarbeitet.

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

[sin] , [cos] , [tan]

Diese Tasten veranlassen die Berechnung der sin-, cos- oder tan-Werte des in der Anzeige stehenden Winkels.

TRIGONOMETRISCHE UMKEHR-FUNKTIONEN

[(inv)] [sin] , [(inv)] [cos]
[(inv)] [tan]

Diese Tasten veranlassen die Berechnung der arcsin-, arccos- oder arctan-Werte der in der Anzeige stehenden Zahl.

HYPERBEL-FUNKTIONEN

F sinh , F cosh
F tanh

Diese Tastenkombinationen veranlassen die Berechnung der Funktionen sinh, cosh oder tanh.

HYPERBEL-UMKEHR-FUNKTIONEN

(inv) F sinh , (inv) F cosh (inv) F tanh

Diese Tastenkombinationen veranlassen die Berechnung der Funktionen arsinh, arcosh oder artanh.

LINEARE REGRESSION

Ci

Eingabe der x- und y-Koordinaten für die lineare Regression.

F slope

Abruf der Steigung einer den Koordinaten Ci optimal angepaßten Ausgleichsgeraden.

F intcp

Abruf des Ordinatenabschnitts der Ausgleichsgeraden.

Cs ; (inv) Cs

Steht in der Anzeige eine x-Koordinate, so sucht der Befehl Cs den dazugehörigen y-Wert auf der Ausgleichsgeraden. Der Befehl (inv) Cs sucht zu einem gegebenen y-Wert die passende x-Koordinate.

DATENEINGABE

Xn

Eingabe von Daten, die statistisch ausgewertet werden sollen.

EINGABE-KORREKTUR

F del Xn

Löschen von falsch eingegebenen statistischen Daten.

STANDARD-ABWEICHUNG

F s

Abruf der Standardabweichung mit (n−1) Gewichtung

VARIANZ

F s^1

Abruf der Varianz mit n-Gewichtung

MITTELWERT

F $\bar{x}$

Abruf des Mittelwertes.

SPEICHER-TASTE

M n

Die Taste M gefolgt von einer Speichernummer n weist den Rechner an, die in der Anzeige stehende Zahl in den Speicher n zu stellen. Der bis dahin im Speicher n stehende Wert wird vorher automatisch gelöscht. n ist eine Zifferntaste von 0 bis 9.

SPEICHER-ABRUF

MR n

Dieser Befehl weist den Rechner an, den im Speicher n stehenden Wert anzuzeigen. Der Speicherinhalt wird dabei nicht verändert.

SPEICHER-MULTIPLIKATION

F MX n

Diese Taste weist den Rechner an, den Inhalt des Konstantenspeichers n mit der in der Anzeige stehenden Zahl zu multiplizieren. Das Produkt steht im Konstantenspeicher, die Anzeige wird nicht verändert.

SPEICHER-DIVISION

F M÷ n

Diese Taste weist den Rechner an, den Inhalt des Konstantenspeichers n durch die in der Anzeige stehende Zahl zu dividieren. Der Quotient steht im Konstantenspeicher, die Anzeige wird nicht verändert.

SPEICHER-ADDITION [F] [M+] [n]

Diese Taste weist den Rechner an, die in der Anzeige stehende Zahl zum Inhalt des Konstantenspeichers n zu addieren. Die Summe steht im Konstantenspeicher, die Anzeige bleibt unverändert.

SPEICHER-SUBTRAKTION [F] [M−] [n]

Diese Taste weist den Rechner an, die in der Anzeige stehende Zahl vom Inhalt des Konstantenspeichers n zu subtrahieren. Die Differenz steht im Konstantenspeicher, die Anzeige bleibt unverändert.

GESAMTSPEICHER-ARITHMETIK

[F] [M×] [F] [9M]
[F] [M÷] [F] [9M]
[F] [M+] [F] [9M]
[F] [M−] [F] [9M]

Mit diesen vier Befehlen werden Speicher-Multiplikation, -Division, -Addition und -Subtraktion gleichzeitig bei allen zehn Speichern durchgeführt.

DATENAUSTAUSCH [F] [X↔M] [n]

Diese Tastenkombination tauscht den angezeigten Wert gegen den Inhalt des Konstantenspeichers n aus.

5. ZAHLENEINGABE UND ANZEIGE

Die Leuchtanzeige hat folgenden Aufbau:

WAHL DES ANZEIGEFORMATS UND DER NACHKOMMASTELLEN.

Beim Einschalten arbeitet der Rechner automatisch mit Festkomma und zwei Nachkommastellen.

Übersteigt das Ergebnis einer Rechnung den Wert 999999, so schaltet der Rechner automatisch auf die wissenschaftliche Zahlendarstellung um. Zahlen, deren Betrag kleiner 0.005 ist, werden immer in der wissenschaftlichen Zahlendarstellung verarbeitet und angezeigt.

Unabhängig von dieser Automatik kann man drei Formate mit jeweils 0 bis 7 Nachkommastellen anwählen:

FESTKOMMADARSTELLUNG EINER ZAHL

Die Tastenfolge [F] [FP] [n] legt das Festkommaformat mit maximal 8 Stellen fest. n ist eine Zifferntaste zwischen 0 und 7; sie bestimmt die Anzahl der Nachkommastellen. Um diese Stellenzahl im Druck von einer gewöhnlichen Zahleneingabe zu unterscheiden, wird sie mit einem Rahmen versehen. Die gewünschte Anzahl von Nachkommastellen kann natürlich nur solange angezeigt werden, wie das die Größe der Zahl – maximal sind 8 Stellen möglich – zuläßt.

WISSENSCHAFTLICHE ZAHLENDARSTELLUNG

Die Tastenfolge [F] [SCI] [n] legt das wissenschaftliche Format mit maximal achtstelliger Mantisse und zweistelligem Exponenten fest. n bestimmt die Anzahl der Nachkommastellen.

TECHNISCHE ZAHLENDARSTELLUNG

Die Tastenfolge [F] [ENG] [n] legt das technische Format fest. n bestimmt die Mindest-Anzahl der Nachkommastellen. Das Technische Format besitzt wie das wissenschaftliche Format Mantisse und Exponent, jedoch sind als Exponent nur durch 3 teilbare Zahlen zugelassen. Das kommt den in der Technik üblichen Einheiten, z. B. g, mg = 10^{-3} g, µg = 10^{-6} g, kg = 10^{3} g, t = 10^{6} g, entgegen.

EINGABE DER MANTISSE

Eine Zahl von maximal acht Stellen wird einschließlich des Dezimalpunktes so eingetastet, wie man sie schreibt. Tastet man mehr als acht Ziffern ein, so werden die Überzähligen nicht beachtet. Eine Null vor dem Komma darf weggelassen werden. Will man einen negativen Zahlenwert, so drückt man **nach** der Zahleneingabe die [+/−] Taste. Das negative Vorzeichen erscheint links vor der Zahl.

EINGABE DES EXPONENTEN

Mit Hilfe des zweistelligen Exponenten rechts in der Anzeige können Zahlen zwischen $1 \cdot 10^{-99}$ und $9.9999999 \cdot 10^{99}$ eingegeben werden. Nach Eintasten der maximal achtstelligen Mantisse drückt man [EE] und gibt den Zehnerexponenten ein. Negative Exponenten erhält man durch Betätigen der [+/−] Taste vor oder nach Eingabe der Exponentenziffern. Das Vorzeichen erscheint links vom Exponenten.

Tastet man mehr als zwei Exponentenziffern ein, so gelten stets die beiden zuletzt eingegebenen. Das kann man zur Korrektur einer falschen Exponenteneingabe verwenden.

Bedient man die Taste [EE] ohne vorher eine Mantisse eingegeben zu haben, wählt der Rechner automatisch die 1 als Mantisse.

INTERNE STELLENZAHL UND RUNDUNG

Der Rechner arbeitet unabhängig von der gewählten Anzahl der Nachkommastellen intern immer mit zehnstelliger Mantisse. Damit ist in jedem Fall eine hohe Rechengenauigkeit gewährleistet. Die letzte angezeigte Stelle wird automatisch gerundet.

EINGABE DER ZAHL Pi

Die Zahl π = 3.1415927 wird durch einfachen Druck auf die Taste [π] in die Anzeige gebracht. Eine vorher dort stehende Zahl wird überschrieben, muß also nicht gelöscht werden.

BEISPIEL ZUR ZAHLENEINGABE

Eingabe	Anzeige		Kommentar
Einschalten	0.00		Der Rechner wählt beim Einschalten Festkommaformat mit zwei Nachkommastellen
[π]	3.14		
[F] [FP] [4]	3.1416		Festkommaformat mit 4 Nachkommastellen. Die letzte Stelle wurde aufgerundet
[×] [EE] [4]	1	04	Mantisse 1 wurde automatisch gewählt
[=]	3.1416	04	Da die geforderte Zahl 31415.9265 die Stellenzahl des Rechners übersteigt, wird automatisch auf das wissenschaftliche Format umgeschaltet
[F] [ENG] [2]	31.416	03	Durch 3 teilbarer Exponent
[F] [SCI] [5]	3.14159	04	Wissenschaftliches Format, 5 Nachkommastellen

ABRUF DES GANZZAHLIGEN ANTEILS UND DER NACHKOMMA-ZIFFERN EINER ZAHL

Die Taste [F] [INT] ruft den ganzzahligen Anteil einer Zahl ab; mit [F] [FRAC] holt man die Nachkommastellen einer Zahl in die Anzeige.

Beispiel:

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [FP] [2]	beliebig	Formatwahl
[π]	3.14	
[F] [INT]	3	Ganzzahliger Anteil
[π]	3.14	
[F] [FRAC]	0.14	Nachkommaziffern

KORREKTUR VON EINGABEFEHLERN

Fehlerhafte Zahleneingabe löscht man durch einmaliges Bedienen der Taste [C/CE] Die übrigen vorher eingegebenen Informationen werden dadurch nicht verändert.

Beispiel: Fehlerkorrektur bei der Rechnung 2 x 4 = 8

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2 [x]	2	
3.	3	Fehlerhafte Zahleneingabe!
[C/CE]	0	Die Eingabe 3 wurde gelöscht; Die Eingabe 2 [x] bleibt gespeichert.
4	4	Richtiger Faktor.
[=]	8	Richtiges Ergebnis.

6. GRUNDRECHENARTEN

Es ist leicht, die Tasten und Schalterfunktionen Ihres Rechners zu beherrschen. Die folgenden Seiten zeigen Ihnen anhand von Beispielen die Bedienung. Arbeiten Sie bitte die Beispiele mit Ihrem eigenen Rechner durch!

Achten Sie darauf, daß zu Beginn jeder Rechnung alle Speicher gelöscht sind.

Um eine übersichtliche Darstellung zu erreichen, wird im Allgemeinen Festkommaformat mit 4 Nachkommastellen verwendet. Bei den Beispielen wird also immer die Bedienung der Tasten [F] [FP] [4] nach dem Einschalten des Rechners vorausgesetzt.

ADDITION UND SUBTRAKTION

Beispiel 1 : 5 + 3 = 8

Eingabe:	Anzeige
5 [+]	5
3 [=]	8

Beispiel 2 : 5 – 3 = 2

Eingabe	Anzeige
5 [–]	5
3 [=]	2

Beispiel 3 : 55.755 – 108.71 = –52.955

Eingabe	Anzeige	Kommentar
55.755	55.755	
[–]	55.755	
108.71	108.71	
[=]	–52.955	Das Vorzeichen links der Mantisse zeigt das negative Ergebnis an.

Die Tasten für die Grundrechenarten schließen die vorausgegangene Rechnung ab. Das Zwischenergebnis steht in der Anzeige. Die Taste [+] zum Beispiel hat die gleiche Funktion wie die Tastenkombination [=] [+]. Das sieht man an folgendem Beispiel:

Beispiel 4 : 2 − 6 + 9 = 5

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2 [−]	2	
6 [+]	−4	Die [+] Taste hat die Rechnung 2 − 6 abgeschlossen und das Zwischenergebnis, −4, in die Anzeige gebracht. Es ist nicht notwendig, die [=] Taste zu bedienen.
9 [=]	5	

Beispiel 5 : $2 \cdot 10^7 + 3 \cdot 10^{10} = 3.002 \cdot 10^{10}$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2 [EE]	2	00 Aktivierung der Exponenteneingabe.
7	2	07 Eingabe des Zehnerexponenten.
[+]	2	07
3 [EE]	3	00
10	3	10
[=]	3.002	$10 = 3.002 \cdot 10^{10}$

MULTIPLIKATION UND DIVISION

Beispiel 1 : 4.2 x 5.31 = 22.302

Eingabe	Anzeige
4.2 [x]	4.2
5.31 [=]	22.302

Beispiel 2 : 22.302 : 0.4 = 55.755

Eingabe	Anzeige	Kommentar
22.302 [÷]	22.302	
.4 [=]	55.755	Die Null muß nicht eingetastet werden!

Beispiel 3 : 2.3 x 13.57 ÷ 6.89 = 4.5299

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2.3 [x]	2.3	
13.57 [÷]	31.211	Die [÷] Taste hat die Rechnung abgeschlossen und das Zwischenergebnis 31.211 in die Anzeige gebracht. Es ist nicht notwendig, die [=] Taste zu bedienen.
6.89 [=]	4.5299	

FEHLERKORREKTUR

Wird im Verlauf einer Rechnung versehentlich eine falsche Grundrechenarten-Taste gedrückt, kann man den Fehler leicht korrigieren: Man bedient einfach in Anschluß an den falschen Befehl die richtige Taste.

Beispiel: 5 − 3 = 2

Eingabe	Anzeige	Kommentar
5	5	
[÷]	5	Fehlerhafte Eingabe
[−]	5	Anschließend richtige Eingabe
3 [=]	2	Korrektes Ergebnis

VERARBEITUNG VON KONSTANTEN (KONSTANTENAUTOMATIK)

ADDITION

Die **zweite** eingegebene Zahl einer Addition wird einschließlich Additionsbefehl gespeichert und kann beliebig oft abgerufen werden.

Beispiel: 3 + 5 = 8
7 + 5 = 12
9 + 5 = 14

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3	3	
[+] 5	5	Die Befehlsfolge [+] 5 wird automatisch gespeichert und steht zum Abruf zur Verfügung.
[=]	8	
7 [=]	12	Die gespeicherte Befehlsfolge [+] 5 wird mit dem [=] abgerufen: 5 wird zur 7 addiert.
9 [=]	14	

Wird die Konstante jeweils zum vorhergehenden Ergebnis addiert, so muß man nur noch die [=] Taste bedienen.

Beispiel: 2 + 3 + 3 + 3 = 11

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2	2	
[+] 3	3	Die Befehlsfolge [+] 3 wird gespeichert.
[=]	5	
[=]	8	Die [=] Taste ruft die Befehlsfolge [+] 3 ab und addiert so die 3 zu der 5, die in der Anzeige steht.
[=]	11	

SUBTRAKTION

Die **zweite** eingegebene Zahl einer Subtraktion wird einschließlich Subtraktionsbefehl gespeichert und kann beliebig oft abgerufen werden.

Beispiel: 9 − 3 = 6
15 − 3 = 12
21 − 3 = 18

Eingabe	Anzeige	Kommentar
9	9	
[−] 3	3	Die Befehlsfolge [−] 3 wird gespeichert.
[=]	6	
15 [=]	12	Die gespeicherte Befehlsfolge [−] 3 wird mit dem [=] abgerufen: 3 wird von 15 subtrahiert.
21 [=]	18	

Wird die Konstante jeweils vom vorhergehenden Ergebnis subtrahiert, so muß man nur noch die [=] Taste bedienen.

Beispiel: 15 − 3 − 3 − 3 = 6

Eingabe	Anzeige	Kommentar
15	15	
[−] 3	3	Die Befehlsfolge [−] 3 wird gespeichert.
[=]	12	
[=]	9	Die [=] Taste ruft die Befehlsfolge [−] 3 ab und subtrahiert so die 3 von der 12, die in der Anzeige steht.
[=]	6	

MULTIPLIKATION

Die **erste** eingegebene Zahl einer Multiplikation wird einschließlich Multiplikationsbefehl gespeichert und kann beliebig oft abgerufen werden.

Beispiel: 5 x 4 = 20
5 x 7 = 35
5 x 12 = 60

Eingabe	Anzeige	Kommentar
5 [x]	5	Die Befehlsfolge 5 [x] wird gespeichert.
4 [=]	20	
7 [=]	35	Die gespeicherte Befehlsfolge 5 [x] wird mit dem [=] abgerufen: 7 wird mit 5 multipliziert.
12 [=]	60	

Wird die Konstante jeweils mit dem vorhergehenden Ergebnis multipliziert, so muß man nur noch die [=] Taste bedienen.

Beispiel: $4^4 = 256$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
4 [x]	4	Die Befehlsfolge 4 [x] wird gespeichert.
[=]	16	Die [=] Taste ruft die die Befehlsfolge 4 [x] ab und multipliziert so 4 mit der 4 die in der Anzeige steht.
[=]	64	
[=]	256	

DIVISION

Die **zweite** eingegebene Zahl einer Division wird einschließlich Divisionsbefehl gespeichert und kann beliebig oft abgerufen werden.

Beispiel: 20 ÷ 5 = 4
35 ÷ 5 = 7
60 ÷ 5 = 12

Eingabe	Anzeige	Kommentar
20	20	
[÷] 5	5	Die Befehlsfolge [÷] 5 wird gespeichert.
[=]	4	
35 [=]	7	Die gespeicherte Befehlsfolge [÷] 5 wird mit dem [=] abgerufen: 35 wird durch 5 dividiert.
60 [=]	12	

Wird das vorhergehende Ergebnis jeweils durch die Konstante dividiert, so muß man nur noch die [=] Taste bedienen.

Beispiel: 4 ÷ 2 ÷ 2 ÷ 2 = 0,5

Eingabe	Anzeige	Kommentar
4	4	
[÷] 2	2	Die Befehlsfolge [÷] 2 wird gespeichert.
[=]	2	
[=]	1	Die [=] Taste ruft die gespeicherte Befehlsfolge [÷] 2 ab: 2 wird durch 2 dividiert.
[=]	0,5	

7. DIE KONSTANTENSPEICHER

Es stehen 10 rechnende Konstantenspeicher zur Verfügung, deren Inhalt bei der Ausführung algebraischer oder wissenschaftlicher Berechnungen nicht beeinflußt wird.
Lediglich bei Funktionen, die mehrere Eingabe- oder Ausgabedaten erfordern, stehen diese Werte in Speichern. Es sind dies:

Funktion	Belegte Speicher
[R↔P] : [(inv)] [R↔P]	M9
[F] [C↔S] : [(inv)] [F] [C↔S]	M8, M9
[F] [P^n_m] : [F] [C^n_m]	M9
Lineare Regression	M5 bis M9
Statistische Funktionen	M7 bis M9

Rechnet man mit einer dieser Funktionen, so kann man die angegebenen Speicherplätze nicht zusätzlich als Konstantenspeicher verwenden.

SPEICHERN EINER ZAHL

Eine Zahl in der Anzeige wird mit Hilfe der Taste [M] gefolgt von der Speichernummer [0] bis [9] gespeichert. Die ursprünglich in den Speichern stehenden Werte werden überschrieben. Die Speicher müssen also nicht gelöscht werden.

Beispiel: Die Zahl 5.1 im Speicher Nummer 6 soll von der Zahl 9.81 überschrieben werden.

Eingabe	Anzeige	Speicher 6	Kommentar
5.1	5.1	beliebig	
[M] [6]	5.1	5.1	5.1 wird im Speicher 6 gespeichert.
9.81	9.81	5.1	
[M] [6]	9.81	9.81	Die 5.1 im Speicher 6 wurde überschrieben; 9.81 ist gespeichert

SPEICHERABRUF

Die Zahlen in den Speichern werden mit Hilfe der Taste [MR] gefolgt von der Speichernummer [0] bis [9] in die Anzeige gerufen.

Die ursprünglich in der Anzeige stehende Zahl wird überschrieben, geht also verloren.

Beispiel: 5.12 : 4.1 = 1.2488
5.12 : 3.6 = 1.4222

Eingabe	Anzeige	Speicher 6
5.12 [M] [6]	5.12	5.12
[÷] 4.1	4.1	5.12
[=]	1.2488	5.12
[MR] [6]	5.12	5.12
[:] 3.6	3.6	5.12
[=]	1.4222	5.12

DATENAUSTAUSCH

Die Tastenfolge [F] [X↔M] [n] tauscht den Inhalt des Speichers [n] gegen die Zahl in der Anzeige aus. Damit lassen sich automatisch Zwischenergebnisse speichern.

Beispiel: Speichern eines Zwischenergebnisses

Eingabe	Anzeige	Speicher 1
3 [×]	3	beliebig
5 [=] [M] [1]	15	15
4 [×]	4	15
6 [=]	24	15
[F] [X↔M] [1]	15	24

SPEICHER ADDITION UND SUBTRAKTION

Mit der Tastenkombination [F] [M +] gefolgt von der Speichernummer wird die Zahl in der Anzeige zum Inhalt des angewählten Speichers addiert; mit [F] [M −] [n] wird die Zahl in der Anzeige vom Inhalt des angewählten Speichers subtrahiert.

Beispiel: $\sqrt{3^2 + 4^2 - 2^2} = 4.5826$ berechnet im Speicher 0

Eingabe	Anzeige	Speicher 0
3 [X] [=]	9	
[M] [0]	9	9
4 [X] [=]	16	9
[F] [M +] [0]	16	25
2 [X] [=]	4	25
[F] [M −] [0]	4	21
[MR] [0]	21	21
[√x]	4.5826	21

SPEICHER MULTIPLIKATION UND DIVISION

Mit der Tastenkombination [F] [M X] [n] wird der Wert im angewählten Speicher mit der Zahl in der Anzeige multipliziert.
Die Tastenkombination [F] [M :] [n] dividiert den Inhalt des angewählten Speichers durch die Zahl in der Anzeige.

