

Hewlett - Packard

HP-91

Bedienungs-Handbuch mit Anwendungen





HP-91

Bedienungs-Handbuch

«Der technische und wirtschaftliche Erfolg unseres Unternehmens kann nur gesichert werden, wenn wir unseren Kunden technisch überlegene Produkte anbieten, die einen echten Bedarf decken und einen dauerhaften Wert darstellen, und wenn wir durch eine Vielzahl von Service-Leistungen sowie durch technische Beratung vor und nach dem Verkauf den Kunden in der Anwendung dieser Produkte unterstützen.»

Erklärung über die Unternehmensziele von Hewlett-Packard

Als die Ingenieure Hewlett und Packard im Jahre 1939 das Unternehmen gründeten, begannen sie mit einem technisch überlegenen Produkt – einem Tongenerator.

Heute liefern wir mehr als 3000 verschiedene Qualitätsprodukte, die für einige der kritischsten Kunden auf dem Weltmarkt konstruiert und gefertigt werden.

Seit 1972, als wir unseren ersten Taschenrechner vorstellten, haben wir mehr als 700 000 Einheiten verkauft. Zu den Anwendern gehören Nobelpreisträger, Astronauten, berühmte Bergsteiger, Geschäftsleute, Ärzte, Wissenschaftler und Studenten.

Jeder unserer Taschenrechner wird mit höchster Präzision hergestellt. Er hilft dem Anwender die Aufgaben seines Berufslebens zu meistern.

Sie decken somit einen Bedarf und haben für den Kunden einen bleibenden Wert.

INHALTSVERZEICHNIS

VERWENDUNG DIESES HANDBUCHS	11
Der HP-91 ist Ihr erster Rechner?	11
Sie haben bereits Erfahrungen mit anderen Hewlett-Packard Rechnern?	11
Verzeichnis der Tastenfunktionen	14
 ABSCHNITT 1. ZU BEGINN	17
Einschalten	17
Anzeige	17
Tastenfeld	18
Eintasten von Zahlen	18
Negative Zahlen	18
Löschen der Anzeige	19
Drucker	19
Funktionen	21
Funktionen von einer Variablen	22
Funktionen von zwei Variablen	22
Kettenrechnungen	24
Einige Bemerkungen zum HP-91	27
 ABSCHNITT 2. WAHL DES DRUCK- UND ANZEIGE- FORMATES	29
Tasten zur Wahl des Anzeigeformaten	29
Festkommaformat	30
Wissenschaftliches Format	30
Technisches Anzeigeformat	31
Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen	32
Wahl des Druckformaten	33
Automatische Umschaltung des Anzeigeformaten	35
Eingabe des Zehnerexponenten	35
Rechnerüberlauf	36
Fehlermeldung	37
Anzeige abfallender Batteriespannung	37
 ABSCHNITT 3. DER AUTOMATISCHE RECHEN- REGISTER-STAPEL («Stack»)	39
Erste Anzeige	39
Umordnen der Stack-Inhalte	39
Anzeigen der Stack-Inhalte	40
Austausch von x und y	41
Löschen der Stack-Register	41
Die ENTER -Taste	42
Wirkung von Funktionen einer Variablen auf den Stack	44

Wirkung von Funktionen zweier Variablen auf den Stack	44
Kettenrechnungen	45
Reihenfolge der Ausführung	48
Rechnen mit einer Konstanten	49

ABSCHNITT 4. FUNKTIONSTASTEN

Last X	51
Korrektur von Fehlern	51
Mehrfache Verwendung eines Eingabewertes	52
Reziprokwert	52
Fakultät	53
Quadratwurzel	53
Quadrat einer Zahl	53
Verwendung der Kreiszahl Pi (π)	53
Prozent	54
Berechnung prozentualer Unterschiede	55
Speicherregister	55
Abspeichern von Daten	56
Zurückrufen von Daten	56
Auflisten der Speicherregister-Inhalte	57
Löschen der Speicherregister	58
Speicherregister-Arithmetik	59
Trigonometrische Funktionen	60
Winkel-Modus	60
Funktionen	60
Stunden, Minuten und Sekunden	61
Addition und Subtraktion von Zeiten und Winkeln	62
Koordinatentransformation	63
Logarithmen und Exponentialfunktionen	66
Logarithmen	66
Exponentialfunktion y^x	67
Statistik-Funktionen	69
Summationen	69
Auflisten der mit $\Sigma+$ gebildeten Summen	70
Prozentualer Anteil an einer Summe	70
Mittelwert	71
Standardabweichung	73
Entfernen falsch eingegebener Werte	75
Lineare Regression	76
Linearer Schätzwert	78
Bestimmtheitsmaß	78
Vektor-Addition und -Subtraktion	79

ABSCHNITT 5. ANWENDUNGSBEISPIELE

MATHEMATIK

Quadratische Gleichung	84
Gleichungssysteme mit zwei Unbekannten	85

Determinante einer 3×3 -Matrix	86
Hyperbelfunktionen	87
Hyperbolische Umkehrfunktionen	88
Komplexe Grundrechnungen	88
Komplexe Addition	88
Komplexe Subtraktion	89
Multiplikation von n komplexen Zahlen	89
Komplexe Division	89
Reziprokwert einer komplexen Zahl	90
Quadrat einer komplexen Zahl	90
Wurzel aus einer komplexen Zahl	90
Vektor-Operationen	91
Vektor-Addition	91
Winkel zwischen Vektoren	91
Vektorprodukt (äußeres oder Kreuzprodukt)	92
Skalarprodukt zwischen Vektoren	92
Dreieckberechnungen	93
Gegeben a, b, γ ; gesucht α, β, c	93
Gegeben a, b, c ; gesucht α, β, γ	94
Gegeben a, α, γ ; gesucht β, b, c	95
Gegeben a, β, γ ; gesucht α, b, c	95
Gegeben β, b, c ; gesucht a, α, γ	96
Gegeben a, b, c ; gesucht Dreiecksfläche	97
Gegeben a, b, γ ; gesucht Dreiecksfläche	98
Gegeben a, β, γ ; gesucht Dreiecksfläche	98
Gegeben Eckpunktkoordinaten; gesucht Dreiecksfläche	99
Kreissectoren	100
Translation und Rotation eines Koordinatensystems	102
Basistransformationen	103
Umwandlung einer ganzzahligen Dezimalzahl in eine ganze Zahl zu beliebiger Basis	104
Umwandlung einer ganzen Zahl zur Basis b in eine Dezimalzahl (Basis 10)	105
Größter gemeinsamer Teiler	106
Kleinstes gemeinsames Vielfaches	106