Beispiel 1: $(1 + \ln 2)(1 + \sqrt{3}) = 4.6258$ berechnet im Speicher 1

Eingabe	Anzeige	Speicher 1
1 [+]	1	
2 [ln]	0.6931	
[=] [M] [1]	1.6931	1.6931
1 [+]	1	1.6931
3 [√x]	1.7321	1.6931
[=]	2.7321	1.6931
[F] [M X] [1]	2.7321	4.6258
[MR] [1]	4.6258	4.6258

Beispiel 2: $\dfrac{2 \times 0.6231 + \sin 25.4^0}{2 \times 0.6231 - \sin 25.4^0} = 2.0497$

Um das mehrmalige Eintasten der Zahlen zu sparen, speichert man 2×0.6231 in Speicher 1 und $\sin 25.4^0$ in Speicher 2

Eingabe	Anzeige	Speicher 1	Speicher 2
0.6231 [M] [1]	0.6231	0.6231	
2	2	0.6231	
[F] [MX] [1]	2	1.2462	
25.4 [sin]	0.4289	1.2462	
[M] [2]	0.4289	1.2462	0.4289
[MR] [1] [+]	1.2462	1.2462	0.4289
[MR] [2] [÷]	1.6751	1.2462	0.4289
[(]	0	1.2462	0.4289
[MR] [1] [−]	1.2462	1.2462	0.4289
[MR] [2] [)]	0.8173	1.2462	0.4289
[=]	2.0497	1.2462	0.4289

GESAMTSPEICHERARITHMETIK

Mit Hilfe der Tasten [F] [9M] kann man die vier Grundrechenarten gleichzeitig in allen 10 Speichern durchführen. Sollen etwa alle 10 Speicher mit der Zahl in der Anzeige multipliziert werden, so verwendet man die Eingabe [F] [M×] [F] [9M]. Nimmt man an Stelle von [M×] die Funktionen [M÷], [M+] oder [M−], so wird in allen 10 Speichern eine Division, Addition oder Subtraktion ausgeführt.

Beispiel: In jedem Speicher steht die Zahl, die der Speichernummer entspricht. Jede dieser Zahlen soll mit 5 multipliziert werden.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
0 [M] [0]	0	0 in Speicher 0
1 [M] [1]	1	1 in Speicher 1
: : :	:	
9 [M] [9]	9	9 in Speicher 9
5	5	
[F] [M×] [F] [9M]	5	Multiplikation aller Speicher mit Faktor 5
[MR] [0]	0	0 × 5 = 0
[MR] [1]	5	1 × 5 = 5
[MR] [2]	10	2 × 5 = 10
: : :	:	
[MR] [9]	45	9 × 5 = 45

8. DIE KLAMMERN

Ihr Rechner hat 4 Klammerregister. Die Klammern können beliebig geschachtelt werden; sie dürfen im Exponenten stehen und Funktionswerte enthalten. Öffnet man mehr als 4 Klammern, erscheint in der Anzeige die Fehlermeldung. Die Taste [=] schließt automatisch alle vorher geöffneten Klammern; in der Anzeige steht sofort das Endergebnis. Beim Setzen der Klammern muß man darauf Rücksicht nehmen, daß der Rechner nicht nach dem Grundsatz „Punktrechnung (Multiplikation und Division) hat Vorrang vor Strichrechnung (Addition und Subtraktion)" arbeitet.

Die Klammern werden also manchmal anders gesetzt als im algebraischen Ausdruck. In der üblichen Schreibweise läßt man das Malzeichen vor Klammern häufig weg. Bei einem Rechner darf das nicht praktiziert werden, da er sonst nicht weiß, welche Rechenoperation mit dem Klammerausdruck ausgeführt werden soll.

Beispiel 1: 2 x 3 + (4 x 5) = 26

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2 [x]	2	
3 [+]	6	Das erste Produkt braucht nicht eingeklammert zu werden, da der [+] Befehl die Berechnung von 2 x 3 veranlaßt.
[(]	0	Die Information 6 + wird im ersten Klammerregister gespeichert.
4 [x]	4	
5 [)]	20	Beim Schließen der Klammer wird der eingeklammerte Ausdruck berechnet. Interessiert dieser Wert nicht, kann man hier auf das Schließen der Klammer verzichten.
[=]	26	Der Klammerausdruck wird zu dem gespeicherten Wert 6 addiert.

Würde die Rechnung ohne Verwendung der Klammer eingetastet, so wäre das Ergebnis 50, da die Tasten für die Grundrechenarten die Berechnung des vorangehenden Ausdrucks veranlassen, also 2 [x] 3 [+] 4 [x] 5 = (2 · 3 + 4) 5 = 50

Beispiel 2: 1.5 x 2 + 4 (5 − 2) = 15 wird eingetastet wie

1.5 [x] 2 [+] [((4 [x] [((5 [−] 2 [)] [)] [=]

Eingabe	Anzeige
1.5 [x]	1.5
2 [+]	3
[(]	0
4 [x]	4
[(]	0
5 [−]	5
2 [=]	15

Wenn man im Zweifel ist, ob und wo man Klammern setzen soll, überlege man immer, wie der Rechner ohne Klammern weiter rechnen würde.

9. DIE FUNKTIONSTASTEN

9.1 FUNKTIONEN MIT EINER VERÄNDERLICHEN

Die Befehle $\sqrt{x}$, 1/x, lg, 10^x, ln, e^x, n!, die Winkel- und Maßumrechnungen, die Umrechnung von der sexagesimalen in die dezimale Schreibweise, die trigonometrischen Funktionen, die Hyperbelfunktionen und deren Umkehrfunktionen beziehen sich jeweils auf die Zahl in der Anzeige. Der Rechner ermittelt die betreffenden Funktionswerte und schreibt sie in die Anzeige. Zur Berechnung der Funktionswerte besitzt der Rechner eigene Rechenwerke. Alle gespeicherten Daten bleiben daher erhalten. Das hat den Vorteil, daß man Grundrechenarten, Exponentialrechnungen und Klammerrechnungen unter Einbeziehung von Funktionswerten ausführen kann. Die Berechnung der Funktionswerte nimmt bis zu vier Sekunden in Anspruch. Während dieser Zeit ist die Anzeige dunkel und es werden keine Daten angenommen.

Die über den Tasten stehenden Funktionen werden mit der Doppelfunktionstaste [F] abgerufen. Wurde [F] gedrückt, so erscheint zur Kontrolle links in der Anzeige ein Punkt. Nochmalige Bedienung der Taste [F] löscht den Doppelfunktionsbefehl.

Umkehrfunktionen ruft man mit der Taste [(inv)] ab. Auch diesen Befehl kann man durch nochmaliges Bedienen der Taste löschen. Wünscht man die Umkehrfunktion einer über den Tasten stehenden Funktion, so muß man die Tasten stets in der Reihenfolge [(inv)] [F] bedienen. Im Text wird die tatsächlich abgerufene Funktion gedruckt. Bedient man etwa die Tasten [F] und [ln], so wird die Funktion e^x abgerufen und man schreibt daher [F] [e^x]

QUADRATWURZEL $\sqrt{x}$ $x \geq 0$

Beispiel 1: $\sqrt{\sqrt{4096}} = 8$

Eingabe	Anzeige
4096 [$\sqrt{x}$]	64
[$\sqrt{x}$]	8

Beispiel 2: $(6 + \sqrt{8}) \times 3 = 26.4853$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
6 [+]	6	
8 [√x]	2.8284	Die Berechnung von $\sqrt{8}$ erfolgt in einem gesonderten Rechenwerk. Die Information 6+ bleibt daher im Rechner gespeichert.
[x]	8.8284	Durch Druck auf die [x] Taste wird der Inhalt der Klammer berechnet und gleichzeitig der Multiplikationsbefehl gegeben.
3 [=]	26.4853	

KEHRWERT $1/x \quad x \neq 0$

Beispiel: $\frac{1}{27 + 33} = 0.0167$

Eingabe	Anzeige
27 [+]	27
33 [=]	60
[F] [1/x]	0.0167

QUADRAT x^2

Den Wert x^2 berechnet man mit Hilfe der Konstantenautomatik.

Beispiel 1: $5^2 = 25$

Eingabe	Anzeige
5 [x]	5
[=]	25

Beispiel 2: $(3 + 1.5^2)^2 = 27.5625$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [+]	3	
[(]	0	Da der Rechner nicht „Punkt vor Strich" rechnet, muß das Produkt geklammert werden.
1.5 [x] [=]	5.25	Das Zeichen [=] schließt automatisch die Klammer
[x] [=]	27.5625	

GANZZAHLIGE POTENZEN VON x $\quad x^n$

Die Funktion x^n wird entweder mit der Taste [y^x] errechnet oder meist einfacher mit Hilfe der Konstantenautomatik.

Beispiel: $3^2 = 9$
$3^3 = 27$
$3^4 = 81$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [x]	3	
[=]	9	Eine 3 braucht nicht mehr eingetastet zu werden, sie steht schon in der Anzeige.
[=]	27	Die Konstantenautomatik multipliziert 9 mit der gespeicherten 3.
[=]	81	

NATÜRLICHER LOGARITHMUS ln x $\quad x > 0$

Beispiel: 3 ln 432 = 18.2053

Eingabe	Anzeige
3 [x]	3
432 [ln]	6.0684
[=]	18.2053

POTENZ ZUR BASIS e e^x

Beispiel: $e^{-0,2} = 0.8187$

Eingabe	Anzeige
0.2 [+/−]	−0.2
[F] [e^x]	0.8187

LOGARITHMUS ZUR BASIS 10 (DEKADISCHER, BRIGGSCHER LOGARITHMUS) lg x, $x > 0$

Beispiel: $\sqrt{\lg 14} = 1.0706$

Eingabe	Anzeige
14 [log]	1.1461
[$\sqrt{x}$]	1.0706

FAKULTÄT n! $n \leq 69$

Die Fakultät n! einer natürlichen Zahl ist definiert als n! = 1 X 2 X 3 X 4 X . . . . X n. Sie wird in der Kombinatorik, in der Statistik und bei der Wahrscheinlichkeitsrechnung verwendet.

Beispiel: 4! X 5! = 2880

Eingabe	Anzeige
4 [F] [n!] [X]	24
5 [F] [n!]	120
[=]	2880

UMRECHNUNGEN VON EINHEITEN

Es können folgende Einheitenumrechnungen durchgeführt werden:

[F] [(°F) °C]	°Fahrenheit ⟶ °Celsius
[F] [(in) cm]	Inch ⟶ Zentimeter
[F] [(gal) l]	US Gallonen ⟶ Liter
[F] [(lb) kg]	Engl. Pfund ⟶ Kilogramm
[(inv)] [F] [(°F) °C]	°Celsius ⟶ °Fahrenheit
[(inv)] [F] [(in) cm]	Zentimeter ⟶ Inch
[(inv)] [F] [(gal) l]	Liter ⟶ Gallonen
[(inv)] [F] [(lb) kg]	Kilogramm ⟶ Engl. Pfund

Beispiel: 5 cm = 1.9685 Inch

Eingabe	Anzeige
5 [(inv)] [F] [(in) cm]	1.9685

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN sin, cos, tan

TRIGONOMETRISCHE UMKEHRFUNKTIONEN arcsin, arccos, arctan

Die trigonometrischen Funktionen können von Winkeln in allen üblichen Einheiten berechnet werden. Die Einheit wählt man mit folgenden Tastenkombinationen:

[F] [deg]	Einheit grad (Altgrad, °)
[F] [rad]	Einheit rad (Radiant, Bogenmaß)
[F] [grad]	Einheit gon (Neugrad)

Nach Einschalten des Rechners ist automatisch die Einheit grad eingestellt. Um Verwechslungen vorzubeugen beachte man, daß die bei der Rechnerbeschriftung verwendete englische Abkürzung grad für gradian (Neugrad) mit der deutschen Normbezeichnung grad für Altgrad übereinstimmt. Die Winkel dürfen beliebig große positive und negative Werte annehmen. Ist ein Winkel sexagesimal geteilt, also in Grad, Minuten und Sekunden gegeben, so muß man ihn vor Anwendung der Winkelfunktionstasten in einen dezimal geteilten Winkel umrechnen.

UMRECHNUNG VON SEXAGESIMAL GETEILTEN WINKELN

Mit Hilfe der Taste [hms] rechnet man dezimal geteilte Winkel in sexagesimal geteilte Winkel um.

Eingabeablauf: Eintasten des dezimal geteilten Winkels, [hms]
In der Anzeige stehen vor dem Komma die ganzen Grad (G), nach dem Komma die Minuten (M) und Sekunden (S), also GG.MMSS.

Beispiel: 39.417° = 39°25'1"

Eingabe	Anzeige
39.417 [hms]	39.2501

Mit Hilfe der Tasten [(inv)] [hms] rechnet man sexagesimal geteilte Winkel in dezimal geteilte Winkel um.

Eingabeablauf: Eintasten der ganzen Grad, [·], Eintasten der Minuten, Eintasten der Sekunden, [(inv)] [hms]. In der Anzeige steht der dezimal geteilte Winkel.

Beispiel: 25°30'4" = 25,5011°

Eingabe	Anzeige	Kommentar
25 [·]	25	25°
30	25.30	30′
04	25.3004	4″ Man achte auf die Null, damit der Rechner nicht 40″ liest!
[(inv)] [hms]	25.5011	

SINUS sin x

Beispiel: sin 45° = 0.7071

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [deg]	beliebig	Winkeleinheit grad
45 [sin]	0.7071	

COSINUS cos x

Beispiel: 1 + cos (π/3) = 1.5

Eingabe	Anzeige
[F] [rad]	beliebig
1 [+]	1
[(] [π] [÷]	3.1416
3 [)]	1.0472
[cos]	0.5
[=]	1.5

TANGENS tan x

Beispiel 1: tan (50 gon) = 1

Eingabe	Anzeige
[F] [grad]	beliebig
50 [tan]	1

Beispiel 2: tan (45° 26′ 17″) = 1.0154

Eingabe	Anzeige
[F] [deg]	beliebig
45.2617	45.2617
[(inv)] [hms]	45.4381
[tan]	1.0154

ARCUSSINUS arcsin x $-1 \leq x \leq +1$

Beispiel: arcsin (−0.5) = −30°

Eingabe	Anzeige
[F] [deg]	beliebig
0.5 [+/−]	−0.5
[(inv)] [sin]	−30

ARCUSCOSINUS arcos x $-1 \leq x \leq +1$

Beispiel: arccos 0.5 = 1.0472 = π/3

Eingabe	Anzeige
[F] [rad]	beliebig
0.5 [(inv)] [cos]	1.0472
[÷] [π] [=]	0.3333
[F] [1/x]	3

ARCUSTANGENS arctan x

Beispiel: $7.45 + (\arctan 5.5)^2 = 9.3847$

Eingabe	Anzeige
F rad	beliebig
7.45 +	7.45
(5.5	5.5
(inv) tan	1.3909
× =	9.3847

HYPERBELFUNKTIONEN sinh, cosh, tanh

Die drei Hyperbelfunktionen sind wie folgt definiert:

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2};\ \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2};\ \tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

Die drei Gleichungen werden im Rechner automatisch ausgewertet.

Beispiel: $\sinh 0.82 = 0.915$

Eingabe	Anzeige
0.82 F sinh	0.915

HYPERBEL-UMKEHRFUNKTIONEN arsinh, arcosh, artanh

Die Definition der hyperbolischen Umkehrfunktionen lautet:

$$\text{arsinh } x = \ln (x + \sqrt{x^2 + 1});\ \text{arcosh } x = \ln (x + \sqrt{x^2 - 1});$$

$$\text{artanh } x = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + x}{1 - x}$$

Auch diese drei Beziehungen werden automatisch ausgewertet.

(inv) F sinh = arsinh
(inv) F cosh = arcosh
(inv) F tanh = artanh

Beispiel: $\text{artanh } 0.8 = 1.0986$

Eingabe	Anzeige
0.8 (inv) F tanh	1.0986

9.2 FUNKTIONEN MIT MEHREREN VERÄNDERLICHEN

Bei der Arbeit mit den hier aufgeführten Funktionen müssen stets mehrere Zahlenwerte eingegeben werden. Auf die Reihenfolge der Eingabe ist streng zu achten!

POTENZ ZU EINER BELIEBIGEN BASIS y^x, $y > 0$

Mit Hilfe dieser Taste berechnet man den Potenzwert y^x auf folgende Weise: Eintasten von y, Druck auf die y^x Taste, Eintasten von x, Druck auf die = Taste oder eine Grundrechenarten-Taste.

Beispiel 1: $2^{-3} = 0.125$

Eingabe	Anzeige
2 y^x	2
3 +/−	−3
=	0.125

Die Taste y^x schließt ähnlich wie die Tasten für die Grundrechenarten die vorangegangene Rechnung ab, wirkt also wie die Tastenkombination = y^x

Beispiel 2: $(3 + 1.7)^{2.5} + 2.11 = 50$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 +	3	
1.7 y^x	4.7	Die Taste y^x hat die Rechnung 3 + 1.7 abgeschlossen und das Zwischenergebnis 4.7 in die Anzeige gebracht. Taste = braucht hier nicht gedrückt zu werden.
2.5 +	47.89	Die Taste + ist der Tastenkombination = + gleichwertig.
2.11 =	50	

Der Exponent wird einschließlich Potenzierbefehl gespeichert und kann beliebig oft abgerufen werden.

Beispiel 3: $2^3 = 8$
$4^3 = 64$
$3^3 = 27$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2	2	
[y^x] 3	3	Die Befehlsfolge [y^x] 3 wird automatisch gespeichert und steht zum Abruf zur Verfügung.
[=]	8	
[=]	64	Die gespeicherte Befehlsfolge [y^x] 3 wird mit der [=] Taste abgerufen. 4 wird in die 3. Potenz erhoben.
3 [=]	27	

WURZEL MIT BELIEBIGEM WURZELEXPONENTEN $\sqrt[x]{y}$; $y > 0$

Die Funktion [x√y] berechnet man wie folgt: Eingabe der Basis y, [F] [$\sqrt[x]{y}$], Eintasten des Wurzelexponenten x, Druck auf die Taste [=] oder eine Grundrechenarten-Taste.

Beispiel: $\sqrt[7]{1 + 127} = 2$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
1 [+]	1	
127 [F] [$\sqrt[x]{y}$]	128	Die Taste [$\sqrt[x]{y}$] hat die vorhergehende Rechnung abgeschlossen.
7 [=]	2	

Wie bei der allgemeinen Exponentialfunktion kann man auch hier die Konstantenautomatik verwenden.

LOGARITHMUS ZU EINER BELIEBIGEN BASIS $\log_a b$

$a>0$; $b>0$. Den Logarithmus von b zur Basis a, also $\log_a b$ erhält man aus der Gleichung:

$$\log_a b = \frac{\lg b}{\lg a} = \frac{\ln b}{\ln a}$$

Beispiel: $\log_2 423 = 8.7245$

Eingabe	Anzeige
423 [log]	2.6263
[:]	2.6263
2 [log]	0.301
[=]	8.7245

PROZENTRECHNUNG

Prozentwerte werden wie folgt berechnet: Eingabe des Grundwertes, [+] (Aufschlag) oder [−] (Abschlag), Eingabe des Prozentsatzes, [%], [=] oder eine Grundrechenarten-Taste.

Beispiel 1: Eine Ware ist mit 427 DM ausgezeichnet. Man kauft sie mit 2% Skonto. Wie groß sind Prozentwert und Barpreis?

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [FP] 2	beliebig	Kaufmännische Rechnungen sind nur mit Pfennigbeträgen sinnvoll
427 [−]	427	Grundpreis
2 [%]	8.54	Prozentwert
[=]	418.46	Barpreis

Beispiel 2: Einem Händler wird eine Ware zu DM 245,– angeboten. Er erhält 15% Rabatt und 2% Skonto, muß aber DM 8,50 Bezugskosten tragen. Wie teuer kann er anbieten, wenn er mit 18% Handlungskosten und 7% Gewinn rechnet?

Eingabe	Anzeige	Kommentar
245 [−]	245	Angebot
15 [%]	36.75	Rabatt
[−] 2 [%]	4.17	Skonto
[+] 8.5	8.5	Bezugskosten
[+]	212.59	Bezugspreis
18 [%]	38.27	Handlungskosten
[+] 7 [%]	17.56	Gewinn
[=]	268.41	Verkaufspreis

Beispiel 3: 125 ist 25% von welcher Zahl?

Eingabe	Anzeige	Kommentar
125 [:]	125	
25 [%]	500	125 ist 25% von 500

PROZENTUALE ABWEICHUNG

Die Tastenkombination [F] [Δ %] berechnet die prozentuale Abweichung

$$\Delta\% = \frac{\text{Zahl} - \text{Grundwert}}{\text{Grundwert}}$$

Sie wird wie folgt ermittelt: Eingabe des Grundwertes (100%-Wert), [F] [Δ %] Eingabe der Zahl, [=] oder Grundrechenartentaste.

Beispiel 1: Der Mittelwert einer Meßreihe beträgt 4.27. Wie groß ist die prozentuale Abweichung der Messung 4.18 vom Mittelwert?

Eingabe	Anzeige	Kommentar
4.27 [F] [Δ %]	4.27	Mittelwert = 100%
4.18 [=]	−2.1077	Die Messung liegt 2.1077% unter dem Mittelwert.

Beispiel 2: Ein Produkt wird für DM 11,23 gekauft und für DM 15,40 verkauft. Wieviel Prozent beträgt der Aufschlag auf den Einkaufspreis?

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [FP] 2	beliebig	
11.23 [F] [Δ %]	11.23	Einkaufspreis = 100%
15.4 [=]	37.13	Der Aufschlag beträgt 37.13%.