STATISTIK

Exponential-Kurvenanpassung	107
Kurvenanpassung einer Potenzfunktion	109
Einfache Varianzanalyse	110
Kovarianz und Korrelationskoeffizient	112
Normalverteilung	113
Invertiertes Normalverteilungsintegral	114
Kombinationen ohne Wiederholung mit Berücksichtigung der Anordnung	116
Kombinationen ohne Wiederholung ohne Berücksichtigung der Anordnung	116
Erzeugung von Zufallszahlen	117
Mittelwert, Standardabweichung, mittlerer Fehler (für klassifizierte Daten)	117
Chi-Quadrat-Test (ungleiche Erwartungswerte)	118
$2 \times k$ -Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)	119
F-Test	120
Vergleich zweier Mittelwerte (t-Test)	121

8 Inhaltsverzeichnis

t-Test für den Vergleich zweier Mittelwerte	122
Fakultät und Gammafunktion	123
 KAUFMÄNNISCHE BERECHNUNGEN	
Zinseszins-Berechnung	124
Berechnung des Endwertes	125
Berechnung des Anfangswertes	125
Berechnung der Zahl der Zinsperioden	125
Berechnung des Zinssatzes	126
Berechnung des Zinsbetrages	126
Umwandlung Nominalzinssatz in Effektivzinssatz	126
Endlich viele Zinsperioden	126
Stetige Verzinsung	127
Sparprogramm	127
Berechnung der Zahl der Zinsperioden	128
Berechnung des Ratenbetrages	128
Berechnung des Endwertes	129
Annuitätentilgung von Darlehen	129
Berechnung der Annuität	129
Berechnung der Darlehenssumme	130
Berechnung der Zahl der Rückzahlungsraten	130
Berechnung des Zinssatzes	131
Tilgungsplan	131
Cash Flow-Analyse (Investitionsanalyse)	132
Buchwert-Abschreibungen	133
Lineare Abschreibung	133
Geometrisch-degressive Abschreibung	134
Digitale Abschreibung	134
Berechnung des Wochentages	135
 NAVIGATION	
Navigation nach Kursgleiche	137
Großkreisnavigation	139
Höhe und Azimut eines Himmelskörpers	143
Wahrscheinlicher Standort	144
 VERMESSUNGSWESEN	
Koordinatenberechnungen im Polygonzug	145
Koordinatenberechnungen im Polygonzug (Winkel oder Brechungswinkel gegeben)	148
Azimut und Länge von Polygonstrecken	150
 ANHANG A. ZUBEHÖR UND WARTUNG	
Ihr Hewlett-Packard Rechner	153
Standard-Zubehör	154
Zusätzliches Zubehör	154
Netzbetrieb	155

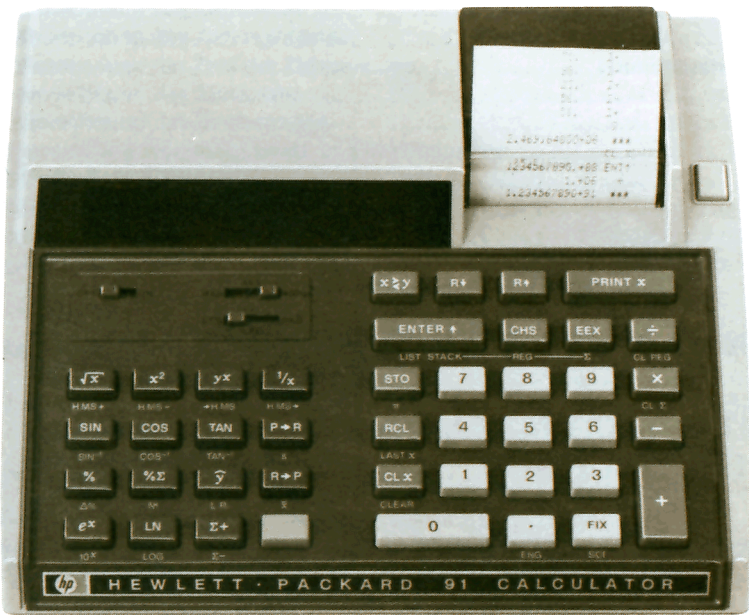
Laden der Batterie	156
Batteriebetrieb	156
Austauschen des Batteriesatzes	156
Pflege des Batteriesatzes	158
HP-91-Thermodrucker	158
Thermodruckpapier	158
Auswechseln der Druckpapierrolle	159
Pflege des Druckers	160
Anzeige abfallender Batteriespannung	161
Keine Anzeige	161
Temperaturbereich	161
Garantie	161
Reparaturdauer	162
Versandanweisungen	162
Technische Änderungen	162
Sonstiges	162

ANHANG B. UNERLAUBTE OPERATIONEN	163
--	-----

ANHANG C. INTERNATIONALE VERKAUFS- UND SERVICE-NIEDERLASSUNGEN	164
---	-----

NÜTZLICHE UMRECHNUNGSFAKTOREN	170
-------------------------------------	-----

DER DRUCKENDE, TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE
RECHNER IM ATTACHÉ-FORMAT



VERWENDUNG DIESES HANDBUCHS

DER HP-91 IST IHR ERSTER RECHNER?

Wenn der HP-91 der erste elektronische Rechner ist, mit dem Sie umgehen, sollten Sie das vorliegende Handbuch ganz durchlesen und sich Schritt für Schritt anhand der vielen Erklärungen und Beispiele in die Bedienung Ihres HP-91 einarbeiten. Nachdem Ihnen Ihr neuer Rechner in den ersten beiden Abschnitten in seinen grundlegenden Funktionen erklärt wurde, erfahren Sie dann im Abschnitt 3 «Der automatische Rechenregister-Stapel» die Gründe dafür, daß Sie mit dem HP-91 auch die kompliziertesten Berechnungen mit geringem Aufwand schnell und genau durchführen können. Daran schließt sich der Abschnitt 4 an, in dem Ihnen alle festverdrahteten Funktionen, über die Ihr neuer Rechner auf Tastendruck verfügt, einzeln erklärt werden. Wenn Sie die vielen angegebenen Beispiele nachrechnen, werden Sie den HP-91 sicherlich schnell «im Griff» haben.