UMWANDLUNG VON RECHTWINKLIGEN KOORDINATEN IN POLARKOORDINATEN

Sind vom Punkt P in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die x - Koordinate a und die y - Koordinate b bekannt, so errechnet man die Länge r des Zeigers, der vom Koordinatenursprung zu P führt aus der Beziehung $r = \sqrt{a^2 + b^2}$. Den Winkel zwischen Zeiger und x - Achse liefert die Gleichung $\vartheta = \arctan \frac{b}{a}$. Die Taste [R↔P] wertet diese Formeln automatisch aus. Dabei ist die Einheit von ϑ entsprechend der Aufgabenstellung zu wählen.

Eingabeablauf: Eintasten von b, Speichern des Wertes in Speicher 9, also [M] [9]. Eintasten von a, [R↔P]. In der Anzeige steht r. Zum Abruf von ϑ, das jetzt in Speicher 9 steht, drückt man [F] [X↔M] [9]. In der Anzeige steht nun ϑ; r wurde in Speicher 9 getauscht, ging also nicht verloren.

Beispiel: a = 4; b = 3; Lösung: r = 5; $\vartheta = 36.8699°$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [deg]	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
3 [M] [9]	3	Eingabe von b in Speicher 9
4	4	Eingabe von a
[R↔P]	5	Wert von r
[F] [X↔M] [9]	36.8699	Wert von ϑ; r in Speicher 9

UMWANDLUNG VON POLARKOORDINATEN IN RECHTWINKLIGE KOORDINATEN

Sind von einem Zeiger die Länge r und der Winkel ϑ gegenüber der x - Achse bekannt (Polarkoordinanten) so erhält man die Projektion a des Zeigers auf die x - Achse mit der Beziehung $a = r \cos \vartheta$ und die Projektion b auf die y - Achse mit $b = r \sin \vartheta$ (rechtwinklige Koordinaten).

Die Tastenkombination [(inv)] [R↔P] wertet diese Formeln automatisch aus. Die Einheit von ϑ wählt man entsprechend der Aufgabenstellung.

Eingabeablauf: Eintasten von ϑ, Speichern des Wertes in Speicher 9, also [M] [9], Eintasten von r, [(inv)] [R↔P] In der Anzeige steht a. Zum Abruf von b, das jetzt in Speicher 9 steht, drückt man [F] [X↔M] [9]. In der Anzeige steht nun b; a wurde in Speicher 9 getauscht, ging also nicht verloren.

Beispiel: ϑ = 50,5°; r = 5; Lösung: a = 3.1804; b = 3.8581

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [deg]	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
50.5 [M] [9]	50.5	Eingabe von ϑ in Speicher 9
5	5	Eingabe von r
[(inv)] [R↔P]	3.1804	Wert von a
[F] [X↔M] [9]	3.8581	Wert von b; a in Speicher 9

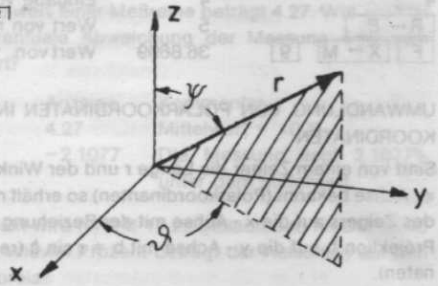
UMWANDLUNG VON KARTESISCHEN KOORDINATEN IN KUGELKOORDINATEN

Sind von einem Punkt P im rechtwinkligen Koordinatensystem x - Koordinate a, y - Koordinate b und z - Koordinate c gegeben, so errechnet man die Kugelkoordinaten mit den Beziehungen

$$r = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

$$\vartheta = \arctan \frac{b}{a}$$

$$\psi = \arccos \frac{c}{r}$$



Wählt man die Einheit der Winkel entsprechend der Aufgabenstellung, so wertet die Tastenkombination [F] [C↔S] die Formeln automatisch aus. Da die Ergebnisse in den Speichern 8 und 9 stehen, kann man diese Speicher nicht gleichzeitig als Konstantenspeicher verwenden.

Eingabeablauf: Man speichert c in Speicher 8, b in Speicher 9 und schreibt a in die Anzeige. Nach Betätigung der Tasten [F] [C↔S] erscheint in der Anzeige r; ϑ steht in Speicher 9 und ψ in Speicher 8.

Beispiel: a = 3; b = 4; c = 5
Lösung: r = 7.0711; ϑ = 53.1301°; ψ = 45°

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [deg]	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
5 [M] [8]	5	Eingabe der z - Koordinate c
4 [M] [9]	4	Eingabe der y - Koordinate b
3	3	Eingabe der x - Koordinate a
[F] [C↔S]	7.0711	Zeigerlänge r
[M] [7]	7.0711	Speichern von r für die weitere Verwendung
[MR] [9]	53.1301	Azimut ϑ
[MR] [8]	45	ψ

UMWANDLUNG VON KUGELKOORDINATEN IN KARTESISCHE KOORDINATEN

Sind von einem Zeiger die Kugelkoordinaten r, ϑ und ψ gegeben, so erhält man die kartesischen Koordinaten a, b und c mit den Beziehungen

$$a = r \cos\vartheta \sin\psi; \qquad b = r \sin\vartheta \sin\psi; \qquad c = r \cos\psi$$

Wählt man die Einheit der Winkel entsprechend der Aufgabenstellung, so wertet die Tastenkombination [(inv)] [F] [C↔S] die Formeln automatisch aus. Da die Ergebnisse in den Speichern 8 und 9 stehen, kann man diese Speicher nicht gleichzeitig als Konstantenspeicher verwenden.

Eingabeablauf: Man speichert ϑ in Speicher 9, ψ in Speicher 8 und schreibt r in die Anzeige. Nach Betätigung der Tastenkombination [(inv)] [F] [C↔S] erscheint in der Anzeige a; b steht in Speicher 9 und c in Speicher 8.

Beispiel: r = 20; ϑ = 35°; ψ = 65°
Lösung: a = 14.8481; b = 10.3967; c = 8.4524

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [deg]	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
35 [M] [9]	35	ϑ = 35°
65 [M] [8]	65	ψ = 65°
20	20	r = 20
[(inv)] [F] [C↔S]	14.8481	x - Koordinate a
[M] [7]	14.8481	Speichern von a für die weitere Verwendung
[MR] [9]	10.3967	y - Koordinate b
[MR] [8]	8.4524	z - Koordinate c

DIE VARIATIONEN

Die Anzahl aller möglichen Zusammenstellungen von je m aus n Elementen unter Berücksichtigung der Reihenfolge nennt man die Anzahl der Variationen von n Elementen zur m ten Klasse. Im englischen Sprachgebrauch wird diese Anzahl oft als „Permutation" bezeichnet, was zu Fehlinterpretationen führen kann. Der Rechner ermittelt die Anzahl der Variationen von n Elementen zur m ten Klasse ohne Wiederholung:

$$V(n,m) = n(n-1)(n-2)\ldots\ldots(n-m+1) \quad \frac{n!}{(n-m)!} = \binom{n}{m} m!$$

Aus der Definition folgt $n \geq m$. n und m müssen natürliche Zahlen kleiner 100 sein. In manchen Fällen kann bereits ein Wert größer 69 zum Überlauf führen, was in der Anzeige mit dem Symbol ⌐ signalisiert wird.
Die Funktion wird wie folgt abgerufen: Speichern von m im Speicher 9, Eintasten von n, [F] [P^n_m] In der Anzeige steht V(n,m).

Beispiel: Man ermittle die Anzahl der Variationen von 15 Elementen zur dritten Klasse ohne Wiederholung.

Eingabe

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [M] [9]	3	Anzahl der jeweils ausgewählten Elemente
15	15	Anzahl der Elemente
[F] [P^n_m]	2730	Anzahl der Variationen

DIE KOMBINATIONEN

Die Anzahl aller möglichen Zusammenstellungen von je m aus n Elementen ohne Rücksicht auf die Reihenfolge nennt man die Anzahl der Kombinationen von n Elementen zur m ten Klasse. Der Rechner ermittelt die Anzahl der Kombinationen aus n Elementen ohne Wiederholung. Diese Zahl ist identisch mit dem Binominalkoeffizienten $\binom{n}{m}$.

$$C(n,m) = \frac{n(n-1)(n-2)\cdots(n-m+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \cdots \cdot m} = \frac{n!}{m!\,(n-m)!} = \binom{n}{m}$$

Aus der Definition folgt $n \geq m$. n und m müssen natürliche Zahlen kleiner 100 sein.
Die Funktion wird wie folgt abgerufen: Speichern von m in Speicher 9, Eintasten von n, [F] [C^n_m] In der Anzeige steht C(n,m).

Beispiel: Man ermittle die Anzahl der Kombinationen von 15 Elementen zur dritten Klasse ohne Wiederholung.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [M] [9]	3	Anzahl der jeweils ausgewählten Elemente
15	15	Anzahl der Elemente
[F] [C^n_m]	455	Anzahl der Kombinationen

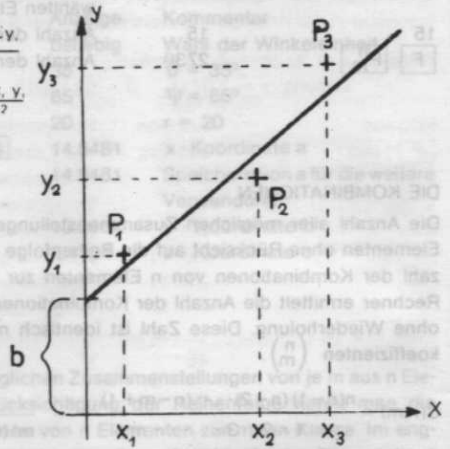
Besteht bei einer Meßreihe mit n Meßpunkten $P_i(x_i/y_i)$ ein linearer Zusammenhang zwischen x und y, entsprechend der Gleichung

$$y = m\,x + b,$$

so ermittelt der Rechner die Konstanten m und b der Geraden nach der Methode der kleinsten Quadrate.

$$m = \frac{n\,\Sigma x_i y_i - \Sigma x_i \cdot \Sigma y_i}{n\,\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}$$

$$b = \frac{\Sigma y_i \cdot \Sigma x_i^2 - \Sigma x_i \cdot \Sigma x_i y_i}{n\,\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}$$



Die für eine Reihe von Korrelationsrechnungen interessanten Summen von x_i und y_i findet man in den Speichern und zwar:

$\Sigma\ x_i y_i$ in Speicher 5

$\Sigma\ y_i$ in Speicher 6

$\Sigma\ x_i^2$ in Speicher 7

$\Sigma\ x_i$ in Speicher 8

n in Speicher 9

Die Speicher können während der Eingabe jederzeit abgerufen werden; sie stehen daher nicht als zusätzliche Konstantenspeicher zur Verfügung. Die Höchstzahl der Meßwertpaare die der Rechner annimmt beträgt 99.

Eingabeablauf: Löschen der Speicher 5 bis 9, Eingabe von x_1, [Ci], Eingabe von y_1, [Ci]. In der Anzeige steht 1, also die Anzahl der eingegebenen Wertepaare. Genauso tastet man die weiteren Wertepaare ein. Jeweils im Anschluß an die Eingabe des y - Wertes erscheint i in der Anzeige.

Beispiel 1: Eine Reihe von Meßwerten ist in der folgenden Tabelle gegeben. Es wird ein linearer Zusammenhang angenommen. Die Steigung m und die Konstante b der Ausgleichsgeraden sollen berechnet werden.

x	3	2.7	3.5	2.9	2.4	3.1	3.0	2.9
y	20	21	28	22	19	22	23	20

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [CA]	0	Löschen aller Speicher
3 [Ci]	3	x_1
20	20	y_1
[Ci]	1	n = 1
2.7 [Ci]	2.7	x_2
21	21	y_2
[Ci]	2	n = 2
.	.	.
.	.	.
20	20	y_n
[Ci]	8	n = 8
[F] [slope]	7.4955	m = 7.4955
[F] [intcp]	−0.1431	b = −0.1431
[MR] [5]	519.3	$\sum x_i y_i$
[MR] [6]	175	$\sum y_i$
[MR] [7]	69.73	$\sum x_i^2$
[MR] [8]	23.5	$\sum x_i$
[MR] [9]	8	n

Die Gleichung der Ausgleichsgeraden lautet damit:

$$y = 7.4955\,x - 0.1431$$

Hat man alle Meßpunkte eingetastet, so kann man mit der Taste [Cs] den zu einem gegebenen x - Wert gehörigen y - Wert auf der Ausgleichsgeraden finden. Die Tastenfolge [(inv)] [Cs] ermittelt den zu einem gegebenen y - Wert gehörigen x - Wert.

Beispiel 2: Im Anschluß an das vorhergehende Beispiel soll berechnet werden, welcher y - Wert zu x = 4 und welcher x - Wert zu y = 19.5 gehört.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
4 [Cs]	29.839	Der Punkt P(4/29.839) liegt auf der Ausgleichsgeraden
19.5 [(inv)] [Cs]	2.6206	Der Punkt P(2.6206/19.5) liegt auf der Ausgleichsgeraden

Auch bei nichtlinearen Funktionen kann man mit Hilfe des Programms für die lineare Regression eine Ausgleichskurve finden. Man muß lediglich mittels einer geeigneten Transformation die Kurve in eine Gerade überführen.

Beispiel 3: Gegeben sind die Meßwertpaare

x_i	0	1	2	3	4	5
y_i	1.47	29	600	$1.2 \cdot 10^3$	$2.44 \cdot 10^5$	$4.9 \cdot 10^6$

Es wird ein exponentieller Zusammenhang nach der Gleichung

$$y = A\, e^{B\,x}$$

erwartet. Welche Werte haben die Konstanten A und B?
Durch Logarithmieren der Gleichung erhält man

$$\ln y = \ln A + B\,x$$

also einen linearen Zusammenhang analog

$$y = b + m\,x$$

Man tastet daher die Wertepaare x und ln y in den Rechner ein und ermittelt m und b. Durch Koeffizientenvergleich folgt B = m und ln A = b, also $A = e^b$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [CA]	0	Löschung aller Speicher
0 [Ci]	0	x_1
1.47 [ln]	0.3853	$\ln y_1$
[Ci]	1	n = 1
1 [Ci]	1	x_2
29 [ln]	3.3673	$\ln y_2$
[Ci]	2	n = 2
4.9 [EE] 6 [ln]	15.4047	$\ln y_6$
[Ci]	6	n = 6
[F] [slope]	2.9401	m = B = 2.9401
[F] [intcp]	0.158	b = 0.158
[F] [e^x]	1.1711	$A = e^b = 1.1711$

Der gesuchte Zusammenhang lautet also

$$y = 1.1711\, e^{2.9401\,x}$$

9.3 STATISTISCHE FUNKTIONEN

Mit Hilfe eines integrierten Statistik-Programms ermittelt der Rechner aus den mit der Taste [Xn] eingegebenen Daten unter Annahme einer Gaußverteilung folgende statistische Funktionswerte:

n Anzahl der eingegebenen Daten

Σx Summe der eingegebenen Daten

$$\Sigma x = x_1 + x_2 + \ldots\ldots + x_n$$

Σx^2 Summe der Quadrate der eingegebenen Daten

$$\Sigma x^2 = x_1^2 + x_2^2 + \ldots\ldots + x_n^2$$

$\bar{x}$ Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots\ldots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\,\Sigma x$$

s Standardabweichung mit (n − 1) − Gewichtung

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

s Varianz mit n − Gewichtung

$$s' = \frac{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}{n}$$

Eingabefolge: Eingabe des ersten Wertes, [Xn]. In der Anzeige steht i = 1, also die Anzahl der eingegebenen Werte. Genauso tastet man die weiteren Daten ein. Jeweils im Anschluß an die Bedienung der Taste [Xn] erscheint in der Anzeige die Zahl der bisher eingegebenen Werte.

Abruf der Funktionen:

Anzahl der eingegebenen Daten	n	[MR] [9]
Datensumme	Σx	[MR] [8]
Summe der Datenquadrate	Σx^2	[MR] [7]
Mittelwert	$\bar{x}$	[F] [$\bar{x}$]
Standardabweichung	s	[F] [s]
Varianz	s	[F] [s']

Die Speicher können auch während der Eingabe jederzeit abgerufen werden; sie stehen daher nicht als Konstantenspeicher zur Verfügung. Die maximale Datenzahl beträgt 99.

Beispiel: Bei einer Meßreihe werden die Werte $x_1 = 3.2$, $x_2 = 3$, $x_3 = 4$, $x_4 = 3.8$ und $x_5 = 3.4$ ermittelt. Man berechne die statistischen Kenngrößen.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[F] [CA]	0	Löschen aller Speicher
3.2 [Xn]	1	Erster Meßwert
3 [Xn]	2	
4 [Xn]	3	
3.8 [Xn]	4	
3.4 [Xn]	5	
[MR] [9]	5	n = 5
[MR] [8]	17.4	Σ x
[MR] [7]	61.24	Σ x^2
[F] [$\bar{x}$]	3.48	$\bar{x}$
[F] [s]	0.4147	Standardabweichung
[F] [s']	0.1376	Varianz

Im Anschluß an den Abruf statistischer Funktionen kann man weitere Daten eingeben. Im Beispiel soll ein zusätzlicher Meßwert $x_6 = 3.6$ berücksichtigt werden. Auch falsch eingegebene Daten lassen sich löschen, was bei langen Meßreihen ein großer Vorteil ist. Im Beispiel wird angenommen, daß der sechste Meßwert versehentlich zu 4.6 eingetastet wurde.

Die Korrektur und Neueingabe verläuft dann wie folgt:

Eingabe	Anzeige	Kommentar
	0.1376	Diese Anzeige steht noch vom ersten Teil des Beispiels
4.6 [Xn]	6	Falsche Eingabe des sechsten Meßwertes
4.6 [F] [del Xn]	5	Korrektur
3.6 [Xn]	6	Richtige Eingabe des sechsten Wertes
[F] [$\bar{x}$]	3.5	Neuer Mittelwert
[F] [s]	0.3742	Neue Standardabweichung

In der Definition von Standardabweichung und Varianz tritt ein Glied Σx^2 auf. Das kann bei sehr großem n und hohen Zahlenwerten zum Speicherüberlauf führen. Wegen der Differenz zweier sehr großer Werte im Zähler der Formel können in diesem Fall auch Ungenauigkeiten auftreten. Man kann dieses durch die Definition bedingte Problem umgehen, indem man von jedem Zahlenwert einen konstanten, glatten Wert abzieht. Lautet die Meßreihe z. B. 1000003.2; 1000003; 1000004; 1000003.8; 1000003.4 so zieht man von jeder Zahl 1000000 ab, tastet also die gleiche Meßreihe wie im ursprünglichen Beispiel ein. Der Mittelwert ist dann 1000000 + 3.48 = 1000003.48; die Varianz auch hier 0.1376.

10. ZUSAMMENGESETZTE RECHNUNGEN

Zur Berechnung umfangreicher Ausdrücke hat man drei Möglichkeiten:

1) Die günstige Speicherorganisation des Rechners erlaubt zum Beispiel die Berechnung verketteter Klammerausdrücke ohne weiteres Hilfsmittel. Dabei berücksichtige man immer, daß die Tasten [+], [−], [X], [:], [y^x] und [$\sqrt[x]{y}$] die vorhergegangene Rechnung abschließen. Sie haben also die gleiche Funktion, wie die Tastenkombination [=] [+], [=] [−], [=] [x], [=] [:], [=] [y^x] und [=] [$\sqrt[x]{y}$]

2) Teile eines Ausdrucks können zur weiteren Verwendung gespeichert werden. Man kann zum Speicherinhalt Zahlen addieren und vom Speicherinhalt subtrahieren, man kann im Speicher multiplizieren und dividieren.

3) Teile des Ausdrucks können eingeklammert werden.

In allen drei Fällen werden Funktionswerte wie Zahlen behandelt. Die betreffende Funktionstaste entnimmt die Zahl der Anzeige, berechnet den Funktionswert und stellt ihn in die Anzeige zurück. Vorher eingegebene Informationen werden nicht verändert.

VERKETTETE KLAMMERN

Beispiel: $\dfrac{(3+4)\,2-6}{5}$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [+]	3	
4 [X]	7	[X] hat die Berechnung von 3 + 4 ausgelöst.
2 [−]	14	[−] hat die Berechnung von 7 x 2 ausgelöst.
6 [:]	8	[:] hat die Berechnung von 14 − 6 ausgelöst.
5 [=]	1.6	

SUMME VON PRODUKTEN

Beispiel: 2 x 3 + 4 x 5 = 26

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2 [×]	2	
3 [=]	6	
[M] [1]	6	Speichern des ersten Produkts in M1
4 [×]	4	
5 [=]	20	Zweites Produkt
[+] [MR] [1]	6	
[=]	26	

Summen von Produkten kann man auch mit Hilfe der Klammern (Abschnitt 8) oder mit dem rechnenden Speicher (Abschnitt 7) berechnen.

PRODUKT VON SUMMEN

Beispiel: (3 + 4) x (2 + 8) = 70

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [+]	3	
4 [=]	7	Erste Summe
[M] [1]	7	Speichern der ersten Summe in M1
2 [+]	2	
8 [×]	10	Berechnung der zweiten Summe durch Bedienen der [×] Taste.
[MR] [1]	7	
[=]	70	

RECHNEN MIT FUNKTIONEN

Beispiel 1: $\ln (3 + \sqrt{5}) = 1.6556$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [+]	3	
5 [√x]	2.2361	Die 5 in der Anzeige wurde durch $\sqrt{5}$ ersetzt. 3 + ist weiterhin gespeichert.
[=]	5.2361	
[ln]	1.6556	

Beispiel 2: $\lg (100 + e^5) = 2.3952$

Eingabe	Anzeige
100 [+]	100
5 [F] [e^x]	148.4132
[=]	248.4132
[log]	2.3952

Beispiel 3: $\dfrac{e^3 + \ln 2}{4 + \sqrt{9}} = 5.7387$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
3 [+]	3	
2 [ln]	0.6931	
[=]	3.6931	
[F] [e^x]	40.1711	
[÷] [(]	0	Der Nenner wird in Klammern gesetzt.
4 [+]	4	
9 [√x]	3	
[)]	7	Durch Schließen der Klammer wurde der Nenner berechnet.
[=]	5.7387	

Beispiel 4: $\left(\frac{\sin 20^\circ}{3} + 4 \cos 30^\circ + 5\right) 6.3 = 54.0421$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
F deg	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
20 sin ÷	0.342	
3 +	0.114	
(4 ×	4	Klammern des Produkts
30 cos)	3.4641	
+	3.5781	
5 ×	8.5781	
6.3 =	54.0421	

REGISTERAUSTAUSCH

Weiteren Bedienungskomfort bietet die Registeraustauschtaste X-Y Die Betätigung dieser Taste tauscht die Zahlen in den beiden Arbeitsregistern X (Anzeige) und Y aus.

Beispiel; $\frac{20}{(4+3)\,1.4} = 2.0408$

Um die Verwendung von Speicher oder Klammern zu umgehen, berechnet man zuerst den Nenner.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
4 +	4	
3 ×	7	
1.4 ÷	9.8	Der Nenner ist berechnet.
20 X-Y	9.8	Damit man nicht fälschlicherweise Nenner durch Zähler teilt, tauscht man den Inhalt des X-Registers, 20 gegen den des Y-Registers, 9.8 aus.
=	2.0408	Es wurde 20 durch 9.8 geteilt.

11. ANZEIGE VON KAPAZITÄTSÜBERLAUF UND FEHLER

Die Fehleranzeige, erkennbar am Aufleuchten der Marke ⌐ und beliebiger Zahlenwerte, erscheint in folgenden Fällen:

1) Der Betrag des Ergebnisses einer Rechnung ist größer $9.9999999 \cdot 10^{99}$ oder kleiner $1 \cdot 10^{-99}$ aber ungleich Null.

2) Division durch Null.

3) Die Zahl in der Anzeige ist negativ und es werden die Funktionen ln , log oder $\sqrt{x}$ abgerufen.

4) Die Zahl in der Anzeige ist Null, und es werden die Funktionen 1/x , ln ,oder log abgerufen.

5) Die Funktion y^x oder F $\sqrt[x]{y}$ wird bei $y \leq 0$ abgerufen.

6) Der Betrag der Zahl in der Anzeige ist größer 1 und es werden die Funktionen (inv) sin oder (inv) cos abgerufen.

7) Die Zahl in der Anzeige ist kleiner 1 und es wird die Funktion (inv) F cosh abgerufen.

8) Der Betrag der Zahl in der Anzeige ist größer oder gleich 1 und es wird die Funktion (inv) F tanh abgerufen.

9) Die Zahl in der Anzeige ist gebrochen oder negativ und es werden die Funktionen F x! , F P_m^n oder F C_m^n abgerufen.

10) n ist kleiner als m und es werden die Funktionen F P_m^n oder F C_m^n abgerufen.

11) Öffnen von mehr als vier Klammern.

12) Abruf mancher statistischer Funktionen, solange noch keine Daten eingegeben sind.

Die Fehleranzeige löscht man durch Druck auf die Taste C/CE Dabei werden alle Daten in den Arbeitsspeichern X und Y gelöscht.

12. RECHENGENAUIGKEIT UND RECHENGESCHWINDIGKEIT

Alle Berechnungen werden normalerweise achtstellig durchgeführt. Lediglich in Grenzbereichen zeigt der Rechner bei manchen Funktionen weniger Stellen an.

Bei den Grundrechenarten, 1/x und $\sqrt{x}$ tritt ein maximaler Rundungsfehler ±1 in der letzten Stelle auf.

Die meisten wissenschaftlichen Funktionen werden vom Rechner durch Reihenentwicklung oder andere Näherungsmethoden ermittelt. Um die Rechenzeit nicht unnötig groß zu machen, wird die Rechnung nach einer bestimmten Anzahl von Gliedern abgebrochen. Dadurch können sich geringe Abweichungen vom exakten Wert einstellen. Der Fehler ist aber bei fast jedem Problem vernachlässigbar.

Er beträgt etwa ±2 in der letzten angezeigten Stelle. Wird bei einem Rechenvorgang ein mit weniger als 8 Stellen ermittelter Funktionswert verwendet, so ist im Allgemeinen auch das Ergebnis entsprechend weniger genau, obwohl unter Umständen 8 Stellen angezeigt werden. Bei umfangreichen Rechnungen können sich die Einzelfehler addieren.

Größere Fehler stellen sich lediglich in den beim praktischen Rechnen uninteressanten Grenzbereichen ein, etwa beim sin oder tan extrem kleiner Winkel oder beim tan eines Winkels nahe 90°.

Die Grundrechenarten, 1/x, $\sqrt{x}$, die Umrechnungen, Klammerrechnungen, Datenaustausch und die Speicherfunktionen werden in Bruchteilen von Sekunden ausgeführt. Die Ermittlung der übrigen Funktionswerte benötigt bis zu 4 Sekunden. Während der Rechenzeit sind in der Anzeige keine Ziffern zu sehen. Eingegebene Befehle werden nicht ausgeführt.

13. ANWENDUNGSBEISPIELE

FREIER FALL

Die Geschwindigkeit v eines Körpers, der die Höhe h frei durchfallen hat, beträgt $v = \sqrt{2\ g\ h}$, wobei die Erdbeschleunigung den Wert $g = 9.81\ ms^{-2}$ besitzt. Welche Geschwindigkeit hat ein Körper nach 6 m freiem Fall?

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 6}\,\frac{m}{s} = 10.8499\,\frac{m}{s}$$

Eingabe	Anzeige
2 [x]	2
9.81 [x]	19.62
6 [=]	117.72
[√x]	10.8499
[F] [FP] [2]	10.85

Bei technischen Problemen sollte die angegebene Stellenzahl in Einklang mit der Genauigkeit der gemessenen Werte stehen. Hier rundet man das Ergebnis auf 10.85 m/s.

KUGELVOLUMEN

Das Volumen einer Kugel vom Radius r beträgt $V = \frac{4}{3} r^3\ \pi$. Wie groß ist das Volumen einer Kugel von 10 cm Durchmesser?

$$V = \frac{4}{3} 5^3 \pi \quad cm^3 = 523.5988\ cm^3$$

Eingabe	Anzeige
4 [:]	4
3 [x]	1.3333
[(] 5 [y^x]	5
3 [)]	125
[x]	166.6667
[π] [=]	523.5988

PARALLELSCHALTUNG VON WIDERSTÄNDEN

Gesucht wird der Gesamtwiderstand der Parallelschaltung dreier Einzelwiderstände $R_1 = 5\,\Omega$, $R_2 = 20\,\Omega$ und $R_3 = 4\,\Omega$.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = 2\,\Omega$$

Eingabe	Anzeige
5 [F] [1/x]	0.2
[+]	0.2
20 [F] [1/x]	0.05
[+]	0.25
4 [F] [1/x]	0.25
[=]	0.5
[F] [1/x]	2

FLÄCHENTRÄGHEITSMOMENT

Das Flächenträgheitsmoment eines Kreisrings in Bezug auf seine Symmetrieachse beträgt $J = \frac{\pi}{64}(D_a^4 - D_i^4)$. D_a ist der Außendurchmesser, D_i der Innendurchmesser des Rings.

Beispiel: $D_a = 7.64$ cm; $D_i = 5.89$ cm
Lösung: $J = 108.1625$ cm^4

Eingabe	Anzeige	Kommentar
[π] [÷]	3.1416	
64 [×]	0.0491	
[(] 7.64 [y^x]	7.64	
4 [−]	3407.0102	D_a^4
[(] 5.89	5.89	
[y^x] 4 [)]	1203.5418	D_i^4
[)]	2203.4684	$D_a^4 - D_i^4$
[=]	108.1625	

BERECHNUNGEN AN DÜNNEN LINSEN

Bei einer dünnen Linse kann man aus dem Abstand a zwischen Gegenstand und Linse sowie dem Abstand b zwischen Linse und Bild die Linsenbrennweite berechnen: f = a b/ (a + b).

Man mißt a = 32 cm und b = 81 cm. Wie groß ist die Linsenbrennweite?

$$f = \frac{32 \times 81}{32+81}\,\text{cm} = 22.9381\ \text{cm}$$

Eingabe	Anzeige
32 [x]	32
81 [:]	2592
[(] 32 [+]	32
81 [)]	113
[=]	22.9381

Haben zwei Linsen f_1 und f_2 den Abstand e, so ist die Gesamtbrennweite = $f_1\ f_2/(f_1 + f_2 - e)$. Wie groß ist die Gesamtbrennweite zweier 15 cm Linsen im Abstand 2 cm,

$$f = \frac{15^2}{2 \times 15 - 2}\,\text{cm} = 8.0357\ \text{cm}$$

Eingabe	Anzeige
15 [x] [=]	225
[:]	225
[(] 2 [x]	2
15 [−]	30
2 [)]	28
[=]	8.0357

VEKTORRECHNUNG

Drei Vektoren in einer Ebene haben die Koordinaten 2/3, 8/−4, −5/7. Gesucht sind die Koordinaten des Summenvektors sowie dessen Länge und sein Winkel in Bezug auf die x-Achse.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
F deg	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
2 M 8	2	Die x-Koordinaten werden in Speicher 8 aufaddiert
3 M 9	3	Die y-Koordinaten werden in Speicher 9 aufaddiert, der mit der Taste R↔P zusammenarbeitet.
8 F M+ 8	8	
4 F M− 9	4	
5 F M− 8	5	
7 F M+ 9	7	
MR 9	6	y-Koordinate des Summenvektors
MR 8	5	x-Koordinate des Summenvektors
R↔P	7.8102	Zeigerlänge
MR 9	50.1944	Winkel in Grad

TRIGONOMETRIE

Man überprüfe die Formeln $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ mit dem Wert $x = 30°$ und $\cosh^2 x - \sinh^2 x = 1$ mit dem Wert $x = 1.7986$.

1. Beispiel: $\sin^2 30° + \cos^2 30° = 1$

Eingabe	Anzeige
F deg	beliebig
30 M 1	30
sin	0.5
× = +	0.25
(MR 1	30
cos	0.866
× =	1

2. Beispiel: $\cosh^2 1.7986 - \sinh^2 1.7986 = 1$

1.7986 M 1	1.7986
F cosh	3.1034
× = −	9.6308
(MR 1	1.7986
F sinh	2.9378
× =	1

ZINSESZINSRECHNUNG

Wird das Guthaben G_0 mit p % verzinst und werden die Zinsen k mal jährlich dem Guthaben zugeschlagen, so ist es nach Ablauf von n Jahren auf G_n angewachsen.

$$G_n = G_0 (1 + \frac{p}{100\,k})^{kn}$$

Beispiel: Guthaben $G_0 = 500$ DM
Zinssatz $p = 6\%$ p. a.
Zinstermine $k = 4$ p. a.
Anlagezeit $n = 15$ Jahre

Eingabe	Anzeige	Kommentar
1 +	1	
(6 :	6	
100 :	0.06	
4) =	1.015	Basis
y^x	1.015	
(4 ×	4	
15)	60	Exponent
×	2.4432	Multiplikationsfaktor für das Kapital
500 =	1221.6099	Endguthaben DM 1221,61

14. SPEICHERORGANISATION

Will man den Rechner optimal nutzen, sollte man sich etwas mit der Organisation der Register befassen. Register sind die Rechenwerke und Speicher für Zahlen und Befehle. Ihr Rechner besitzt folgende Register:

1) X-Register: Das Anzeigeregister speichert eingegebene Zahlen und zeigt die Ergebnisse an.

2) Y-Register: Dieses Arbeitsregister speichert die zweite eingegebene Zahl bei Rechenoperationen, die mit zwei Zahlen arbeiten, also bei den Grundrechenarten, y^x und $\sqrt[x]{y}$. Werden neue Zahlen eingegeben, so speichert das Y-Register das Zwischenergebnis.

3) Z-Register: Das zweite Arbeitsregister speichert Konstante und Rechenbefehl beim Arbeiten mit der Konstantenautomatik.

Das folgende Beispiel zeigt, wie die eingegebenen Informationen die Inhalte der drei Arbeitsregister verändern:

Beispiel 1: $\left(\frac{3+15-2-2}{4}\right)^2$ 12.25

Eingabe	x-Register beliebig	Y-Register beliebig	Z-Register beliebig
C/CE	0	0	0
C/CE	0	0	0
3	3	3	0
+	3	3 +	0
15	15	3 +	0
−	18	18 −	0
2	2	18 −	0
=	16	16	2 −
=	14	14	2 −
÷	14	14 :	0
4	4	14 :	0
y^x	3.5	3.5 y^x	0
2	2	3.5 y^x	0
=	12.25	12.25	2 y^x

4) M-Register: Die M-Register sind rechnende Konstantenspeicher. Ihr Inhalt wird normalerweise von der Berechnung der Funktionswerte nicht beeinflußt. Lediglich Rechnungen, bei denen Eingabe

oder Ausgabe mehrere Zahlenwerte erfordern besetzen bis zu fünf Speicher.

5) W-Register: Diese internen Register berechnen die wissenschaftlichen Funktionen. Nach Druck auf die Funktionstaste entnimmt der Rechner den Inhalt des X-Registers, berechnet den Funktionswert und stellt ihn ins X-Register zurück. Der Inhalt des Y-Registers wird nicht beeinflußt.

Beispiel 2: $3 + \sqrt{\lg 10\,000} = 5$

Eingabe	X-Register	Y-Register
F CA	0	0
3	3	0
+	3	3 +
10 000	10 000	3 +
log	4	3 +
$\sqrt{x}$	2	3 +
=	5	5

6) P-Register: Klammerregister. Beim Öffnen der Klammer wird die Zahl im Y-Register samt Rechenbefehl im P1-Register gespeichert; die Zahl im P1-Register kommt ins P2-Register u. s. w. Beim Schließen der Klammer wird die vorausgegangene Rechnung abgeschlossen. Das Ergebnis steht im X-Register und der Inhalt des P1-Registers wird ins Y-Register geschoben. Die Inhalte der weiteren P-Register rücken um je einen Platz nach links.

Beispiel 3: $4 + (3 \times 5) = 19$

Eingabe	X-Register	Y-Register	P1-Register
F CA	0	0	0
4	4	0	0
+	4	4 +	0
(	0	0	4 +
3	3	0	4 +
×	3	3 ×	4 +
5	5	3 ×	
)	15	4 +	0
=	19	19	0

commodore
PR 100

Bedienungs-Handbuch

Teil 2:
Programmieren und Programm-Sammlung

413021–03 Rev. April 1978

Ihr Rechner ist „programmierbar"; er kann bis zu 72 Befehle speichern und Rechenvorgänge automatisch ablaufen lassen. Jeder Tastendruck entspricht einem Programmbefehl. Diese Befehle werden in der eingegebenen Reihenfolge ausgeführt; man spart damit etwa bei der Auswertung von Meßreihen, der punktweisen Berechnung von Kurven oder bei Näherungsverfahren sehr viel Zeit.

Dieser Abschnitt der Bedienungsanleitung soll in die Technik des Programmierens einführen. Es werden daher ausgehend von einfachen Programmen, etwa der Berechnung des Kreisumfangs, schrittweise immer kompliziertere Programme erstellt. Anhand dieser Beispiele lernen Sie die vielen Möglichkeiten kennen, die in dem Rechner stecken. Je komplizierter eine Aufgabenstellung, desto mehr Lösungsmöglichkeiten gibt es. Die Programmvorschläge sind daher nur einer von vielen Wegen, die zum Ziel führen. Die Beispiele sind so logisch und übersichtlich wie möglich aufgebaut. Das hat oft zur Folge, daß man einige Schritte mehr als unbedingt erforderlich benötigt. Die Programmierung mit einem Minimum an Befehlen ist nur notwendig bei sehr langen Programmen oder dann, wenn das Programm in kürzester Zeit ablaufen soll.

Auch bei den Programmier-Beispielen wird immer das Festkommaformat mit vier Nachkommastellen, F FP 4 , gewählt. Eine kleine Programmbibliothek finden Sie im Anhang.

1. ÜBERSICHT ÜBER DIE PROGRAMMIERBEFEHLE

Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht und Kurzbeschreibung der Programmierbefehle. Die Verwendung dieser Befehle im Programm lernen Sie in den Abschnitten 2 bis 8 kennen.

Mit dem Schiebeschalter unterhalb der Anzeige kann man drei Betriebsarten wählen: „RUN", „LD" (Load, Laden eines Programms) und „CLR" (Clear, Löschen des Programms).

Die Programmbefehle [BACK], [STEP], [R/S], [GOTO] und [SKIP] haben in den drei Stellungen „LD", „CLR" und „RUN" des Schiebeschalters jeweils unterschiedliche Bedeutung.

STELLUNG „RUN" DES SCHIEBESCHALTERS

Die Schalterstellung „RUN" dient zum unprogrammierten Rechnen und zur Ausführung von Programmen.
Hier bedeuten:

[BACK] (Back Step, Rückwärtsschritt): Keine Funktion.

[STEP] (Single Step, Vorwärtsschritt): Schrittweise Ausführung des Programms.

[R/S] (Start/Stop): Startbefehl zur automatischen Programmausführung.

[GOTO] (Springe nach): Anwahl eines Programmschritts. [GOTO] muß immer von der Nummer des angewählten Speicherplatzes gefolgt werden. Diese Nummer bezeichnet man mit „mn" Da der Rechner 72 Programmspeicherplätze besitzt, kann „mn" Werte zwischen 00 und 71 annehmen.

[SKIP] Befehl zum Überspringen des Programmteils vom momentanen Programmschritt bis zum nächsten programmierten Stop [R/S]

STELLUNG „LD" DES SCHIEBESCHALTERS

Diese Schalterstellung dient zur Eingabe eines Programms.
Hier bedeuten:

[BACK] Rückwärtslaufen im Programm ohne zu löschen oder zu überschreiben um eine bestimmte Programmstelle aufzusuchen.

[STEP] Wie [BACK], nur werden Vorwärtsschritte gewählt.

[R/S] Stopbefehl. An dieser Stelle wird die automatische Programmausführung in Stellung „RUN" unterbrochen.

[GOTO] Befehl zum Sprung zum Speicherplatz „mn"

[SKIP] Bedingter Sprung. Der weitere Verlauf der Programmausführung hängt vom Vorzeichen in der Anzeige ab.

STELLUNG „CLR" DES SCHIEBESCHALTERS

Diese Schalterstellung dient zum Löschen des Programmspeichers.
Hier bedeuten:

[BACK] Schrittweises Rückwärtslöschen des Programmspeichers.

[STEP] Schrittweises Vorwärtslöschen des Programmspeichers.

[R/S] Gesamtlöschung des Programmspeichers.

[GOTO] Keine Funktion.

[SKIP] Keine Funktion.

2. EINGABE UND ABRUF EINES PROGRAMMS

In der Stellung „LD" des Schiebeschalters speichert der Rechner die Reihenfolge der gedrückten Tasten. In Stellung „RUN" kann dann der automatische Ablauf dieser Tastenfolge beliebig oft abgerufen und mit verschiedenen Zahlenwerten durchgearbeitet werden. Das Programm bleibt solange gespeichert, bis man den Rechner abschaltet oder den Programmspeicher löscht.

Die Programmeingabe führt man nach folgendem Schema aus:

1) Schiebeschalter in Stellung „RUN". Man setzt den Schrittzähler des Programmspeichers mit dem Befehl [GOTO] [0] [0] auf den Platz 00. Ist bereits ein Programm gespeichert, wählt man den ersten freien Speicherplatz „mn" mit GOTO [m] [n] an.

2) Der Rechner wird in Stellung „LD", „Einlesen eines Programms" geschaltet.

3) Das zu programmierende Rechenproblem wird so eingetastet, wie man es in „RUN"-Stellung durchrechnen würde. Lediglich bei Zahlenwerten muß man dem Rechner mitteilen, ob es sich um eine bei jedem Durchlauf gleichbleibende Konstante handelt, oder um eine Variable.

Konstanten bestehend aus den Zifferntasten [0] . . . . [9] . [·], [+/−] oder [π] werden so eingetastet, wie sie im Rechenablauf folgen.

Variable sind Zahlenwerte, die bei jedem Programmdurchlauf einen anderen, vom Programmierer festzulegenden Zahlenwert annehmen sollen. Will man daher Variable eingeben, so muß man den automatischen Programmablauf unterbrechen. Das geschieht mit Hilfe der Taste [R/S].

4) Zum Ablesen der Ergebnisse muß man den automatischen Programmablauf ebenfalls mit [R/S] unterbrechen.

5) Da das Programm mehrmals abgerufen werden soll, muß man den Rechner bei Programmende anweisen, wieder zum Programmanfang zurückzukehren. Das geschieht mit dem Befehl [GOTO] [m] [n], wobei „mn" der Speicherplatz des Programmanfangs oder Schleifenanfangs ist. Hat man das Programm, wie meist üblich, beim Platz 00 begonnen, lauten die letzten 3 Befehlsschritte [GOTO] [0] [0].

Beispiel 1: Der Umfang U = 2 r π von Kreisen mit verschiedenen Radien r soll ermittelt werden. In diesem Problem treten die Faktoren 2 und π bei jedem Durchlauf auf; sie sind also Konstanten. Der Radius ist dagegen bei jedem Durchlauf ein anderer; r ist damit eine Variable. Bei unprogrammiertem Rechnen würde der Rechenablauf für das Beispiel r = 5 folgendermaßen aussehen:

Eingabe	Anzeige	Kommentar
2	2	Konstante
[×]	2	
5	5	Variable r = 5
[×]	10	
[π]	3.1416	Konstante
[=]	31.4159	Umfang

Wünscht man den Umfang von 10 verschiedenen Kreisen zu berechnen, so muß man 10 mal die Tastenfolge 2 [×] r [×] [π] [=] drücken. Das sind 60 Arbeitsgänge. Dieser Aufwand wird durch das Programmieren erheblich vermindert, da alle gleichbleibenden Tastenbedienungen gespeichert werden können und automatisch ablaufen.