SIE HABEN BEREITS ERFAHRUNGEN MIT ANDEREN HEWLETT-PACKARD RECHNERN?

Wenn dies nicht Ihr erster HP-Rechner ist oder Sie bereits auf andere Weise Erfahrungen im Umgang mit Hewlett-Packard Taschenrechnern sammeln konnten, werden Sie in dieser Bedienungsanleitung sicherlich viele «alte Bekannte» wiederfinden – den automatischen Rechenregister-Stapel, die Daten-Speicherregister und die meisten der zahlreichen mathematischen Funktionen. Daneben gibt es aber auch wieder eine Reihe von Neuigkeiten zu entdecken. Sicherlich werden auch Sie bei Gelegenheit dieses Handbuch vollständig durchlesen; um aber Ihren neuen Rechner gleich einsetzen zu können, werden Sie sich wohl erst um die Abschnitte kümmern wollen, in denen die Funktionsweise und Bedienung des HP-91 Thermodruckers erklärt ist. Informieren Sie sich aber auch über die vielen leistungsfähigen statistischen Funktionen, über die Ihr HP-91 verfügt.

Unabhängig davon, ob Sie bereits Experte im Umgang mit wissenschaftlichen Taschenrechnern von Hewlett-Packard sind oder sich zum ersten Mal mit diesem Bereich befassen, werden Sie das «Verzeichnis der Tastenfunktionen» auf Seite 14 und 15 sehr begrüßen. Diese Zusammenstellung können Sie entweder als Kurzanleitung oder als Hinweis darauf verwenden, wo Sie nähere Erklärungen zu den einzelnen Tasten und Funktionen finden.

Im Abschnitt 5 sind schließlich eine Fülle von Beispielen aus den verschiedensten Anwendungsbereichen zusammengefaßt. Dabei wurden häufig benötigte Rechnungen aus den Gebieten Mathematik, Statistik, kaufmännische Rechnungen, Vermessungswesen und Navigation berücksichtigt. Die einzelnen Rechenroutinen sind mit Erklärungen und Beispielen angeführt, so daß Sie auch ohne viele weitere Kenntnisse über Ihren HP-91 typische Aufgabenstellungen lösen können.

Unabhängig davon, welcher Teil dieses Handbuchs für Sie am interessantesten sein wird, hoffen wir, daß Ihnen die vorliegende Bedienungsanleitung dabei helfen wird, den größten Nutzen aus Ihrem HP-91 zu ziehen.

DRUCKENDER WISSENSCHAFTLICHER RECHNER HP-91

Automatischer
Rechenregister-Stapel

T 0.000000000 00

Z 0.000000000 00

Y 0.000000000 00

X 1.234567890 91 ← Anzeige

Daten-
Speicherregister

R₀ 0.000000000 00

R₁ 0.000000000 00

R₂ 0.000000000 00

R₃ 0.000000000 00

R₄ 0.000000000 00

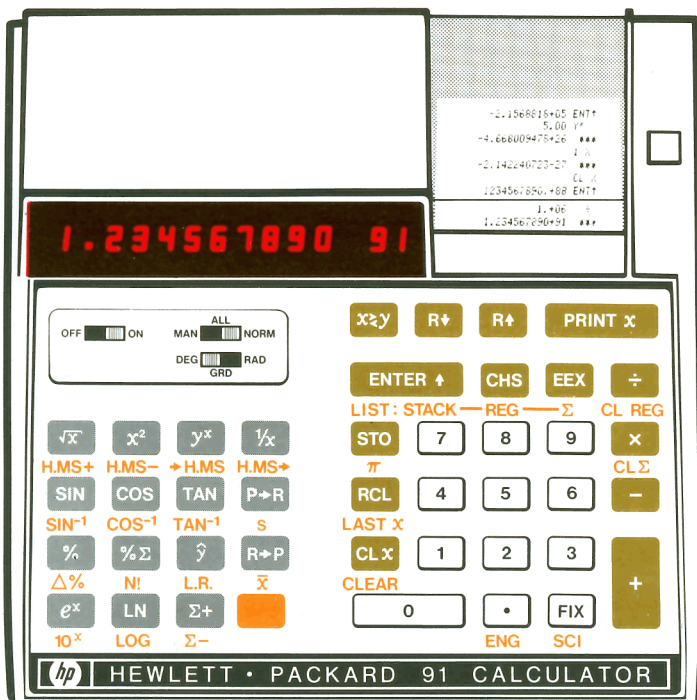
R₅ 0.000000000 00

R₆ 0.000000000 00

R₇ 0.000000000 00

R₈ 0.000000000 00

R₉ 0.000000000 00



Weitere Register
für Datenspeicherung
und Summationen

R₀ 0.000000000 00

R₁ 0.000000000 00

R₂ 0.000000000 00

R₃ 0.000000000 00

R₄ 0.000000000 00

R₅ 0.000000000 00

VERZEICHNIS DER TASTENFUNKTIONEN

■ Papiervorschub-Taste	19
OFF ON Ein-/Aus-Schalter	17
DEG RAD Wahl des Winkel-Modus für trigonometrische Funktionen	60
ALL NORM Drucker-Wahlschalter	19
■ Präfixtaste zum Umschalten auf die jeweilige Alternativfunktion, deren goldfarbenes Symbol unterhalb der Taste steht	18

ZAHLENEINGABE

ENTER Trennt aufeinanderfolgende Zahlen bei der Eingabe. Kopiert den Inhalt des X -Registers nach Y	22
CHS Vorzeichenwechsel der angezeigten Zahl bzw. des Exponenten	18
EEX Ist vor Eingabe eines Exponenten zu drücken	35

UMORDNEN UND ANZEIGEN VON DATEN

X↔Y Vertauscht die Inhalte von X - und Y -Register	41
R↓ Zyklisches Vertauschen der Stack-Registerinhalte nach «unten»	39
R↑ Zyklisches Vertauschen der Stack-Registerinhalte nach «oben»	39
CLX Löscht das angezeigte X -Register	19
CLEAR Löscht den gesamten Stack und alle Daten-Speicherregister R_0 bis R_9 und R_{10} bis R_{15}	41
PRINT Druckt die angezeigte Zahl im X -Register	19

LIST STACK Bewirkt automatisches Auflisten aller Stack-Registerinhalte	39
[0] bis [9] Zifferntasten für die Zahleneingabe, Wahl des Anzeigeformaten und Bezeichnung der Speicherregister	18