Programmieren des Problems:

Stellung „RUN": [GOTO] [0] [0]

Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	2	
01	[×]	
02	[R/S]	Unterbrechung des automatischen Programmablaufs zur Eingabe der Variablen r.
03	[×]	

Schritt	Eingabe	Kommentar
04	π	
05	=	Ermittlung des Ergebnisses
06	R/S	Unterbrechung des automatischen Programmablaufs zum Ablesen des Ergebnisses.
07	GOTO	
08	0	
09	0	Rücksprung zum Programmanfang

Die zweite Programmunterbrechung ist zum Ablesen des Ergebnisses notwendig. Ohne diesen Stop erscheint das Ergebnis nur für Bruchteile von Sekunden in der Anzeige, das Programm springt zum Schritt 00, läuft weiter bis 2 × und bleibt mit 2 in der Anzeige stehen.

Während des Programmierens erscheinen in der Anzeige 4 Ziffern. Die rechten beiden Ziffern zeigen den Speicherplatz der **folgenden** Eingabe; die linken zwei Ziffern sind eine Codenummer für die Operation, die im Programmspeicher als **nächster** Schritt steht. Diese Ziffern sind beim erstmaligen Einlesen des Programms ohne Bedeutung. Sie sind aber eine große Hilfe beim Testen, Ändern und Korrigieren von Programmen.

Automatischer Programmablauf

Beim automatischen Programmablauf arbeitet man nach folgendem Schema:

1) Schiebeschalter in Stellung „RUN"! Löschen der im Programm verwendeten Speicher. Diese Maßnahme ist nicht bei jedem Programm notwendig, aber empfehlenswert.

2) Anwahl des Programmanfangs „mn" mit GOTO m n

3) Starten des Programms mit R/S , eventuell nach vorheriger Eingabe einer Variablen.

Bei der Umfangsberechnung sieht das folgendermaßen aus:

Um den automatischen Programmablauf zu starten, drückt man GOTO O O R/S . Jetzt werden alle Programmschritte bis

zur nächsten Stopmarke des Programms ausgeführt. In unserem Beispiel berechnet die Programmautomatik 2× und bleibt stehen. Der Rechner wartet auf die Eingabe des variablen Radius r. Man tastet z.B. $r_1 = 5$ ein. Anschließend wird der Programmablauf mit R/S fortgeführt, der Rechner ermittelt $U_1 = 31.4159$ und bleibt beim programmierten Stop zum Ablesen des Ergebnisses stehen. Nun wird der Programmablauf von neuem gestartet, ein neuer Radius, etwa $r_2 = 6$ eingegeben und wieder mit R/S fortgeführt. Der Rechner ermittelt automatisch den Umfang $U_2 = 37.6991$ und ist für einen neuen Start bereit.

Stellung „RUN":

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO O O		Der erste Programmschritt 00 wird angewählt.
R/S	2	Das Programm wird gestartet, bleibt beim programmierten Stop mit 2 in der Anzeige stehen und wartet auf die Eingabe des Wertes von r.
5	5	Eingabe der Variablen r_1
R/S	31.4159	Umfang U_1
R/S	2	Das Programm wird erneut gestartet
6	6	Eingabe der Variablen r_2
R/S	37.6991	Umfang U_2

An diesem Programm stört noch, daß pro Durchlauf zweimal gestartet werden muß. Das vermeidet man, wenn man die Variable direkt anschließend an den programmierten Stopbefehl zum Ablesen des Ergebnisses stellt. Das Problem wird dazu umgeschrieben:

$r_1 \times 2 \times \pi = U_1; r_2 \times 2 \times \pi = U_2 \ldots\ldots$

Stellung „RUN": GOTO O O
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	×	Vor Start des Programmablaufs muß in der Anzeige r stehen, das daran mit 2 multipliziert wird.
01	2	
02	×	
03	π	
04	=	Ergebnis
05	R/S	Stop zum Ablesen des Ergebnisses und gleichzeitig zur Eingabe des nächsten Radius.
06	GOTO	
07	O	
08	O	

Die Programmausführung in Stellung „RUN" lautet nun:

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO O O		
5	5	r_1
R/S	31.4159	U_1
6	6	r_2
R/S	37.6991	U_2

Für die Berechnung eines Umfangs werden also an Stelle von 6 nurmehr 2 Eingaben benötigt. Bei der Berechnung von 10 Umfangswerten spart man 40 Eingaben. Eine enorme Zeitersparnis, selbst bei einem so einfachen Problem.

In einem Programm können auch mehrere Variable vorkommen. Die Zahl der programmierten Stops muß dann mindestens gleich der Anzahl der Variablen sein.

Beispiel 2: In einem rechtwinkligen Dreieck mit den Katheten a und b beträgt die Länge der Hypotenuse $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ (Satz von Pythagoras), a und b können beliebige Werte annehmen, sind also zwei Variable. Auch hier schreibt man eine Variable direkt im Anschluß an das Ergebnis.

„RUN": GOTO O O

„LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	×	In der Anzeige muß beim Programmablauf a stehen
01	=	a^2
02	M	
03	O	a^2 wird in MO gespeichert
04	R/S	Stop zur Eingabe von b
05	×	
06	=	b^2
07	+	
08	MR	
09	O	a^2
10	=	$a^2 + b^2$
11	√x	c
12	R/S	Stop zum Ablesen des Ergebnisses und zur Eingabe des nächsten Wertes von a
13	GOTO	
14	O	
15	O	Rücksprung zum Programmanfang

In der Anzeige steht jetzt rechts die 16, die **nächste** Eingabe wäre also der 16. Programmschritt.

Programmablauf in Stellung „RUN" mit den Variablenwerten $a_1 = 3$, $b_1 = 4$ und $a_2 = 7$, $b_2 = 11$:

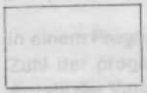
Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO O O		
3	3	$a_1 = 3$
R/S	9	Der Rechner hat $a_1^2 = 9$ ermittelt und wartet auf die Eingabe von b_1
4	4	b_1
R/S	5	$c_1 = 5$

Eingabe	Anzeige	Kommentar
7	7	$a_2 = 7$. Variableneingabe im Anschluß an das Ergebnis des vorherigen Durchlaufs.
R/S	49	
11	11	b_2
R/S	13.0384	c_2

Bei komplizierten Programmen zeichnet man ein Flußdiagramm, um den Ablauf des Programms besser verfolgen zu können. In Flußdiagrammen verwendet man folgende Symbole:

Anfang und Ende eines Programms oder eines Unterprogramms.

Eingabe von Variablen und Anzeige von Ergebnissen.



Berechnungen, die der Recher automatisch durchführt.

Logische Entscheidungen.

Die Funktion des Flußdiagramms veranschaulicht folgendes Beispiel:

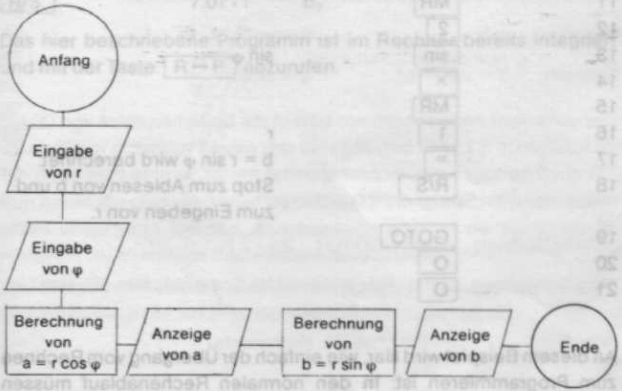
Beispiel 3:

UMWANDLUNG VON POLARKOORDINATEN IN RECHTWINKLIGE KOORDINATEN

Gegeben: Länge r und Winkel φ eines Zeigers.

Gesucht: Projektion des Zeigers auf die x-Achse (a) und die y-Achse (b).

Formeln: $a = r \cos \varphi$; $b = r \sin \varphi$



Das Problem wird entsprechend dem Flußdiagramm programmiert:

Stellung „RUN": GOTO O O
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	M	Speichern von r zur Berechnung von a und b
01	1	

Schritt	Eingabe	Kommentar
02	R/S	Stop für die Eingabe der Variablen φ.
03	M	Speichern von φ.
04	2	
05	cos	cos φ.
06	×	
07	MR	
08	1	r
09	=	a = r cos φ wird berechnet.
10	R/S	Stop zum Ablesen von a
11	MR	
12	2	
13	sin	sin φ
14	×	
15	MR	
16	1	r
17	=	b = r sin φ wird berechnet.
18	R/S	Stop zum Ablesen von b und zum Eingeben von r.
19	GOTO	
20	O	
21	O	

An diesem Beispiel wird klar, wie einfach der Übergang vom Rechnen zum Programmieren ist: In den normalen Rechenablauf müssen lediglich Stopmarken für die Variableneingabe und zum Ablesen der Ergebnisse eingefügt werden. Am Programmende folgt der Befehl für den Rücksprung zum Programmanfang.

Genauso problemlos ruft man das Programm ab. Es sollen folgende Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten umgewandelt werden:

$r_1 = 8;$ $\varphi_1 = 12°$

$r_2 = 10;$ $\varphi_2 = 135°$

Stellung „RUN"

Eingabe	Anzeige	Kommentar
F deg	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
GOTO O O	beliebig	
8 R/S	8	r_1
12	12	φ_1
R/S	7.8252	a_1
R/S	1.6633	b_1
10 R/S	10	r_2
135	135	φ_2
R/S	−7.0711	a_2
R/S	7.0711	b_2

Das hier beschriebene Programm ist im Rechner bereits integriert und mit der Taste R↔P abzurufen.

3. SPEICHERN MEHRERER PROGRAMME

Sollen im Rechner gleichzeitig mehrere Programme gespeichert werden, so schreibt man die folgenden Programme jeweils direkt ans Ende des vorhergehenden. Es können beliebig viele Programme gespeichert werden. Man muß jedoch darauf achten, daß die Speicherkapazität von 72 Plätzen nicht überschritten wird.

Beispiel: Es soll im Anschluß an das im letzten Kapitel besprochene Programm „Umwandlung von Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten" das Programm „Umwandlung von rechtwinkligen Koordinaten in Polarkoordinaten" geschrieben werden.

Gegeben: a b; Gesucht: r; φ

Formeln: $r = \sqrt{a^2 + b^2}$; $\varphi = \arctan \frac{b}{a}$

Das vorausgehende Programm belegt die Speicherplätze von 00 bis einschließlich 21. Man beginnt also das neue Programm mit Platz 22 (Da noch genügend Speicherkapazität frei ist, könnte man auch mit einem höheren Speicherplatz anfangen).

Schalterstellung „RUN": GOTO 2 2

Schalterstellung „LD": Der angewählte Speicherplatz, 22, steht in der Anzeige!

Schritt	Eingabe	Kommentar
22	M	a
23	3	
24	R/S	
25	M	b
26	4	
27	×	
28	=	b^2
29	+	
30	(	
31	MR	
32	3	a
33	×	

Schritt	Eingabe	Kommentar
34	=	$a^2 + b^2$
35	√x	r
36	R/S	Stop zum Ablesen von r
37	MR	
38	4	b
39	:	
40	MR	
41	3	a
42	=	b/a
43	(inv)	
44	tan	φ
45	R/S	Stop zum Ablesen von φ
46	GOTO	
47	2	
48	2	Rücksprung zum Beginn des zweiten Programms

Nun sollen die rechtwinkligen Koordinaten a = 4; b = 3 in Polarkoordinaten umgeformt werden. Anschließend werden sie zur Kontrolle wieder in rechtwinklige Koordinaten zurückverwandelt.

Das Programm Kapitel 2 Beispiel 3, das die Plätze 00 bis 21 belegt, muß noch gespeichert sein, oder neu eingetastet werden.

Stellung „RUN"

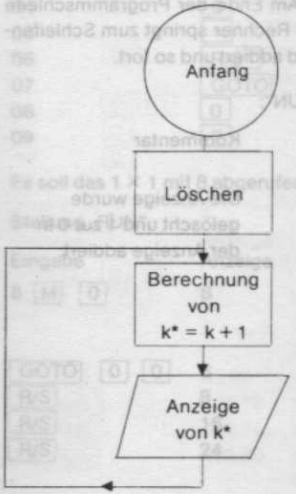
Eingabe	Anzeige	Kommentar
F deg	beliebig	Wahl der Winkeleinheit
GOTO 2 2		Das Programm „Umwandlung in Polarkoordinaten" steht ab Speicherplatz 22
4 R/S	4	a
3	3	b
R/S	5	r
M 5	5	r wird für die Kontrollrechnung gespeichert.
R/S	36.8699	φ

Eingabe	Anzeige	Kommentar
M 6	36.8699	φ wird ebenfalls gespeichert
GOTO O O	36.8699	Das Programm „Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten" steht ab Platz 00
MR 5	5	r wird abgerufen
R/S	5	
MR 6	36.8699	φ wird abgerufen
R/S	4	a
R/S	3	b

4. PROGRAMMSCHLEIFEN

Ein GOTO m n am Programmende weist den Rechner an, automatisch nach Programmdurchlauf zum Schritt „mn" zurückzukehren. Man kann also die gleichen Programmteile mehrmals durchlaufen, Schleifen bilden. Die Anzahl der Durchläufe einer Schleife wird mit p bezeichnet.

Beispiel 1: Man programmiere den Rechner so, daß beim Druck auf die Taste R/S die nächste natürliche Zahl, also 1, 2, 3, . . . , p in der Anzeige erscheint (Zählprogramm).



Stellung „RUN": GOTO 0 0

Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	C/CE	x- und y-Register werden gelöscht, damit das Zählen mit 1 beginnt.
01	C/CE	

Schritt	Eingabe	Kommentar
02	+	Zur Zahl in der Anzeige wird 1 addiert.
03	1	
04	=	
05	R/S	
06	GOTO	Sprung zum Schleifenanfang.
07	0	
08	2	

Da der erste Schritt bei Schleifenbeginn +1 ist, wird die Schrittweite 1 zur Zahl in der Anzeige addiert. Am Ende der Programmschleife steht $k^* = k + 1$ in der Anzeige. Der Rechner springt zum Schleifenanfang 02 zurück, eine weitere 1 wird addiert und so fort.

Abruf des Programms in Stellung „RUN":

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0		
R/S	1	Die Anzeige wurde gelöscht und 1 zur 0 in der Anzeige addiert.
R/S	2	
R/S	3	
.	.	
.	.	
.	.	
.	.	

Als Schrittweite kann man auch eine andere Zahl wählen. Man erhält so ein Programm für das 1×1. Nachteilig wäre bei diesem Programm allerdings, daß nur ein bestimmtes 1×1 abgerufen werden kann. Das läßt sich ändern, wenn man das gesuchte 1×1 in einen Speicher einliest.

Beispiel 2: Programm für das 1×1

Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	C/CE	
01	C/CE	
02	+	
03	MR	Im Speicher 0 steht das gewünschte 1×1
04	0	
05	=	
06	R/S	
07	GOTO	
08	0	
09	2	

Es soll das 1×1 mit 8 abgerufen werden:

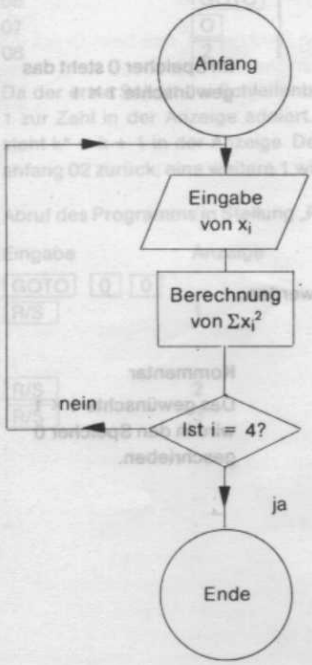
Stellung „RUN"

Eingabe	Anzeige	Kommentar
8 M 0	8	Das gewünschte 1×1 wird in den Speicher 0 geschrieben.
GOTO 0 0	8	
R/S	8	
R/S	16	
R/S	24	
.	.	
.	.	
.	.	

Beispiel 3: Bei mehrmaliger Messung einer Größe x wurden die Werte $x_1 = 7.2$; $x_2 = 7.3$; $x_3 = 6.9$; $x_4 = 7.5$ abgelesen. Man bestimme die für die statistische Auswertung wichtige Größe

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = \sum_{i=1}^{4} x_i^2 = \sum_{i=1}^{p} x_i^2 \text{ mit } p = 4$$

Programmieren:



Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	M	Quadrieren des Wertes in der Anzeige im Speicher 0. Der Betrag x^2 ist immer in MO verfügbar
01	0	
02	F	
03	M×	
04	0	
05	MR	
06	0	
07	=	Quadratsumme (Dieser Befehl könnte auch wegfallen, da + folgt)
08	+	Befehl zum Addieren des nächsten Quadrates
09	R/S	Stopbefehl zur Eingabe eines neuen Wertes von x
10	GOTO	
11	0	
12	0	

Programmablauf in Stellung „RUN"

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0		
C/CE C/CE	0	Löschen von x- und y-Speicher, damit nicht bereits dort stehende Werte mit addiert werden.
7.2 R/S	51.84	x_1^2
7.3 R/S	105.13	$x_1^2 + x_2^2$
6.9 R/S	152.74	$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$
7.5 R/S	208.99	$x_1^2 + x_2^2 + x_3^3 + x_4^2$ Endergebnis

Beispiel 4:
Ein Satellit bewegt sich auf einer Kreisbahn um die Erde. Beginnend bei der Ausgangshöhe h_0 über der Erdoberfläche soll man in Abständen Δh Geschwindigkeit v und Umlaufdauer T berechnen.

Gegeben sind der mittlere Erdradius R = 6370 km
und die Erdbeschleunigung an der Erdoberfläche $g_R = 9.81\ m\ s^{-2}$.

Es gilt: $r = R + h$ h = Höhe über der Erdoberfläche = $h_0 + n\,\Delta h$

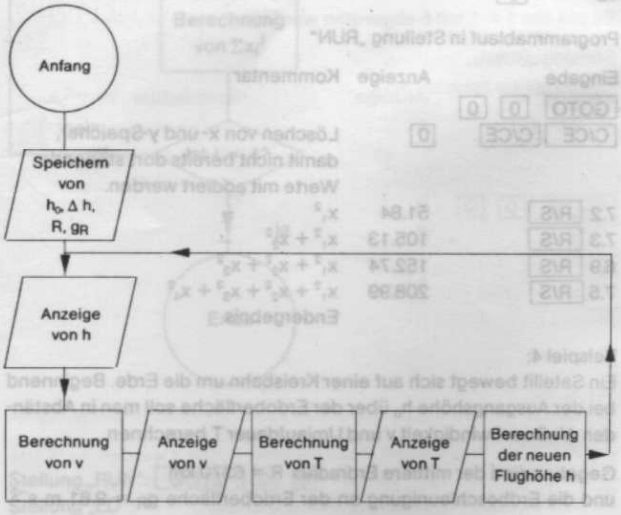
$v = R\sqrt{g_R/r}$

$T = 2\pi r/v$

Es soll mit folgenden Einheiten gerechnet werden:

Strecken in km
Umlaufdauer in Stunden
Geschwindigkeit in km/s

Man speichert zunächst alle Konstanten, berechnet dann mit Hilfe der gegebenen Formeln Geschwindigkeit und Umlaufdauer bei der Höhe h_0 und ermittelt am Ende des Programms mit Hilfe der Schrittweite Δh die neue Höhe h. Dann springt man an die Stelle des Programms, bei der die Geschwindigkeit berechnet wird, zurück.



Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	M	Die variable Ausgangshöhe h_0
01	0	wird in M 0 gespeichert.
02	R/S	Stop für die Eingabe von Δh
03	M	Die variable Schrittweite Δh
04	1	wird in M 1 gespeichert.
05	6	
06	3	
07	7	Der mittlere Erdradius R = 6370
08	0	km wird in M 2 gespeichert.
09	M	
10	2	
11	9	
12	·	
13	8	
14	1	Die Erdbeschleunigung an der
15	EE	Erdoberfläche $g_R = 9.81 \cdot 10^{-3}$
16	+/−	km s^{-2} wird in M 3 gespeichert.
17	3	
18	M	
19	3	
20	MR	Beginn der Berechnung von v
21	0	durch Abruf von h.
22	R/S	Stop zum Ablesen der Höhe h, in der v und T berechnet wird.
23	+	
24	MR	
25	2	R
26	=	r = h + R Einheit km
27	M	r wird zur weiteren Verwendung in M 4 gespeichert.
28	4	
29	MR	

Schritt	Eingabe	Kommentar
30	3	g_R
31	÷	
32	MR	
33	4	r
34	=	g_R/r
35	√x	
36	×	

Schritt	Eingabe	Kommentar
37	MR	
38	2	R
39	=	$v = R\sqrt{g_R/r}$
40	M	v wird zur weiteren Verwendung in M 5 gespeichert.
41	5	
42	R/S	Stop zum Ablesen von v
43	2	Beginn der Berechnung der Umlaufdauer T
44	×	
45	π	
46	×	
47	MR	
48	4	r
49	÷	
50	MR	
51	5	v
52	÷	
53	3	Das Ergebnis soll in Stunden
54	6	angegeben werden.
55	0	Umrechnungsfaktor von
56	0	Sekunden in Stunden: 1/3600.
57	=	Umlaufdauer T in Stunden
58	R/S	Stop zum Ablesen von T

Schritt	Eingabe	Kommentar
59	MR	Beginn der Berechnung der neuen Höhe h
60	1	Δh
61	F	
62	M+	
63	0	Die neue Höhe ist $h^* = h + \Delta h$.
64	GOTO	Rücksprung zur Berechnung von v bei der neuen Höhe $h^* = h + \Delta h$
65	2	
66	0	

Als Zahlenbeispiel sollen Geschwindigkeit v und Umlaufzeit T ab $h_0 = 100$ km über der Erdoberfläche in Schritten von 50 km bestimmt werden. Stellung „RUN":

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0 F FP 4		
100	100	Ausgangshöhe $h_0 = 100$ km
R/S	100	
50	50	Schrittweite $\Delta h = 50$ km
R/S	100	Anzeige der Höhe h, für die v und T berechnet wird.
R/S	7.8437	Die Geschwindigkeit in 100 km Höhe über der Erdoberfläche beträgt 7.8437 km/s
R/S	1.4397	Die Umlaufdauer in 100 km Höhe über der Erdoberfläche beträgt 1.4397 Stunden
R/S	150	Neues h = 100 km + 50 km
R/S	7.8136	v = 7.8136 km/s in 150 km Höhe
R/S	1.4564	T = 1.4564 h in 150 km Höhe
R/S	200	h = 150 km + 50 km
R/S	7.7838	v = 7.7838 km/s in 200 km Höhe

Eingabe	Anzeige	Kommentar
R/S	1.4732	T = 1.4732 h in 200 km Höhe
R/S	250	h = 200 km + 50 km
	.	.
	.	.
	.	.