WAHL DES ANZEIGEFORMATES

FIX Festkommadarstellung; nachfolgende Zifferntaste gibt die Zahl der anzuzeigenden Dezimalstellen an	30
SCI Wissenschaftliches Anzeigeformat; die im Anschluß daran zu drückende Zifferntaste gibt die Zahl der Nachkommastellen in der Mantisse an	30
ENG Technisches Anzeigeformat; Wahl der Anzahl der Stellen in der Mantisse mit nachfolgender Zifferntaste	31

SPEICHERN VON DATEN

STO Speichert die angezeigte Zahl nach Drücken der entsprechenden Zifferntaste (bzw. Dezimalpunkt und Zifferntaste) in einem der Speicherregister. Wird auch im Zusammenhang mit Speicher-Arithmetik verwendet	56
RCL Ruft, gefolgt von einer Zifferntaste oder dem Dezimalpunkt und einer Zifferntaste, den Inhalt des entsprechenden Speicherregisters in die Anzeige zurück	56
CLREG Löscht die Speicherregister R_0 bis R_9	58

LIST REG Bewirkt das automatische Auflisten aller Speicherregisterinhalte	57
LAST x Abruf des letzten Inhaltes des X -Registers, dessen Inhalt inzwischen durch Ausführung einer Operation geändert wurde	51

MATHEMATISCHE FUNKTIONEN

√x Berechnet die Quadratwurzel der angezeigten Zahl	53
x² Berechnet das Quadrat der angezeigten Zahl	53
1/x Berechnet den Reziprokwert der angezeigten Zahl	52
π Ruft die Zahl Pi ($\pi = 3,1415...$) in das angezeigte X -Register	53
+ - x ÷ Tasten für arithmetische Grundrechnungen	44

LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN

y^x Allgemeine Exponentialfunktion; dient zur Berechnung beliebiger Potenzen 67

10^x Berechnet zu der angezeigten Zahl x den Wert der Exponentialfunktion zur Basis 10 66

e^x Berechnet den Wert der natürlichen Exponentialfunktion (Basis $e = 2,718281828$) für die angezeigte Zahl x 66

LOG Berechnet den dekadischen Logarithmus der angezeigten Zahl 66

LN Berechnet den natürlichen Logarithmus (Basis $e = 2,718281828$) der angezeigten Zahl 66

TRIGONOMETRIE

HMS+ Addiert in der Form Stunden (oder Grad), Minuten, Sekunden gegebene Zeiten oder Winkel 62

HMS- Subtrahiert in der Form Stunden (oder Grad), Minuten, Sekunden gegebene Zeiten oder Winkel voneinander 62

→HMS Wandelt in dezimaler Form gegebene Zeiten oder Winkel in die Form Stunden (oder Grad), Minuten, Sekunden um 61

HMS→ Wandelt in der Form Stunden (oder Grad), Minuten, Sekunden gegebene Zeiten oder Winkel in dezimale Stunden bzw. Grad um 61

\sin^{-1} \cos^{-1} \tan^{-1} Berechnet Arkussinus, Arkuskosinus bzw. Arkustangens der angezeigten Zahl 60

SIN COS TAN Berechnet den Sinus, Kosinus bzw. Tangens der angezeigten Zahl 60

KOORDINATENUMWANDLUNG

R→P Wandelt die rechtwinkligen Koordinaten (x, y) in entsprechende Polarkoordinaten (r, θ) um 63

P→R Wandelt die Polarkoordinaten (r, θ) in entsprechende rechtwinklige Koordinaten (x, y) um 63

PROZENTRECHNUNGEN

% Berechnet den Prozentsatz einer Zahl ($x\%$ von y) 54

$\Delta\%$ Dient zur Berechnung prozentualer Unterschiede bzw. Differenzen 55

$\%\Sigma$ Berechnet den prozentualen Anteil an einer Summe 70

STATISTISCHE FUNKTIONEN

$\Sigma+$ Berechnet verschiedene Summen der Eingabewerte x und y in den Registern $R_{.0}$ bis $R_{.5}$. Diese Summen werden mit jeder Dateneingabe auf den neuesten Stand gebracht 69

$\Sigma-$ Entfernt die Werte x und y aus den automatisch gebildeten Summen in den Registern $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ 69

CL Σ Löscht die Summationsregister $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ 69

LIST: Σ Bewirkt das automatische Auflisten der Inhalte der Summationsregister $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ 70

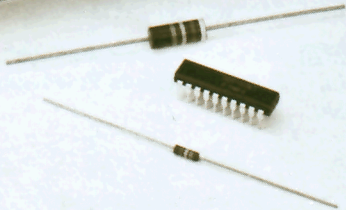
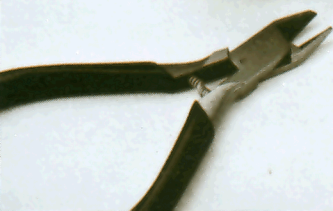
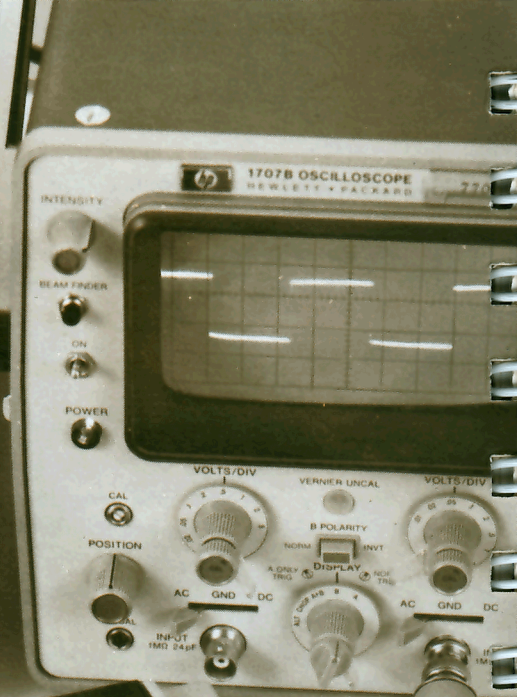
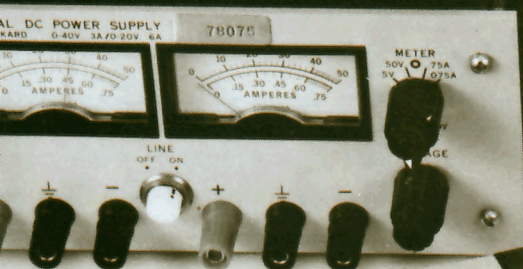
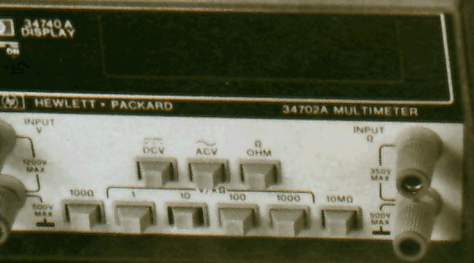
$N!$ Berechnet die Fakultät der angezeigten Zahl 53

\bar{x} Berechnet die Mittelwerte der eingegebenen x - und y -Werte 71

S Berechnet die Stichproben-Standardabweichung für aufsummierte x - und y -Werte 73

LR Lineare Regression; berechnet den y -Achsenabschnitt und die Steigung der Regressionsgeraden 76

\hat{y} Linearer Schätzwert; berechnet auf der Basis zuvor aufsummierter Daten zu einem gegebenen Wert x den entsprechenden Schätzwert \hat{y} 78



ABSCHNITT 1. ZU BEGINN

Herzlichen Glückwunsch!

Mit Ihrem HP-91 besitzen Sie ein für den anspruchsvollen professionellen Bereich geschaffenes Qualitätserzeugnis aus der Reihe der Hewlett-Packard Rechner. Die herausragende Leistungsfähigkeit dieser vielseitigen Geräte, ihr robuster Aufbau und die Einfachheit ihrer Handhabung haben diese Rechner in der ganzen Welt bekannt gemacht. Neben dem beispiellosen Hewlett-Packard Logik-System, das selbst die Durchführung komplexester Rechnungen mühelos macht, bietet Ihnen der HP-91:

- Zahlreiche wissenschaftliche, mathematische und statistische Funktionen.
- 16 voneinander unabhängige Daten-Speicherregister.
- Einen nahezu geräuschlos arbeitenden Drucker für die Aufzeichnung von Rechengängen und Resultaten, so daß Sie einen dauerhaften Beleg zur Verfügung haben.
- Netzunabhängige Verwendung durch den eingesetzten wiederaufladbaren Batteriesatz.
- Mitgeliefertes 220/110-V-Netzladegerät für das Laden des Batteriesatzes und die Verwendung des HP-91 als Tischrechner.


Dazu kommt das weltweite Netz von Hewlett-Packard Vertriebs- und Service-Niederlassungen für eine problemlose Wartung und die schnelle Lieferung von Zubehörteilen.

Um die vielen Möglichkeiten, die Ihnen Ihr HP-91 bietet, voll ausschöpfen zu können, sollten Sie das vorliegende Handbuch gründlich durcharbeiten und die zahlreichen Beispiele nachrechnen. Sie werden auf diese Weise schnell mit dem HP-91 vertraut und dürfen sich nicht wundern, wenn er Ihnen bereits nach wenigen Tagen unentbehrlich geworden ist.

EINSCHALTEN

Sie haben Ihren HP-91 in funktionsbereitem Zustand mit eingesetzter aufladbarer Batterie erhalten.

Sie können ihn wahlweise netzunabhängig betreiben oder an das Netzladegerät anschließen und verwenden, während gleichzeitig der eingesetzte Batteriesatz geladen wird. Bevor Sie Ihren HP-91 zum ersten Mal netzunabhängig verwenden, sollten Sie die Batterie zuerst 6 Stunden lang laden. *Der wiederaufladbare Batteriesatz muß auch dann im Rechner eingesetzt bleiben, wenn Sie ihn am angeschlossenen Netzladegerät betreiben;* es besteht dabei keine Gefahr, daß die Batterien überladen werden.

Zu Beginn: Schieben Sie den OFF/ON-Schalter in Stellung ON (OFF  ON).

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung MAN ( ALL  NORM).

ANZEIGE

In der hellen roten Leuchtdioden-Anzeige erscheinen:

1. alle Zahlen, die Sie eintasten;
2. alle Zwischen- und Endergebnisse im Anschluß an die Ausführung der entsprechenden Rechenschritte.

Wenn Sie den HP-91 einschalten, erhalten Sie als erste Anzeige:

0.00

TASTENFELD

Den meisten Tasten auf dem Tastenfeld des HP-91 sind zwei verschiedene Funktionen zugeordnet. Die Symbole dieser Funktionen stehen auf der Tastenoberseite oder in goldfarbener Schrift unterhalb der Taste.

Zur Ausführung der Funktion, deren Symbol auf der Tastenoberseite steht, drücken Sie einfach diese Funktionstaste.

Zur Ausführung der Funktion, deren goldfarbenes Symbol unterhalb der Taste steht, drücken Sie zuerst die goldfarbene Präfixtaste und anschließend die Funktionstaste.



Drücken Sie zur Ausführung dieser Funktion **CLx**.

Drücken Sie zur Ausführung dieser Funktion zuerst **■** und dann **CLx**.

In diesem Handbuch werden die zu drückenden Tasten stets mit dem Symbol in entsprechender Farbe und von einem Kästchen umrahmt wiedergegeben, z. B. **SIN**, **Σ-**.

EINTASTEN VON ZAHLEN

Zahlen werden eingegeben, indem Sie die Zifferntasten in der Reihenfolge drücken, wie Sie die Zahl auch auf einem Blatt Papier notieren würden; der Dezimalpunkt ist, falls er Bestandteil der Zahl ist, an der entsprechenden Stelle einzutasten.

Zum Beispiel: Tasten Sie 148,84 ein.

Drücken Sie **Anzeige**

1 4 8 . 8 4 → **148.84**

Die eingegebene Zahl 148,84 erscheint jetzt in der Anzeige.

NEGATIVE ZAHLEN

Drücken Sie zur Eingabe einer negativen Zahl zuerst die Zifferntasten* für die (positive) Zahl und anschließend **CHS** (change sign – Vorzeichenwechsel). Die Zahl wird jetzt in der Anzeige mit einem vorangestellten Minuszeichen «-» dargestellt. Um beispielsweise das Vorzeichen der eingegebenen Zahl zu ändern:

Drücken Sie **Anzeige**

CHS → **-148.84**

Sie können sowohl das Vorzeichen einer negativen wie auch einer positiven Zahl in der Anzeige (falls ungleich Null) ändern. Um beispielsweise das Vorzeichen der Zahl -148,84 erneut zu ändern und die Zahl wieder positiv zu machen:

Drücken Sie		Anzeige
CHS	→	148.84

Beachten Sie, daß in der Anzeige nur negative Zahlen mit Vorzeichen dargestellt werden.