Aus diesem Programm ersieht man folgende Merksätze:

1) Konstanten werden immer zuerst eingelesen. In unserem Beispiel müssen die Schritte 00 bis 19 nur einmal durchlaufen werden; die Schleife beginnt bei Schritt 20. Dadurch verringert man die Rechenzeit.

2) Fehlt es an Programmspeicherplätzen, so kann man die Konstanten auch in „RUN"-Stellung in ihre Speicher einlesen.

3) Damit man beim Programmieren stets weiß, welche Größe sich in welchem Speicher befindet, stellt man eine Liste auf:

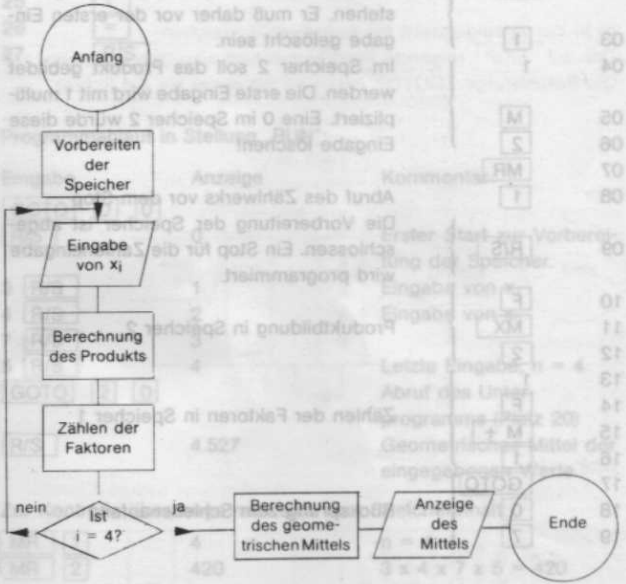
M 0: Höhe h über der Erdoberfläche
M 1: Schrittweite Δh
M 2: Erdradius R
M 3: Erdbeschleunigung an der Erdoberfläche g_R
M 4: Abstand des Satelliten vom Erdmittelpunkt r
M 5: Geschwindigkeit v in der Höhe h

4) Physikalische und technische Größen bestehen aus Zahlenwert und Einheit. Da jeder Rechner reine Zahlen verarbeitet, muß man immer angeben, in welchen Einheiten die Größen eingegeben und ausgegeben werden sollen.

5) Bei komplizierten Berechnungsserien läßt man den Rechner zur Orientierung bei einer übersichtlichen Bezugsgröße stoppen. In unserem Beispiel erfolgt das bei der Flughöhe h. Fehlt eine solche Größe, baut man ein Zählwerk ins Programm ein.

5. MANUELLE PROGRAMMVERZWEIGUNG

Beispiel 1: Man ermittle das geometrische Mittel $\sqrt[n]{\pi x_i}$ der Zahlen 3; 4; 7; 5, also $\sqrt[4]{3 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 5}$.



Zunächst wird die Schleife programmiert. Dabei wird mit Hilfe der Speicher gerechnet, da das besonders übersichtlich ist. Im Anschluß an das Hauptprogramm setzt man das Unterprogramm zur Berechnung des geometrischen Mittels, das nach der Eingabe des letzten x-Wertes mit GOTO abgerufen wird.

Stellung „RUN": GOTO 0 0

Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	F	
01	CA	
02	M	Im Speicher 1 soll die Zahl n der Eingaben stehen. Er muß daher vor der ersten Eingabe gelöscht sein.
03	1	
04	1	Im Speicher 2 soll das Produkt gebildet werden. Die erste Eingabe wird mit 1 multipliziert. Eine 0 im Speicher 2 würde diese Eingabe löschen!
05	M	
06	2	
07	MR	
08	1	Abruf des Zählwerks vor dem Stop
09	R/S	Die Vorbereitung der Speicher ist abgeschlossen. Ein Stop für die Zahleneingabe wird programmiert.
10	F	
11	MX	Produktbildung in Speicher 2
12	2	
13	1	
14	F	
15	M +	Zählen der Faktoren in Speicher 1
16	1	
17	GOTO	
18	0	Rücksprung zum Schleifenanfang
19	7	

Nach der nten Eingabe steht im Speicher 1 die Zahl n und im Speicher 2 das Produkt $x_1 \times x_2 \times x_3 \times \ldots \ldots x_n$. Nun folgt das Unterprogramm zur Berechnung der nten Wurzel.

Schritt	Eingabe	Kommentar
20	MR	
21	2	
22	F	
23	$\sqrt{y}$	
24	MR	
25	1	
26	=	
27	R/S	

Programmablauf in Stellung „RUN":

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0		
R/S	0	Erster Start zur Vorbereitung der Speicher.
3 R/S	1	Eingabe von x_1
4 R/S	2	Eingabe von x_2
7 R/S	3	
5 R/S	4	Letzte Eingabe, n = 4
GOTO 2 0		Abruf des Unterprogramms (Platz 20)
R/S	4.527	Geometrisches Mittel der eingegebenen Werte.

Zur Kontrolle überzeuge man sich vom Speicherinhalt:

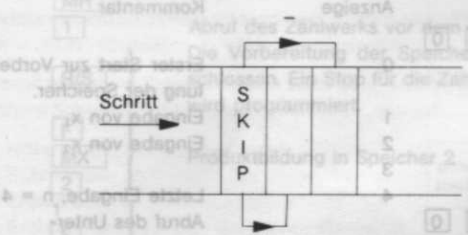
MR 1	4	n = 4
MR 2	420	3 x 4 x 7 x 5 = 420

6. RECHNERGESTEUERTE PROGRAMMVERZWEIGUNG (BEDINGTER SPRUNG)

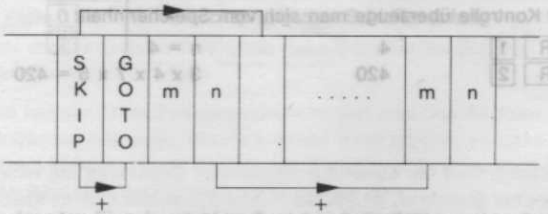
Die Taste SKIP prüft, ob in der Anzeige ein negatives Zeichen steht.

a) In der Anzeige steht **kein** Vorzeichen:
Das Programm arbeitet mit dem nächsten Schritt weiter.

b) In der Anzeige steht ein negatives Vorzeichen:
Der auf SKIP folgende Programmschritt wird übersprungen.
Die Befehlsfolge GOTO m n gilt dabei als ein Schritt.

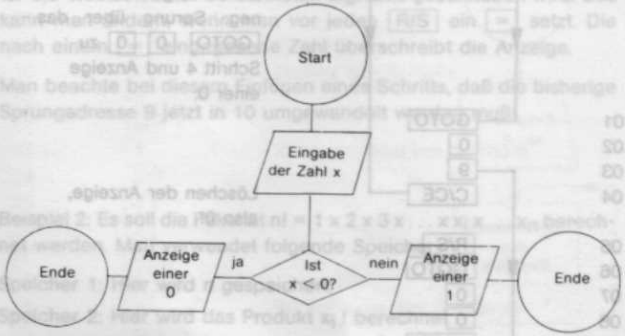


bzw.



Die Taste SKIP ermöglicht es also, logische Entscheidungen zu treffen.

Beispiel 1: Zur Demonstration der Wirkungsweise der Taste SKIP soll das „Signum" einer Zahl bestimmt werden: Gibt man eine beliebige positive Zahl ein, so soll der Rechner eine 1 anzeigen; bei einer negativen Zahl dagegen eine 0.



Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	SKIP	Abfrage des Vorzeichens: pos: Sprung zu Schritt 9 und Anzeige einer 1; neg: Sprung über das GOTO 0 0 zu Schritt 4 und Anzeige einer 0.
01	GOTO	
02	0	
03	9	
04	C/CE	Löschen der Anzeige, also 0!
05	R/S	
06	GOTO	
07	0	
08	0	
09	C/CE	Anzeige einer 1!
10	1	
11	R/S	
12	GOTO	
13	0	
14	0	

Programmausführung in Stellung „RUN"

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0		
C/CE 234	234	
R/S	1	Positive Zahl
C/CE 32 +/−	−32	
R/S	0	Negative Zahl
C/CE 0	0	
R/S	1	
C/CE 0 +/−	−0	
R/S	0	

Da eine berechnete 0 kein Vorzeichen hat, wird auch bei 0 in der Anzeige das Signum 1 angegeben. Bei der Eingabe von 0 +/− dagegen erscheint als Signum 0.

Das Programm hat noch den Schönheitsfehler, daß man vor jeder Zahleneingabe löschen muß, damit die eingegebene Zahl nicht hinter die 1 eines vorher berechneten Signums geschrieben wird. Das kann man ändern, wenn man vor jedes R/S ein = setzt. Die nach einem = eingegebene Zahl überschreibt die Anzeige.

Man beachte bei diesem Einfügen eines Schritts, daß die bisherige Sprungadresse 9 jetzt in 10 umgewandelt werden muß!

Beispiel 2: Es soll die Fakultät $n! = 1 \times 2 \times 3 \times \ldots \times x_i \times \ldots x_n$ berechnet werden. Man verwendet folgende Speicher:

Speicher 1: Hier wird n gespeichert.

Speicher 2: Hier wird das Produkt $x_i !$ berechnet.

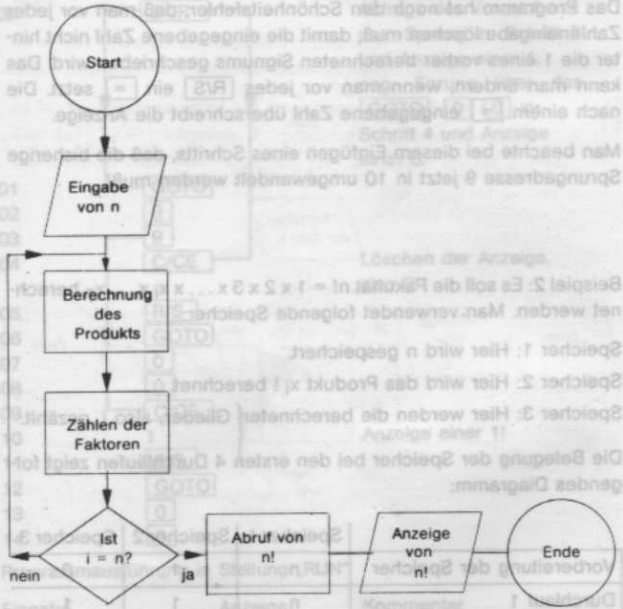
Speicher 3: Hier werden die berechneten Glieder, also i, gezählt.

Die Belegung der Speicher bei den ersten 4 Durchläufen zeigt folgendes Diagramm:

	Speicher 1	Speicher 2	Speicher 3
Vorbereitung der Speicher	n	1	0
Durchlauf 1	n	1	1
Durchlauf 2	n	2	2
Durchlauf 3	n	6	3
Durchlauf 4	n	24	4

Nach jedem Durchlauf muß abgefragt werden, ob in Speicher 3 bereits n steht. Man bildet daher die Differenz n − (Inhalt von Speicher 3) und fragt ab, ob diese Differenz 0 ist. Da +0 noch als „positiver" Wert zählt, ermittelt man n − (Inhalt von Speicher 3) − 1. Dieser Wert wird zum erstenmal negativ, wenn der Inhalt von Speicher 3

gleich n ist. Bei positiver Differenz ist n noch nicht erreicht und man springt zum Schleifenanfang. Bei negativer Differenz programmiert man den Abruf des Speichers 2 und stopt das Programm.



Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe	Kommentar
00	F	
01	CA	
02	M	
03	3	Zählspeicher wird gelöscht
04	1	

Schritt	Eingabe	Kommentar
05	M	
06	2	1 wird in den Produktspeicher geschrieben
07	R/S	Einlesen von n
08	M	
09	1	Speichern von n
10	1	Beginn der Schleife
11	F	
12	M+	
13	3	Zählwerk wird um 1 erhöht
14	MR	
15	3	
16	X	
17	MR	
18	2	
19	=	Berechnung des Produkts
20	M	
21	2	Neues Produkt im Speicher 2
22	MR	Beginn der Abfrage
23	1	
24	−	
25	MR	
26	3	
27	−	
28	1	
29	=	n − i − 1
30	SKIP	Abfrage: n − i − 1 ≧ 0 nochmals durchlaufen; < 0 aufhören
31	GOTO	
32	1	
33	0	
34	MR	

Schritt	Eingabe	Kommentar
35	2	
36	R/S	
37	GOTO	
38	0	
39	0	

Stellung „RUN"

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0		
R/S	1	Vorbereiten der Speicher
0 R/S	1	0!
R/S	1	Erneutes Vorbereiten der Speicher
1 R/S	1	1!
R/S	1	
2 R/S	2	2!
R/S	1	
5 R/S	120	5!
R/S	1	
69 R/S	1.7112 98	$69! = 1.7112 \cdot 10^{98}$
R/S	1	
70 R/S	E	Überlauf, Ergebnis größer 10^{100}!
		Löschen durch Umschalten auf „LD"

Bei der Berechnung der Fakultät großer Zahlen müssen viele Schritte ausgeführt werden und das Programm läuft entsprechend lange.

7. ÜBERSPRINGEN VON PROGRAMMTEILEN

In Stellung „RUN" bewirkt die Bedienung von SKIP, daß der Programmteil bis zur nächsten programmierten Stop-Marke R/S übersprungen wird. Man führt das Programm mit Start, also R/S weiter; der Programmablauf beginnt mit dem auf R/S folgenden Programmschritt.

Beispiel: Im Programmspeicher stehen die Zahlen 1; 2; 3.
Sie sollen auf die übliche Weise und mit SKIP abgerufen werden.

Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe
00	C/CE
01	1
02	R/S
03	C/CE
04	2
05	R/S
06	C/CE
07	3
08	R/S

Stellung
Stellung „RUN":

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0		
R/S	1	Üblicher Abruf mit Start, R/S !
R/S	2	
R/S	3	
GOTO 0 0	3	
SKIP	3	Der Programmteil Schritt 00 bis 02 wurde übersprungen.
R/S	2	Die Programmabarbeitung beginnt mit Schritt 03.

Eingabe	Anzeige	Kommentar
GOTO 0 0	2	
SKIP SKIP	2	Schritt 00 bis 05 werden übersprungen
R/S	3	Beginn mit Schritt 06

Die Taste SKIP ist also auch wertvoll, wenn man bei der Programmabarbeitung Teile überspringen will. Ist man sich bei mehrmaliger Bedienung von SKIP nicht mehr sicher, an welcher Stelle des Programms man arbeitet, schaltet man um auf Schalterstellung „LD". Der Programmschritt steht jetzt rechts oben in der Anzeige.

8. KORREKTUREN VON PROGRAMMFEHLERN UND ERGÄNZUNG EINES PROGRAMMS

Zu Korrektur und Überprüfung des Programms dienen die Schalterstellung „CLR" und die Tasten BACK und STEP

8.1 AUFFINDEN VON PROGRAMMFEHLERN

Ist ein Programm geschrieben, sollte man es zunächst auf eventuelle Fehler untersuchen. Dazu gibt man die Variablen ein, für die man das Ergebnis bereits kennt. Liegen solche Variablen nicht vor, wählt man Werte, die sich leicht verarbeiten lassen und berechnet das Ergebnis. Die Zahlen 0 und 1 sollte man zum Testen nicht verwenden. Bei 1 als Testvariable würde man z. B. nicht erkennen, wenn man vergessen hat zu quadrieren. Weicht das Ergebnis der automatischen Programmausführung vom erwarteten Wert ab, findet man den Fehler durch schrittweises Abarbeiten des Programms. Dazu schiebt man den Wahlschalter in Stellung „RUN" und arbeitet mit der Taste STEP Jeder Druck auf STEP führt den nächsten Programmschritt aus. Man kann also die Abarbeitung des Programms schrittweise verfolgen und erkennen, an welcher Stelle das Programm von der Rechenvorschrift abweicht, wo man das Programm korrigieren muß.

Diese Funktion der Taste STEP soll an dem Beispiel „Satz des Pythagoras" überprüft werden. Das Programm lautet (Abschnitt 2, Beispiel 2):

Stellung „RUN": GOTO 0 0
Stellung „LD":

Schritt	Eingabe
00	×
01	=
02	M
03	0
04	R/S
05	×

Schritt	Eingabe
06	=
07	+
08	MR
09	0
10	=
11	√x
12	R/S
13	GOTO
14	0
15	0

Der Ablauf dieses Programms soll nun schrittweise mit den Variablen a = 3 und b = 4 verfolgt werden.

Stellung „RUN":

Eingabe	Anzeige	Schritt	Rechenoperation
GOTO 0 0			
3 STEP	3	00	×
STEP	9	01	=
STEP	9	02	M
STEP	9	03	0
4 STEP	4	04	R/S
STEP	4	05	×
STEP	16	06	=
STEP	16	07	+
STEP	16	08	MR
STEP	9	09	0
STEP	25	10	=
STEP	5	11	√x
STEP	5	12	R/S
STEP	5	13 – 15	GOTO 0 0

Die Folge GOTO m n zählt als **ein** Schritt. Der Schrittzähler steht daher wieder bei Schritt 00, wovon man sich durch Umschalten auf „LD" überzeugen kann.

8.2 KORREKTUR VON PROGRAMMFEHLERN

8.2.1. ÜBERSCHREIBEN EINES FALSCHEN PROGRAMMSCHRITTS

Steht z. B. auf Platz 05 unseres Testprogramms anstelle von X ein ÷, so wird der Schritt 06 die Zahl 1 anstelle von 16 in die Anzeige schreiben. Diesen Fehler erkennt man sofort beim schrittweisen Abarbeiten des Programms:

Eingabe	Anzeige	Schritt	Kommentar
GOTO 0 0			
3 STEP	3	00	×
STEP	9	01	=
STEP	9	02	M
STEP	9	03	0
4 STEP	4	04	R/S
STEP	4	05	÷ anstelle von ×
STEP	1	06	Fehler! In der Anzeige steht 1 anstelle der erwarteten 16.

Den Fehler in Schritt 05 korrigiert man auf folgende Weise:

Stellung „RUN": GOTO 0 5

Stellung „LD": In der Anzeige steht 75. 05, am Platz 05 steht der Befehl mit der Codezahl 75. Wie man aus der Tabelle am Ende der Bedienungsanleitung sieht, bedeutet die Codezahl 75 den Befehl ÷ Man tastet X ein. Anstelle von ÷ steht jetzt X. In der Anzeige erscheint der nächste Schritt 95. 06, der Befehl = auf Platz 06. Durch weiteres Drücken von STEP und Vergleich mit der Tabelle kann man auch auf diese Weise das Programm prüfen.

Will man mehrere Befehle überschreiben, so muß man den Speicherplatz nicht jedesmal mit GOTO neu anwählen, man kann vielmehr in „LD"-Stellung schrittweise mit STEP zu höheren und mit BACK zu niedrigeren Speichernummern laufen.

8.2.2 LÖSCHEN VON PROGRAMMEN UND PROGRAMMTEILEN

In Schalterstellung „CLR" kann das ganze Programm oder ein Teil davon gelöscht werden.
Tastendruck [R/S] in Schalterstellung „CLR" löscht den Programmspeicher total.
Tastendruck [STEP] in Schalterstellung „CLR" löscht den in der Anzeige stehenden Schritt durch Überschreiben mit einem Leerzeichen, das die Codezahl 99 hat. Gleichzeitig läuft der Programm-Schrittzähler einen Schritt weiter, so daß mehrere Plätze gelöscht werden können. Das Leerzeichen 99 wird bei der Programmausführung einfach überlesen.
Tastendruck [BACK] in Schalterstellung „CLR" arbeitet genauso wie [STEP], jedoch wird der Programm-Schrittzähler jeweils um einen Schritt zurückgesetzt.

8.2.3 EINSETZEN VON SCHRITTEN

Das Einsetzen von Schritten in ein fortlaufendes Programm ist nicht ohne weiteres möglich. Man kann aber für eventuelle Korrekturen Speicherplätze mit Leerzeichen freihalten: An beliebiger Stelle des Programms wird auf „CLR" geschaltet und [STEP] entsprechend der Zahl der freizuhaltenden Plätze gedrückt. Das ist vor allem bei langen Programmen empfehlenswert. Man muß dann, wenn das Einsetzen eines Schrittes nötig wird, nicht das ganze Programm neu schreiben, sondern nur einen kleinen Teil davon, nämlich den bis zur nächsten Leerstelle.

9. KURZZUSAMMENFASSUNG

PROGRAMMIEREN

1. „LD" [R/S]

Wird verwendet a) zur Eingabe von Variablen
b) zur Anzeige des Ergebnisses

Die Programmausführung wird in der „RUN"-Stellung bei der Stop-Marke [R/S] unterbrochen und mit dem Startbefehl [R/S] fortgeführt.

2. „LD" [GOTO] [m] [n]

Unbedingter Sprung zum Programmschritt „m n".

3. „LD" [SKIP]

Bedingter Sprung. Falls in der Anzeige ein negatives Zeichen steht, überspringt der Rechner bei der Programmausführung einen Schritt. Fehlt das Vorzeichen, fährt das Programm mit dem nächsten Schritt weiter. [GOTO] [m] [n] zählt als **ein** Schritt.

4. SCHREIBEN MEHRERER PROGRAMME

Programme werden direkt hintereinander geschrieben.

5. EINLESEN VON LEERZEICHEN

Die Taste [STEP] fügt in Stellung „CLR" Leerzeichen (Code 99) ins Programm ein. Diese Schritte werden überlesen. Man kann sie später durch Befehle überschreiben.

LÖSCHEN

1. „CLR" [R/S]

Totales Löschen des Programmspeichers.

2. „CLR" [STEP]

Löschen des betreffenden Schritts durch Überschreiben mit einem Leerzeichen. Der Programmspeicher wird dabei um einen Schritt vorwärts gesetzt (Vorwärtslöschen).

3. „CLR" [BACK]

Wie 2., nur wird der Speicher um einen Schritt zurückgesetzt (Rückwärtslöschen).

KORRIGIEREN

1. „LD" Einsetzen eines Befehls an Stelle eines Leerzeichens.

2. „LD" Überschreiben von Befehlen.

Der zu überschreibende Schritt wird gewählt:

a) „RUN" [GOTO] [m] [n]

b) „LD" [STEP] Vorwärtslaufen bis zum betreffenden Schritt.

c) „LD" [BACK] Rückwärtslaufen bis zum betreffenden Schritt.

PROGRAMMABLAUF

1. „RUN" [GOTO] [m] [n]

Aufsuchen eines Programmbeginns.

2. „RUN" [R/S]

Abarbeiten des Programms vom momentanen Programmschritt bis zum nächsten programmierten Stop [R/S]

3. „RUN" [SKIP]

Überspringen des Programmteils bis zum nächsten [R/S]

TESTPROZEDUREN

1. ÜBERPRÜFEN DER GESPEICHERTEN PROGRAMMSCHRITTE

„LD". In der Anzeige erscheint links die Codezahl für den Befehl, rechts die Nummer des Programmschritts, der auf dem **nächsten** Platz steht. Druck auf [BACK] zeigt den vorhergehenden Schritt, Druck auf [STEP] den nächstfolgenden.

2. SCHRITTWEISES ABARBEITEN DES PROGRAMMS

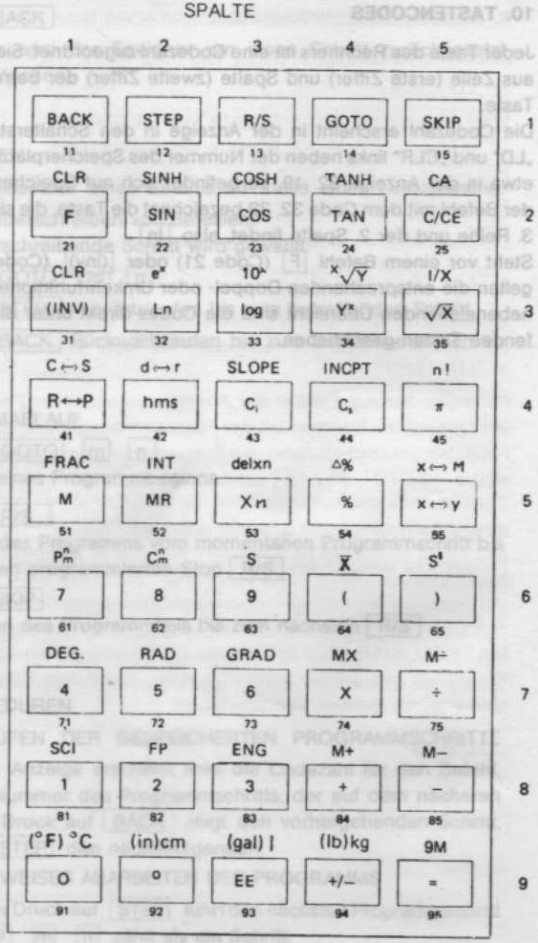
„RUN". Jeder Druck auf [STEP] führt den nächsten Programmschritt aus. [GOTO] [m] [n] zählt als **ein** Schritt.

10. TASTENCODES

Jeder Taste des Rechners ist eine Codezahl zugeordnet. Sie besteht aus Zeile (erste Ziffer) und Spalte (zweite Ziffer) der betreffenden Taste.

Die Codezahl erscheint in der Anzeige in den Schalterstellungen „LD" und „CLR" links neben der Nummer des Speicherplatzes. Steht etwa in der Anzeige 32. 19, so befindet sich auf Speicherplatz 19 der Befehl mit dem Code 32. 32 bezeichnet die Taste, die sich in der 3. Reihe und der 2. Spalte findet, also [In].

Steht vor einem Befehl [F] (Code 21) oder [(inv)] (Code 31), so gelten die entsprechenden Doppel- oder Umkehrfunktionen. In der nebenstehenden Übersicht sind die Codes direkt unter die betreffenden Tasten geschrieben.



Programmier-Beispiele

Verzinsung eines Kto unter Zins + Zinseszins (Zinsen werden jährlich dem Kapital zugeschlagen)

k_0 = Anfangskapital M_2

p = Zinssatz M_3

n = Zeitspanne M_4

Formel: $k_n = k_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$

LD: $1 + (MR3 \div 100) = y^x MR4 \times$

$MR2 = RS$ GOTO 00

Programmier-Beispiele

ZINSESZINS-RECHNUNG $A = P\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Wahl der Anzeige FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN						
6	Gegeben sei P, r, n. A ist zu bestimmen						
	GOTO 00		GOTO	0	0		
	Eingabe von n in Speicher 0	n	M	0			
	Eingabe von r in Speicher 1	r	M	1			
	Eingabe von P in Speicher 2	P	M	2			
7	Drücken von R/S, um das Programm durchzuführen		R/S				1 + r/100
8	Drücken von R/S		R/S				A
	Gegeben ist A, r, n. P ist zu bestimmen		F	CA			
9	GOTO 00		GOTO	0	0		
	Eingabe von n in Speicher 0 und r in Speicher 1						
	Eingabe von A in Speicher 3	A	M	3			
11	Drücken von R/S		R/S				1 + r/100
12	GOTO 19		GOTO	1	9		
13	Drücken von R/S		R/S				P
	Gegeben ist P, A, n. r ist zu bestimmen		F	CA			
14	Eingabe der bekannten Größen in dieselben Speicher wie oben						
15	GOTO 31		GOTO	3	1		
16	Drücken von R/S		R/S				r

24	81	1		49	74	x

ZINSESZINS-RECHNUNG — BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
	Gegeben sind P, A, r. n ist zu bestimmen		F	CA			
17	Eingabe der bekannten Großen in dieselben Speicher						
	wie oben						
18	GOTO 00 R/S		GOTO	0	0	R/S	1+ r/100
19	GOTO 55		GOTO	5	5		
20	Drücken von R/S		R/S				n

ZINSESZINS-RECHNUNG — KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	81	1	
01	84	+	
02	52	MR	
03	81	1	
04	54	%	
05	95	=	
06	51	M	
07	81	1	
08	13	R/S	$1+\frac{r}{100}$
09	52	MR	
10	81	1	
11	34	Y^x	
12	52	MR	
13	91	0	
14	74	x	
15	52	MR	
16	82	2	
17	95	=	
18	13	R/S	A
19	52	MR	
20	83	3	
21	75	÷	
22	64	(	
23	52	MR	
24	81	1	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25	34	Y^x	
26	52	MR	
27	91	0	
28	65	)	
29	95	=	
30	13	R/S	P
31	64	(	
32	64	(	
33	52	MR	
34	83	3	
35	75	÷	
36	52	MR	
37	82	2	
38	65	)	
39	34	Y^x	
40	64	(	
41	52	MR	
42	91	0	
43	21	F	
44	35	1/x	
45	65	)	
46	65	)	
47	85	–	
48	81	1	
49	74	x	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50	81	1	
51	91	0	
52	91	0	
53	95	=	
54	13	R/S	r
55	52	MR	
56	83	3	
57	75	÷	
58	52	MR	
59	82	2	
60	95	=	
61	33	log	
62	75	÷	
63	64	(	
64	52	MR	
65	81	1	
66	33	log	
67	65	)	
68	95	=	n
69			
70			
71			

	Register
0	n
1	$r \cdot 1+\frac{r}{100}$
2	P
3	A
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Anmerkungen
A=P(1+r/100)^n
A=Endsumme
P=Anfangssumme
r%=Zinsrate pro
Periode
n=Anzahl der
Perioden
Gegeben sind
je 3 der
Größen
A, P, r und n

ZURÜCKZAHLEN EINES KREDITS

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
1	Alles Löschen GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Schalter auf LOAD						
3	Eingabe des Programms						
4	Schalter auf RUN GOTO 0 1		GOTO	0	1		
5	Eingabe der Kreditsumme in Speicher 7	C	M	7			
	Eingabe von r% im Jahr oder r/12% im Monat	r oder r/12	M	1			
	Eingabe der Tilgung im Jahr oder im Monat	P	M	4			
	Eingabe von 0 in Speicher 0 und 9	0	M	0	M	9	
6	Drücken von R/S, um das Programm zu starten						Nummer der Zahlung
7	Drücken von R/S zur Fortsetzung des Programms						Zinsen für diese Periode
8	Drücken von R/S zur Fortsetzung des Programms						Restschuld
9	Drücken von R/S zur Fortsetzung des Programms						bisher gezahlte Zinsen
	Bemerkung: Wenn r% die jährliche Zinsrate ist und man n mal im Jahr zurückzahlt muß man r/n in Schritt 5 eingeben						

Rendite von Festverzinslichen

Berücksichtigt: Kursgewinn; Verzinsung der Zinsen mit 6%; Kosten f. Verwaltung; Ankaufspesen; Einlösungsspesen.

Formel:

$$k\left[\frac{(p-0{,}12)\cdot i-0{,}93}{100}\right]+\frac{p\cdot i\cdot 3\cdot i}{2\cdot 100}+(100-k)=Z;\quad P=\frac{100\cdot Z}{k\cdot i}\quad k=M2;\ p=M3;\ i=M4$$

(25)

LD: MR3 − 0,12 · MR4 − 0,93 · MR2 : 100 = M5

(18) MR4 · MR4 · MR3 · 3 : 100 = FM+5

(10) (8) 100 − MR2 = FM+5 MR2 · MR4 = M6.

(11) MR5 · 100 : MR6 = RS GOTO 00.

ZURÜCKZAHLEN EINES KREDITS

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	13	RS	
01	81	1	
02	21	F	
03	84	M+	
04	91	0	
05	52	MR	
06	91	0	
07	21	F	
08	82	FP	
09	91	0	
10	13	R/S	Nummer d.Zahlung
11	21	F	
12	82	FP	
13	82	2	
14	52	MR	
15	61	7	
16	84	+	
17	52	MR	
18	81	1	
19	54	%	
20	21	F	
21	84	M+	
22	63	9	
23	13	R/S	Zinsen
24	95	=	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25	85	–	
26	52	MR	
27	71	4	
28	95	=	
29	51	M	
30	61	7	
31	13	R/S	Restschuld
32	52	MR	Summe d. gezahl-
33	63	9	ten Zinsen
34	14	GOTO	
35	91	0	
36	91	0	
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			

	Register
0	Nr. d. Zahlung
1	Zinssatz
2	
3	
4	Tilgung
5	
6	
7	Restschuld
8	
9	Zinsen

Anmerkungen
Ein Kredit C
wird mit r %
jährlich (r/12
monatlich) ver-
zinst. Die Tilgung
beträgt P jährlich
(monatlich)

ANZAHL DER TAGE ZWISCHEN ZWEI DATEN — BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
1	Alles Löschen GOTO 0 0		F	CA	GOTO	00	
2	Wahl des Anzeigeformats		F	FP	0		
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. Löschen GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
6	Eingabe der Konstanten in Speicher 8 und	30.6	M	8			
	Speicher 9	365.25	M	9			
7	Eingabe des ersten Datums	Tag	M	1			
		Monat	M	2			
		Jahr	M	3			
8	Eingabe der Kennzahl für das Jahrhundert und zwar						
	vom 14.9.1752 bis zum 28.2.1800	2	M	5			
	vom 1.3.1800 bis zum 28.2.1900	1	M	5			
	ab 1.3.1900	0	M	5			
9	Drücken von R/S für das erste Datum		R/S				2
10	Wiederholung der Schritte 7, 8, 9 für das zweite Datum						2
11	Drücken von MR 0, um das Ergebnis zu erhalten		MR	0			Ergebnis
	Das Programm arbeitet für Daten von der Einführung						
	des Gregorianischen Kalenders am 14.9.1752 an						
	bis zum 28.2.2100						

ANZAHL DER TAGE ZWISCHEN ZWEI DATEN — KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	81	1	
01	94	+/–	
02	51	M	
03	73	6	
04	52	MR	
05	82	2	
06	85	–	
07	83	3	
08	95	=	
09	51	M	
10	61	7	
11	15	SKIP	
12	14	GOTO	
13	81	1	
14	63	9	
15	81	1	
16	21	F	
17	85	M–	
18	83	3	
19	52	MR	
20	83	3	
21	74	x	
22	52	MR	
23	63	9	
24	95	=	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25	21	F	
26	52	INT	
27	51	M	
28	71	4	
29	52	MR	
30	61	7	
31	15	SKIP	
32	14	GOTO	
33	83	3	
34	62	8	
35	81	1	
36	82	2	
37	84	+	
38	81	1	
39	84	+	
40	52	MR	
41	82	2	
42	74	x	
43	52	MR	
44	62	8	
45	95	=	
46	21	F	
47	52	INT	
48	84	+	
49	52	MR	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50	71	4	
51	84	+	
52	52	MR	
53	81	1	
54	84	+	
55	52	MR	
56	72	5	
57	74	x	
58	52	MR	
59	73	6	
60	95	=	
61	21	F	
62	84	M+	
63	91	0	
64	82	2	
65	21	F	
66	84	M+	
67	73	6	
68	13	R/S	
69	14	GOTO	
70	91	0	
71	71	4	

	Register
0	Ergebnis
1	Tag
2	Monat
3	Jahr
4	in Gebrauch
5	Kennzahl
6	Skipziffer
7	in Gebrauch
8	30.6
9	365.25

Anmerkungen

WOCHENTAG BEI GEGEBENEM DATUM

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
1	Alles Löschen GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Wahl des Anzeigeformats		F	FP	0		
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe der Konstanten M6	2	M	6			
	M8	30.6	M	8			
	M9	365.25	M	9			
7	Eingabe des Datums z.B. Tag 10ter	10	M	1			
	Monat März	3	M	2			
	Jahr 1921	1921	M	3			
8	Eingabe der Kennzahl für das Jahrhundert, nämlich						
	vom 14.9.1752 bis zum 28.2.1800	2	M	5			
	vom 1.3.1800 bis zum 28.2.1900	1	M	5			
	ab 1.3.1900	0	M	5			
9	Drücken der Taste R/S zur Durchführung						4
	Anzeige des Ergebnisses 0 So						
	1 Mo						
	2 Di						
	3 Mi						
	4 Do						
	5 Fr						
	6 Sa						
10	Eingabe eines neuen Datums wie in Schritt 7 u. neue Rechnung. Das Programm arbeitet nicht f. Daten vor der Einführung des Greg. Kalenders am 14.9.1752. Es ist richtig b. z. 28.2.2100.						

WOCHENTAG BEI GEGEBENEM DATUM

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR		25	52	MR		50	85	—	
01	82	2		26	61	7		51	52	MR	
02	85	—		27	15	SKIP		52	73	6	
03	83	3		28	14	GOTO		53	84	+	
04	95	−		29	83	3		54	52	MR	
05	51	M		30	71	4		55	72	5	
06	61	7		31	81	1		56	75	÷	
07	15	SKIP		32	82	2		57	61	7	
08	14	GOTO		33	84	+		58	95	−	
09	81	1		34	81	1		59	21	F	
10	72	5		35	84	+		60	51	FRAC	
11	81	1		36	52	MR		61	74	x	
12	21	F		37	82	2		62	61	7	
13	85	M—		38	74	x		63	95	−	
14	83	3		39	52	MR		64	13	R/S	
15	52	MR		40	62	8		65	14	GOTO	
16	83	3		41	95	−		66	91	0	
17	74	x		42	21	F		67	91	0	
18	52	MR		43	52	INT		68			
19	63	9		44	84	+		69			
20	95	−		45	52	MR		70			
21	21	F		46	71	4		71			
22	52	INT		47	84	+					
23	51	M		48	52	MR					
24	71	4		49	81	1					

Register	
0	.
1	Tag
2	Monat
3	Jahr 1921
4	im Gebrauch
5	Kennzahl
6	2
7	im Gebrauch
8	30.6
9	365.25

Anmerkungen

FLÄCHE UND NÄHERUNGSWEISER UMFANG EINER ELLIPSE MIT DEN ACHSEN 2a UND 2b

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen GOTO 0 0						
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe von a in Speicher 1	a	M	1			
	Eingabe von b in Speicher 2	b	M	2			
7	Drücken von R/S, um die Rechnung zu beginnen		R/S				
8	Die Fläche wird angezeigt (ist auch in Speicher 7)						Fläche
9	Drücken von R/S, um die Rechnung fortzusetzen		R/S				
10	Angenäherter Umfang Pi $\sqrt{2(a^2+b^2)}$ wird angezeigt (ist auch in Speicher 8)						Umfang

FLÄCHE UND NÄHERUNGSWEISER UMFANG EINER ELLIPSE MIT DEN ACHSEN 2a UND 2b

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR		25	35	$\sqrt{x}$		50			
01	81	1		26	74	x		51			
02	74	x		27	45	Pi		52			
03	52	MR		28	95	—		53			
04	82	2		29	51	M		54			
05	74	x		30	62	8		55			
06	45	Pi		31	13	R/S		56			
07	95	—		32	14	GOTO		57			
08	51	M		33	91	0		58			
09	61	7	Die	34	91	0		59			
10	13	R/S	Fläche wird	35				60			
11	64	(	angezeigt	36				61			
12	52	MR		37				62			
13	81	1		38				63			
14	74	x		39				64			
15	95	—		40				65			
16	84	+		41				66			
17	64	(		42				67			
18	52	MR		43				68			
19	82	2		44				69			
20	74	x		45				70			
21	95	—		46				71			
22	74	x		47							
23	82	2		48							
24	95	—		49							

	Register
0	
1	Halbachse a
2	Halbachse b
3	
4	
5	
6	
7	Fläche
8	Umfang
9	

Anmerkungen

FLÄCHE EINES REGULÄREN POLYGONS MIT GERADER ANZAHL VON SEITEN

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen GOTO 0 0						
2	Wahl der Anzeige FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe des halben Abstandes zweier paralleler Seiten	r	M	1			
7	Eingabe der Anzahl der Seiten in M 0	n	M	0			
8	Drücken von R/S, um das Programm zu starten		R/S				
9	Die Fläche wird angezeigt						Fläche
	Eingabe von neuen Daten mit Schritt 6 und 7						
	Wenn r = 1 ist und n groß wird, approximiert die Fläche						
	des Polygons die Kreisfläche also Pi						

FLÄCHE EINES REGULÄREN POLYGONS MIT GERADER ANZAHL VON SEITEN

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR		25	91	0		50			
01	81	1		26				51			
02	74	x		27				52			
03	95	=		28				53			
04	74	x		29				54			
05	52	MR		30				55			
06	91	0		31				56			
07	95	=		32				57			
08	51	M		33				58			
09	82	2		34				59			
10	45	Pi		35				60			
11	75	÷		36				61			
12	52	MR		37				62			
13	91	0		38				63			
14	95	=		39				64			
15	21	F		40				65			
16	72	rad		41				66			
17	24	tan		42				67			
18	74	x		43				68			
19	52	MR		44				69			
20	82	2		45				70			
21	95	=		46				71			
22	13	R/S		47							
23	14	GOTO		48							
24	91	0		49							

	Register
0	Anzahl der Seiten
1	Durchmesser
2	Zwischenergebnis
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Anmerkungen
←2r→

OBERFLÄCHE UND VOLUMEN EINER KUGEL

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen GOTO 0 0						
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe des Radius in Speicher 0	R	M	0			
7	Drücken von R/S, um die Rechnung durchzuführen						
8	Anzeige des Volumens (steht auch im Speicher 1)						Oberfläche
9	Anzeige der Oberfläche (steht in Speicher 2)		MR	2			Volumen
	Eingabe eines neuen Radius, Schritt 6						

OBERFLÄCHE UND VOLUMEN EINER KUGEL

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR		25				50			
01	91	0		26				51			
02	74	x		27				52			
03	95	—		28				53			
04	74	x		29				54			
05	45	Pi		30				55			
06	74	x		31				56			
07	[illegible]	4		32				57			
08	95			33				58			
09	51	M		34				59			
10	82	2		35				60			
11	13	R/S		36				61			
12	74	x		37				62			
13	52	MR		38				63			
14	91	0		39				64			
15	75	÷		40				65			
16	83	3		41				66			
17	95	—		42				67			
18	51	M		43				68			
19	81	1		44				69			
20	13	R/S		45				70			
21	14	GOTO		46				71			
22	91	0		47							
23	91	0		48							
24				49							

	Register
0	Radius
1	Volumen
2	Oberfläche
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Anmerkungen

OBERFLÄCHE UND VOLUMEN EINES KEGELS — BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alle Speicher löschen GOTO 0 0						
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. Startposition		GOTO	0	1		
6	Eingabe des Radius in Speicher 7	R	M	7			
7	Eingabe der Höhe in Speicher 8 (H senkrecht)	H	M	8			
8	Drücken von R/S, um das Programm durchzuführen		R/S				
9	Volumen wird angezeigt (auch im Speicher 3)						Volumen
10	Die Fläche des Kegelmantels steht im Speicher 1		MR	1			Mantelfläche
11	Die Gesamtoberfläche ist im Speicher 2		MR	2			Gesamtoberfläche
	Neue Daten werden mit Schritt 6 und 7 eingegeben						