LÖSCHEN DER ANZEIGE


Sie können einen beliebigen Inhalt der Anzeige löschen, indem Sie **CLx** (clear x = x löschen) drücken. Diese Taste ersetzt die Zahl in der Anzeige durch den Wert 0,00:


Drücken Sie		Anzeige
CLx	→	0.00


Wenn Ihnen bei der Eingabe einer Zahl ein Fehler unterläuft, löschen Sie die bis hierher eingetastete Ziffernfolge mit **CLx** und tasten Sie die Zahl erneut ein.

DRUCKER

Bei der Verwendung des Druckers haben Sie die Wahl zwischen drei verschiedenen Betriebsarten, die Sie mit dem Drucker-Wahlschalter  einstellen können:

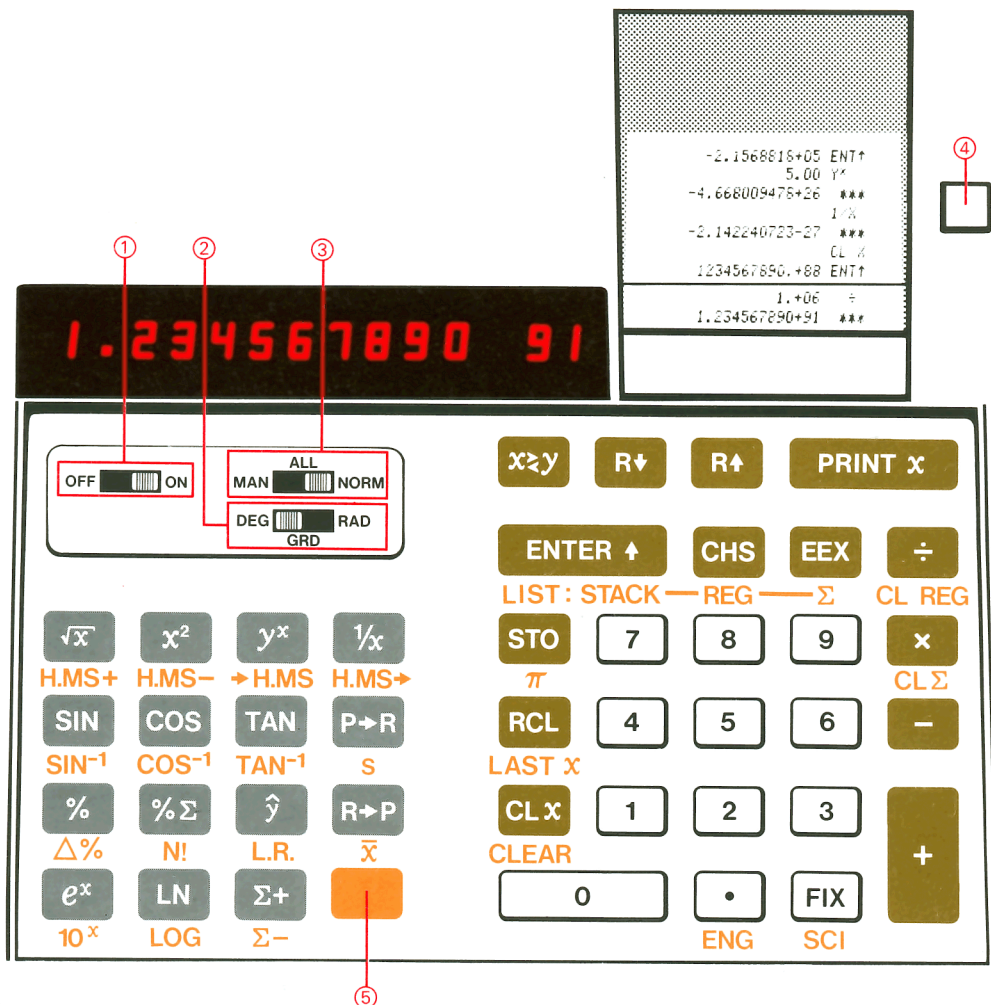
Steht der Drucker-Wahlschalter  in Stellung MAN (manual = von Hand), ist der Drucker von der automatischen Ansteuerung durch den Rechner abgeschaltet und druckt nur dann, wenn Sie **PRINT x** drücken oder eine der LIST-Operationen ausführen.

Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter  in Stellung NORM (normal) schieben, schreibt der Drucker den gesamten Rechenablauf mit, so daß Sie später den Rechengang genau rekonstruieren können. In dieser Betriebsart werden sämtliche Zahleneingaben und ausgeführte Funktionen (als entsprechendes Symbol) gedruckt. Die Zwischen- und Endergebnisse werden dagegen nur dann gedruckt, wenn Sie jeweils **PRINT x** drücken.

Steht der Drucker-Wahlschalter  in Stellung ALL (all = alles), druckt der Rechner alle Zahleneingaben, Funktionen sowie Zwischen- und Endergebnisse aus. Dabei werden die Resultate der ausgeführten Funktionen rechts vom Zahlenwert mit dem Symbol *** gekennzeichnet.

Wenn Sie den Druckpapierstreifen um eine Leerzeile weiterrücken wollen, drücken Sie einfach die Papiervorschub-Taste rechts vom Drucker. Machen Sie sich keine Gedanken, wenn während des Papiervorschubs die Anzeige verlischt – das ist normal. Wenn Sie den Papierstreifen um mehr als eine Zeile vorrücken wollen, dann halten Sie die Papiervorschub-Taste entsprechend lange niedergedrückt. Das Auswechseln der Papierrolle ist im Anhang A unter «*HP-91 Thermo-drucker*» beschrieben.

Unabhängig von der gewählten Betriebsart des Druckers ist es selten möglich, während des Rechnens die Tasten in so schneller Folge zu drücken, daß der HP-91 mit dem Druckvorgang nicht mehr Schritt halten kann. Damit keine Information verlorengeht, speichert der Rechner bis zu sieben Tastenbefehle, und das unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der Sie die Tasten drücken.



① Ein/Aus-Schalter

② Wahlschalter für den Winkel-Modus mit den Stellungen Altgrad, Neugrad und Bogenmaß (Rechner faßt alle Winkel in der entsprechenden Einheit auf).

③ Drucker-Wahlschalter:

MAN (von Hand). Drucker arbeitet nur, wenn Sie **PRINT X** drücken oder eine der LIST-Operationen ausführen.

ALL (alles). Drucker zeichnet alle Änderungen in der Anzeige auf; druckt Funktionen sowie Zwischen- und Endergebnisse.


NORM (normal). Drucker zeichnet den Rechengang auf; druckt alle Eingabewerte sowie alle ausgeführten Funktionen; druckt nicht die Zwischen- und Endergebnisse.

④ Papiervorschub-Taste

⑤ Präfixtaste zur Wahl der Alternativfunktion (Symbol unterhalb der Taste).

FUNKTIONEN

Um die einfache Anwendung der verschiedenen Funktionen Ihres HP-91 am leichtesten erkennen zu können, sollten Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL bringen; Sie erhalten so eine vollständige Aufzeichnung aller Eingabewerte, Funktionen und Ergebnisse.


Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter  in Stellung ALL.

Obwohl der HP-91 über eine Fülle verschiedener Funktionen verfügt, ist er sehr einfach zu bedienen. Bezüglich der festverdrahteten Funktionen gibt es eine überaus einfache Regel:

Wenn Sie eine der Funktionstasten drücken (gegebenenfalls im Anschluß an die Präfixtaste), wird die dem Tastensymbol entsprechende Funktion sofort ausgeführt.

Funktionen werden sofort ausgeführt, wenn Sie die entsprechende Funktionstaste drücken.

Um zum Beispiel die Quadratwurzel von 148,84 zu berechnen:

Drücken Sie **Anzeige**
 148.84 → **148.84**
 → **12.20**

148.84 \sqrt{x}
 12.20 ***

Wenn Sie sich jetzt einmal ansehen, was der Drucker zu diesem Beispiel geschrieben hat, werden Sie erkennen, wie einfach der HP-91 einen vollständigen Beleg über den Rechengang erstellt. Die Druckzeilen werden ganz normal von links nach rechts und von oben nach unten gelesen. Der eingegebene Wert, 148,84, wird genauso gedruckt, wie er in die Anzeige getastet wurde. Rechts davon ist die ausgeführte Funktion mit ihrem Symbol wiedergegeben. Das Resultat der Rechnung, 12,20, erscheint im Druckbild mit drei nachgesetzten Sternchen, womit der Rechner anzeigt, daß es sich bei diesem Wert um das Ergebnis irgendeiner ausgeführten Funktion handelt.

Eingetastete Zahl – keine Sternchen

↓

148.84 \sqrt{x}
 12.20 ***

← ausgeführte Funktion

↑





Das Symbol *** zeigt an, daß diese Zahl als Ergebnis einer Rechenoperation gedruckt wird.

Lassen Sie uns fortfahren. Um das Resultat der letzten Rechnung jetzt zu quadrieren:

Drücken Sie **Anzeige**
 → **148.84**

x^2

148.84 ***

 und  sind Beispiele für Funktionen, die sich auf nur eine Zahl beziehen. Alle Funktionen, über die der HP-91 verfügt, beziehen sich auf entweder eine oder zwei Zahlen (mit Ausnahme der Statistik-Tasten wie beispielsweise  und , die an späterer Stelle besprochen werden).

Funktionen beziehen sich entweder auf eine oder auf zwei Zahlen.

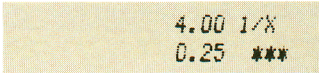
FUNKTIONEN VON EINER VARIABLEN

Zur Ausführung einer Funktion, die sich auf nur einen Zahlenwert bezieht:

1. Tasten Sie die Zahl ein.
2. Drücken Sie die entsprechende Funktionstaste (bzw. drücken Sie die Präfixtaste und anschließend die Funktionstaste).

Um beispielsweise die Funktion $1/x$ auszuführen, die sich auf nur eine Zahl (x) bezieht, tasten Sie zuerst den Wert x ein und drücken Sie dann die Funktionstaste. Zur Berechnung von $1/4$, tasten Sie zuerst die Zahl 4 (x) ein und drücken Sie dann $\frac{1}{x}$.

Drücken Sie	Anzeige
4	4.
$\frac{1}{x}$	0.25



Versuchen Sie jetzt einmal, die nachfolgenden Rechenaufgaben (alles Funktionen von einer Variablen) zu lösen. Beachten Sie dabei, daß *stets zuerst die Zahl einzutasten ist und dann die Funktionstaste gedrückt wird*.

$\frac{1}{25}$	= 0.04
$\sqrt{2500}$	= 50.00
10^5	= 100000.00 (verwenden Sie 10^x)
$\sqrt[3]{3204100}$	= 1790.00
$\log 12,58925411$	= 1.10
71^2	= 5041.00

FUNKTIONEN VON ZWEI VARIABLEN

Funktionen von zwei Variablen sind solche, die sich auf zwei Zahlen beziehen, die zuvor im Rechner zur Verfügung stehen müssen. Beispiele für solche Funktionen sind die arithmetischen Grundoperationen $+$, $-$, \times , \div .

Für Funktionen von zwei Variablen gilt das gleiche wie für Funktionen, die sich auf nur eine Zahl beziehen: die Funktion wird sofort ausgeführt, wenn Sie die Funktionstaste drücken. *Daher müssen die beiden Zahlen, auf die sich die Funktion bezieht, vorher in den Rechner eingegeben werden.*

Wenn mehr als eine Zahl in den Rechner einzugeben ist, werden diese beiden Zahlen mit Hilfe der **ENTER**-Taste voneinander getrennt.

Wenn vor der Ausführung einer Funktion mehr als eine Zahl einzugeben ist, verwenden Sie die **ENTER**-Taste zur Trennung beider Zahlen.

Die Taste **ENTER** braucht nicht gedrückt zu werden, wenn nur eine Zahl einzugeben ist. Um zwei Zahlen in den Rechner einzugeben und eine Operation auszuführen:

1. Tasten Sie den ersten Zahlenwert ein.
2. Drücken Sie **ENTER** zur Trennung dieser Zahl von der nachfolgenden Zahl.
3. Tasten Sie die zweite Zahl ein.
4. Drücken Sie die Funktionstaste (gegebenenfalls im Anschluß an die Präfixtaste).