OBERFLÄCHE UND VOLUMEN EINES KEGELS — KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	13	R/S		25	74	x		50	91	0	
01	64	(		26	95	−		51			
02	52	MR		27	74	x		52			
03	61	7		28	45	Pi		53			
04	74	x		29	95	−		54			
05	95	−		30	51	M		55			
06	84	+		31	63	9		56			
07	64	(		32	84	+		57			
08	52	MR		33	52	MR		58			
09	62	8		34	81	1		59			
10	74	x		35	95	−		60			
11	95	−		36	51	M		61			
12	65	)		37	82	2		62			
13	65	)		38	52	MR		63			
14	35	$\sqrt{x}$		39	63	9		64			
15	74	x		40	74	x		65			
16	52	MR		41	52	MR		66			
17	61	7		42	62	8		67			
18	74	x		43	75	÷		68			
19	45	Pi		44	83	3		69			
20	95	−		45	95	−		70			
21	51	M		46	51	M		71			
22	81	1		47	83	3					
23	52	MR		48	14	GOTO					
24	61	7		49	91	0					

	Register
0	
1	$M=\pi R\sqrt{R^2+H^2}$
2	$O=M+\pi R^2$
3	$V=\frac{1}{3}\pi R^2 H$
4	
5	
6	
7	Radius
8	Höhe
9	$Pi\,R^2$

Anmerkungen
CA gekrümmt
Oberfläche
A Oberfläche

VOLUMEN UND GEKRÜMMTE
OBERFLÄCHE EINES ROTATIONS PARABOLOIDS

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen GOTO 0 0						
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN, Startposition		GOTO	0	1		
6	Eingabe von r in M1	r	M	1			
7	Eingabe von h in M2	h	M	2			
7	Drücken von R/S, um das Programm zu starten						Volumen
8	Das Volumen wird angezeigt (auch im Speicher 7)						
9	Drücken von R/S, um das Programm fortzusetzen						
10	Die Oberfläche wird angezeigt (auch im Speicher 8)						Oberfläche
	Eingabe von neuen Daten mit Schritt 6						

VOLUMEN UND GEKRÜMMTE OBERFLÄCHE EINES ROTATIONSPARABOLIDS KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	13	R/S		25	95	=	p=r²/2h	50	34	y^x	
01	52	MR		26	51	M	wird	51	83	3	
02	81	1		27	91	0	berechnet und	52	65	)	
03	74	x		28	64	(	gespeichert in MO	53	95	—	
04	95	—		29	52	MR		54	74	x	
05	74	x		30	81	1		55	82	2	
06	45	pi		31	74	x		56	74	x	
07	74	x		32	95	—		57	45	Pi	
08	52	MR		33	84	+		58	75	÷	
09	82	2		34	64	(		59	83	3	
10	75	÷		35	52	MR		60	75	÷	
11	82	2		36	91	0		61	52	MR	
12	95	—		37	74	x		62	91	0	
13	51	M		38	95	—		63	95	—	
14	61	7		39	65	)		64	51	M	
15	13	R/S	Volumen	40	65	)		65	62	8	
16	52	MR	wird	41	34	y^x		66	14	GOTO	
17	81	1	angezeigt	42	81	1		67	91	0	
18	74	x		43	92	●		68	91	0	
19	95	—		44	72	5		69			
20	75	÷		45	95	—		70			
21	82	2		46	85	—		71			
22	75	÷		47	64	(					
23	52	MR		48	52	MR					
24	82	2		49	91	0					

Register	
0	p=r²/2h
1	r=radius
2	h=Höhe
3	
4	
5	
6	
7	Vol.
8	Oberfläche
9	

Anmerkungen

TABELLIEREN EINES POLYNOMS

$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6$

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
	Die Werte des Polynoms						
	$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3a^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6$						
	werden vom Wert x_1 in Schritten von h bis zum Wert x_2						
	berechnet. Will man dieses Programm z. B. für ein Poly-						
	nom 3. Grades nutzen, setzt man $a_4 = a_5 = a_6 = 0$.						
1	Alles Löschen. GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf Load						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. Startposition		GOTO	0	0		
6	Eingabe der Koeffizienten	a_0	M	0			
		a_1	M	1			
		,	,				
		a_6	M	6			
7	Eingabe des Anfangswertes von x	x_1	M	7			
8	Eingabe der Schrittweite h	h	M	8			
9	Eingabe des Endwertes von x	x_2	M	9			
10	Drücken der Taste R/S		R/S				x_1
	Drücken der Taste R/S		R/S				$P(x_1)$
11	Drücken der Taste R/S		R/S				$x_1 + h$
	Drücken der Taste R/S		R/S				$P(x_1 + h)$
	Schritt 11 wird wiederholt, bis x_2 und $P(x_2)$ angezeigt						
	werden						
	Ist das Programm beendet wird 1 Reihe von 9nen angezeigt.		R/S				99999999
	Braucht man nur $P(X_1)$ so läßt man Schritt 8, 9, 11 aus.						

TABELLIEREN EINES POLYNOMS

$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6$

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR		25	52	MR		50	61	7	
01	73	6		26	82	2		51	95	—	
02	74	x		27	74	x		52	15	SKIP	
03	52	MR		28	52	MR		53	14	GOTO	
04	61	7		29	61	7		54	91	0	
05	13	R/S	Anzeige von	30	84	+		55	91	0	
06	84	+	x	31	52	MR		56	63	9	
07	52	MR		32	81	1		57	63	9	
08	72	5		33	74	x		58	63	9	
09	74	x		34	52	MR		59	63	9	
10	52	MR		35	61	7		60	63	9	
11	61	7		36	84	+		61	63	9	
12	84	+		37	52	MR		62	63	9	
13	52	MR		38	91	0		63	63	9	
14	71	4		39	95	—		64	13	R/S	
15	74	x		40	13	R/S	Anzeige	65			
16	52	MR		41	52	MR	von P(x)	66			
17	61	7		42	62	8		67			
18	84	+		43	21	F		68			
19	52	MR		44	84	M+		69			
20	83	3		45	61	7		70			
21	74	x		46	52	MR		71			
22	52	MR		47	63	9					
23	61	7		48	85	—					
24	84	+		49	52	MR					

	Register
0	a_0
1	a_1
2	a_2
3	a_3
4	a_4
5	a_5
6	a_6
7	x_1
8	h
9	x_2

Anmerkungen

NULLSTELLENBESTIMMUNG MIT DEM NEWTON-RAPHSON VERFAHREN

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
1	Alles Löschen. GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG		F	FP/SCI/ENG	n		
3	Wahlschalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms in die Positionen 00 bis 34.						
	Die Zeilen 36 bis 71 dienen dazu						
4a	F(x) einzugeben gefolgt von dem Speicherbefehl und dann		M	1			
4b	F'(x) einzugeben gefolgt von den Befehlen:		M	2			
			GOTO	0	6		
5	Wahlschalter auf RUN						
6	Eingabe des Anfangswertes x_0 in Speicher 0	xo	M	0			
	Eingabe der Genauigkeit in Speicher 9						
	z. B. Genauigkeit auf vier Stellen nach dem Komma	0.0001	M	9			
7	GOTO 0 0		GOTO	0	0		
8	Drücken von R/S		R/S				x_0
	Schritt 8 wird wiederholt bis sich die Anzeige nicht						
	mehr ändert oder Pi angezeigt wird						Pi
	Drücken von MR 0, um das Ergebnis in die Anzeige		MR	0			Ergebnis
	zu holen. Das Verfahren kann divergieren, wenn x_0						
	nicht nahe genug an der Nullstelle liegt.						
	Um eine andere Gleichung zu lösen, gebe man wie						
	in 4a und 4b beschrieben, neue Funktionen F und F'						
	ein.						

NULLSTELLEN BESTIMMUNG MIT DEM NEWTON-RAPHSON-VERFAHREN

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR	
01	91	0	
02	13	R/S	
03	14	GOTO	
04	83	3	
05	73	6	
06	52	MR	
07	81	1	
08	75	÷	
09	52	MR	
10	82	2	
11	95	=	
12	51	M	
13	81	1	
14	74	x	
15	95	=	
16	35	$\sqrt{x}$	
17	85	−	
1o	52	MR	
19	63	9	
20	95	=	
21	51	M	
22	62	8	
23	52	MR	
24	81	1	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25	21	F	
26	85	M−	
27	91	0	
28	52	MR	
29	62	8	
30	15	SKIP	
31	14	GOTO	
32	91	0	
33	91	0	
34	45	Pi	
35	13	R/S	
36		Einlesen	
37		von F(x)	
38			
39			
40		Anschließend:	
41	51	M	
42	81	1	
43		Einlesen	
44		von F'(x)	
45			
46			
47			
48			
49		Anschließend:	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50	51	M	
51	82	2	
52	14	GOTO	
53	91	0	
54	73	6	
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			

	Register
0	x
1	F(x)
2	F'(x)
3	
4	
5	
6	
7	
8	Zeitweise
9	Σ

Anmerkungen

$$X_{n+1} = X_n - \frac{F(x_n)}{F'(x_n)}$$

BERECHNUNG DER INVERSEN EINER 2 × 2 MATRIX

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen. GOTO 0 0						
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe der Daten [a b; c d] · [M7 M8; M4 M5]	a	M	7			
		b	M	8			
		c	M	4			
		d	M	5			
7	Drücken von R/S um die Rechnung durchzuführen		R/S				
	Kontrolle.						− 1.00
	Die inverse Matrix ist in den ursprünglichen Speichern						
	gespeichert und kann aufgerufen werden durch:		MR	7			d/△
			MR	8			− b/△
			MR	4			− c/△
			MR	5			a/△

BERECHNUNG DER INVERSEN EINER 2 x 2 MATRIX

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	64	(		25	55	x↔M		50			
01	52	MR		26	72	5		51			
02	61	7		27	21	F		52			
03	74	x		28	55	x↔M		53			
04	52	MR		29	61	7		54			
05	72	5		30	81	1		55			
06	65	)		31	94	+/−		56			
07	85	−		32	21	F		57			
08	64	(		33	74	Mx		58			
09	52	MR		34	62	8		59			
10	71	4		35	21	F		60			
11	74	x		36	74	Mx		61			
12	52	MR		37	71	4		62			
13	62	8		38	13	R/S		63			
14	95	=		39	14	GOTO		64			
15	51	M		40	91	0		65			
16	91	0		41	91	0		66			
17	21	F		42				67			
18	75	M÷		43				68			
19	21	F		44				69			
20	95	9M		45				70			
21	21	F		46				71			
22	55	x↔M		47							
23	61	7		48							
24	21	F		49							

	Register
0	D
1	
2	
3	
4	c
5	d
6	
7	a
8	b
9	

Anmerkungen
Die Matrix
[a b; c d]
ist gespeichert
[M7 M8; M4 M5]

MATRITZEN PRODUKT 2 × 2 MATRIX — BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	00	
1	Alles Löschen. GOTO 00						
2	Wahl des Anzeigeformats FP/SCI/ENG						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 00		GOTO	0	0		
6	Eingabe der Daten-Matrix 1 $\begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{bmatrix}$	a_1	M	8			
		b_1	M	9			
		c_1	M	5			
		d_1	M	6			
	Matrix 2 $\begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{bmatrix}$	a_2	M	1			
		b_2	M	2			
		c_2	M	0			
		d_2	M	3			
7	Drücken von R/S, um das Programm zu rechnen		R/S				
8	Ergebnis ist gespeichert in $\begin{bmatrix} M7 & M8 \\ M4 & M5 \end{bmatrix}$	aufrufen durch	MR	7			
			MR	8			
			MR	4			
			MR	5			

MATRITZEN-PRODUKT 2 x 2 MATRIX — KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	64	(	
01	52	MR	
02	62	8	
03	74	x	
04	52	MR	
05	81	1	
06	65	)	
07	84	+	
08	64	(	
09	52	MR	
10	63	9	
11	74	x	
12	52	MR	
13	91	0	
14	95	=	
15	51	M	
16	61	7	
17	64	(	
18	52	MR	
19	62	8	
20	74	x	
21	52	MR	
22	82	2	
23	65	)	
24	84	+	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25	64	(	
26	52	MR	
27	63	9	
28	74	x	
29	52	MR	
30	83	3	
31	95	=	
32	51	M	
33	62	8	
34	64	(	
35	52	MR	
36	72	5	
37	74	x	
38	52	MR	
39	81	1	
40	65	)	
41	84	+	
42	64	(	
43	52	MR	
44	73	6	
45	74	x	
46	52	MR	
47	91	0	
48	95	=	
49	51	M	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50	71	4	
51	64	(	
52	52	MR	
53	72	5	
54	74	x	
55	52	MR	
56	82	2	
57	65	)	
58	84	+	
59	64	(	
60	52	MR	
61	73	6	
62	74	x	
63	52	MR	
64	83	3	
65	65	)	
66	95	=	
67	51	M	
68	72	5	
69	13	R/S	
70			
71			

	Register
0	c_2
1	a_2
2	b_2
3	d_2
4	
5	c_1
6	d_1
7	
8	a_1
9	b_1

Anmerkungen

$M_1 = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{bmatrix}$

$M_2 = \begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{bmatrix}$

BERECHNUNG DER DETERMINANTE EINER 3 × 3 MATRIX BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
1	Alles Löschen. GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Wahl der Anzeige FP/SCI/ENG						
3	Wahlschalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Die Matrix wird in die Speicher 1–9 eingegeben wie die Abbildung zeigt $\begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & b_3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} M_7 & M_8 & M_9 \\ M_4 & M_5 & M_6 \\ M_1 & M_2 & M_3 \end{bmatrix}$						
7	Man prüfe, ob die Daten eingegeben sind, indem man MR 1 bis 9 in der Reihenfolge 7, 8, 9, 4, 5, 6, 1, 2, 3 drückt.						
8	Drücken von R/S, um die Rechnung durchzuführen		R/S				Det A.
	Der Wert der Determinante ist auch im Speicher M0						

BERECHNUNG DER DETERMINANTE EINER 3 x 3 MATRIX KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen	Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	52	MR		25	64	(		50	52	MR	
01	61	7		26	52	MR		51	82	2	
02	74	x		27	71	4		52	65	)	
03	64	(		28	74	x		53	85	—	
04	64	(		29	52	MR		54	64	(	
05	52	MR		30	83	3		55	52	MR	
06	72	5		31	65	)		56	81	1	
07	74	x		32	85	—		57	74	x	
08	52	MR		33	64	(		58	52	MR	
09	83	3		34	52	MR		59	72	5	
10	65	)		35	81	1		60	95	—	
11	85	—		36	74	x		61	51	M	
12	64	(		37	52	MR		62	91	0	
13	52	MR		38	73	6		63	13	R/S	
14	82	2		39	95	—		64	14	GOTO	
15	74	x		40	84	+		65	91	0	
16	52	MR		41	64	(		66	91	0	
17	73	6		42	52	MR		67			
18	95	—		43	63	9		68			
19	85	—		44	74	x		69			
20	64	(		45	64	(		70			
21	52	MR		46	64	(		71			
22	62	8		47	52	MR					
23	74	x		48	71	4					
24	64	(		49	74	x					

	Register
0	→ DetA
1	a_3
2	b_3
3	c_3
4	a_2
5	b_2
6	c_2
7	a_1
8	b_1
9	c_1

Anmerkungen

ZUFALLSZAHLEN Version A

BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
			F	CA	GOTO	0 0	
1	Alles Löschen. GOTO 0 0		F	FP	n		
2	Länge der Zufallszahl in Ziffern						
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe einer Anfangszahl z. B. log (Datum)						
	oder sin (Ihres Alters)						
7	Drücken von R/S, um das Programm durchzuführen		R/S				Zufallszahl
	Anzeige der ersten Zufallszahl						
8	Drücken von R/S, um die nächste Zufallszahl zu erhalten		R/S				Zufallszahl
	Zur Kontrolle der Zufälligkeit siehe nächstes Programm						
	Das Programm benutzt FRAC $(x + n)^5$						
	Wenn man die Zufälligkeit der Zahlen kontrollieren						
	will, benutze man das folgende Programm, das die						
	Anzahl der Zahlen in vier Quartilen bestimmt.						
	(Die Zahlen werden angezeigt als Dezimalzahlen						
	zwischen 0 und 1, wobei die Länge vorher gewählt wurde.)						

ZUFALLSZAHLEN Version A

KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	84	+	
01	45	Pi	
02	95	−	
03	34	y^x	
04	72	5	
05	95	−	
06	21	F	
07	51	FRAC	
08	51	M	
09	91	0	
10	13	R/S	
11	14	GOTO	
12	91	0	
13	91	0	
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			

	Register
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Anmerkungen

ZUFALLSZAHLEN Version B — BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
	Dieses Programm erzeugt Zufallszahlen von 1 bis 6 Ziffern						
	(ausgedrückt als Dezimalzahlen zwischen 0 und 1) und bestimmt die Anzahl der Zahlen in 4 Quartilen, als teilweise						
	Kontrolle der Zufälligkeit. Wenn man nur die Anzahl der Zahlen benötigt, ersetze man Zeile 10 im Programm durch NULL.						
1	Alle Speicher löschen. GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Festlegung der Länge n der Zufallszahlen		F	FP	n		
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 0		GOTO	0	0		
6	Eingabe von 0.25 in Speicher 5	0.25	M	5			
7	Eingabe der Anzahl der gewünschten Zufallszahlen						
	mit negativem Vorzeichen in Speicher 9	N	+/−	M	9		
8	Eingabe der Startzahl z. B. In (Datum)						
9	Drücken von R/S, um das Programm durchzuführen						
	Anzeige der Zufallszahl						Zufallszahl
10	Drücken von R/S, um das Programm fortzusetzen						
	Es wird jedesmal eine Zufallszahl angezeigt, bis N						
	erzeugt sind. Die Anzeige ist dann:						0.00
	Wenn nur die Anzahl benötigt wird: Schritt 5a GOTO 10		GOTO	1	0		
	5b Schalter auf CLEAR						
	5c STEP		STEP				
	5d Schalter auf RUN						
	Die Zufallszahlen werden nun nicht angezeigt, sondern						
	nur die Anzahl in den Quartilen in Speicher 1 bis 4						
	gezählt.						

ZUFALLSZAHLEN Version B — KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	84	+	
01	45	Pi	
02	95	=	
03	34	y^x	
04	72	5	
05	95	=	
06	21	F	
07	51	FRAC	
08	51	M	
09	91	0	
10	13	R/S	Anzeige der
11	85	−	Zufallszahl
12	52	MR	
13	72	5	
14	95	=	
15	15	SKIP	
16	14	GOTO	
17	82	2	IF
18	73	6	
19	81	1	
20	21	F	
21	84	M+	
22	81	1	
23	14	GOTO	
24	72	5	
25	71	4	*
26	95	=	
27	15	SKIP	
28	14	GOTO	
29	83	3	−
30	62	8	
31	81	1	
32	21	F	
33	84	M+	
34	82	2	
35	14	GOTO	
36	72	5	
37	71	4	*
38	95	=	
39	15	SKIP	
40	14	GOTO	
41	72	5	
42	91	0	
43	81	1	
44	21	F	
45	84	M+	
46	83	3	
47	14	GOTO	
48	72	5	
49	71	4	*
50	81	1	
51	21	F	
52	84	M+	
53	71	4	
54	81	1	
55	21	F	
56	84	M+	
57	63	9	
58	52	MR	
59	63	9	
60	15	SKIP	
61	13	R/S	
62	52	MR	
63	91	0	
64	14	GOTO	
65	91	0	
66	91	0	
67			
68			
69			
70			
71			

	Register
0	Zufallszahl
1	Quartil 1
2	Quartil 2
3	Quartil 3
4	Quartil 4
5	0.25
6	
7	
8	
9	−N

Anmerkungen
N ist die Anzahl
der Zufallszahlen
die erzeugt
werden.

CHI-QUADRAT-ANPASSUNGSTEST — BENUTZER INSTRUKTIONEN

Schritt	Vorgehen	Eingabe	Befehl				Anzeige
1	Alles Löschen. GOTO 0 0		F	CA	GOTO	0 0	
2	Wahl des Anzeigeformats z. B. FP 2		F	FP	2		0.00
3	Schalter auf LOAD						
4	Eingabe des Programms						
5	Schalter auf RUN. GOTO 0 1		GOTO	0	1		
6	Eingabe der erwarteten Häufigkeit zuerst	z. B. 50					50
	Drücken von R/S		R/S				50.00
7	Eingabe der beobachteten Häufigkeit danach	z. B. 41					41
	Drücken von R/S		R/S				1.62
8	Schritt 6 und 7 für jede Klasse wiederholen						
	Ergebnis						CHI^2
9	Kontrollen		MR	7			Anzahl der Klassen
			MR	8			s. d. erw. Häuf.
			MR	9			s. d. beo. Häuf.
			MR	0			CHI^2

CHI-QUADRAT-ANPASSUNGSTEST — KODE

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
00	13	R/S	
01	51	M	
02	81	1	
03	21	F	
04	84	M+	
05	62	8	
06	13	R/S	
07	51	M	
08	82	2	
09	21	F	
10	84	M+	
11	63	9	
12	81	1	
13	21	F	
14	84	M+	
15	61	7	
16	64	(	
17	52	MR	
18	81	1	
19	85	−	
20	52	MR	
21	82	2	
22	65	)	
23	74	x	
24	95	=	

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
25	75	÷	
26	52	MR	
27	81	1	
28	95	=	
29	21	F	
30	84	M+	
31	91	0	
32	52	MR	
33	91	0	
34	14	GOTO	
35	91	0	
36	91	0	
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			

Adr.	Kode	Taste	Bemerkungen
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			

	Register
0	CHI^2
1	Ne
2	No
3	
4	
5	
6	
7	Anzahl d. Klassen
8	S.d. erw. Häufigk.
9	S.d. beo. Häufigk.

Anmerkungen

413021–03 Rev. April 1978