Um beispielsweise 12 und 3 zu addieren:

Drücken Sie **Anzeige**

12 \longrightarrow **12.**

Die 1. Zahl

ENTER \longrightarrow **12.00**

Trennt die 1. Zahl von der zweiten Zahl

3 \longrightarrow **3.**

Die 2. Zahl

+ \longrightarrow **15.00**

Das Ergebnis

```

12.00 ENT↑
3.00 +
15.00 ***
  
```

Das Resultat, 15,00, wird angezeigt.

Die übrigen arithmetischen Operationen werden auf gleiche Weise ausgeführt:

Operation **Drücken Sie** **Anzeige**

12 - 3 12 **ENTER** 3 **-** \longrightarrow **9.00**

12 \times 3 12 **ENTER** 3 **\times** \longrightarrow **36.00**

12 \div 3 12 **ENTER** 3 **\div** \longrightarrow **4.00**

```

12.00 ENT↑
3.00 -
9.00 ***

12.00 ENT↑
3.00 x
36.00 ***

12.00 ENT↑
3.00 ÷
4.00 ***
  
```

Die Funktion **y^x** ist ebenfalls eine der Funktionen von zwei Variablen. Sie wird zur Berechnung beliebiger Potenzen verwendet und ist ebenso leicht auszuführen wie die übrigen Funktionen von zwei Variablen:

1. Tasten Sie die erste Zahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER** zur Trennung dieser Zahl von der nachfolgenden zweiten Zahl.
3. Tasten Sie die zweite Zahl ein (Potenz).
4. Führen Sie die Operation aus (drücken Sie **y^x**).

Im Zusammenhang mit Funktionstasten ist zu beachten, daß der angezeigte Wert stets der ist, der im Symbol zu dieser Funktion mit x bezeichnet ist.

Es wird stets die Zahl x angezeigt.

Es bedeutet also **\sqrt{x}** «Quadratwurzel der angezeigten Zahl» und **$1/x$** «Reziprokwert der angezeigten Zahl» usw. Um beispielsweise 3^6 zu berechnen:

Drücken Sie **Anzeige**

3 \longrightarrow **3.**

ENTER \longrightarrow **3.00**

6 \longrightarrow **6.**

Die angezeigte Zahl x

y^x \longrightarrow **729.00**

Das Ergebnis

```

3.00 ENT↑
6.00 Y^x
729.00 ***
  
```

Rechnen Sie jetzt mit Hilfe von **y^x** die folgenden Beispiele:

16^4	(16 «hoch» 4)	= 65536.00
81^2	(81 «zum Quadrat»)	= 6561.00 *
$225^{0.5}$	(Quadratwurzel von 225)	= 15.00 **
2^{16}	(2 «hoch» 16)	= 65536.00
$16^{0.25}$	(4. Wurzel aus 16)	= 2.00

* Diese Aufgabe könnten Sie auch mit Hilfe von **\sqrt{x}** als Funktion von nur einer Variablen rechnen.

** Diese Rechnung könnten Sie auch unter Verwendung von **\sqrt{x}** durchführen.

KETTENRECHNUNGEN

Der große Komfort, den das HP-91 Logik-System bei der Durchführung von Rechnungen bietet, wird bereits im Zusammenhang mit einfachen Kettenrechnungen deutlich. Auch bei sehr langen Rechenkettens ist stets nur eine Operation zu jedem Rechenschritt auszuführen. Nach jedem dieser Schritte zeigt Ihnen der Rechner das jeweilige Zwischenergebnis an. Der automatische Rechenregister-Stapel (genannt «Stack») Ihres HP-91 speichert dabei ganz selbständig bis zu vier Zwischenresultate und fügt sie an entsprechender Stelle wieder in die Rechnung ein. Dabei wird das Rechnen sehr einfach, da Sie stets so vorgehen, wie Sie es vom handschriftlichen Rechnen auf dem Papier gewohnt sind – nur, daß Ihnen hier der HP-91 die «Arbeit» abnimmt.

Lösen Sie zum Beispiel die Aufgabe $(12+3) \times 7$.

Wenn Sie diese Rechnung mit dem Bleistift auf einem Blatt Papier lösen würden, müssten Sie als erstes das Zwischenergebnis aus $(12+3)$ berechnen...

$$\cancel{(12+3)} \times 7 =$$

15

... und diesen Wert dann mit 7 multiplizieren:

$$\cancel{(12+3)} \times 7 =$$

15 $\times 7 = 105$

Mit Ihrem HP-91 rechnen Sie diese Aufgabe auf genau die gleiche Weise, eine Operation nach der anderen. Als erstes berechnen Sie das Zwischenergebnis $(12+3)$...

Drücken Sie Anzeige

12 \longrightarrow **12.**
ENTER+ \longrightarrow **12.00**
 3 \longrightarrow **3.**
+ \longrightarrow **15.00**

Zwischenresultat

12.00 ENT↑
 3.00 +
 15.00 ***

... und berechnen dann das Endergebnis. Zum Speichern des Zwischenergebnisses brauchen Sie *nicht* **ENTER+** zu drücken; bei der Eingabe einer neuen Zahl speichert der HP-91 das Zwischenresultat selbständig.

Drücken Sie Anzeige

7 \longrightarrow **7.**
x \longrightarrow **105.00**

Das Zwischenergebnis wird beim Eintasten dieser Zahl automatisch im Rechner gespeichert

Jetzt wird das Zwischenergebnis mit 7 multipliziert und das Endresultat angezeigt

7.00 x
 105.00 ***

Da der HP-91 alle Zwischenergebnisse selbständig speichert, ist es nicht notwendig, diese Werte auszudrucken. Sie können den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM schieben und so eine Aufzeichnung des Rechengangs erhalten; anschließend drücken Sie **PRINT x** zum Festhalten des Endresultates.

Wenn Sie das vorstehende Beispiel in der Drucker-Betriebsart ALL gerechnet haben, wurden Ihnen sämtliche Zwischen- und Endergebnisse ausgedruckt. Rechnen Sie jetzt dieses Beispiel noch einmal und lassen Sie den Drucker nur den Rechengang aufzeichnen:

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM.

Drücken Sie Anzeige

12 → **12.**
ENTER↑ → **12.00**
 3 → **3.**
+ → **15.00**
 7 → **7.**
× → **105.00**
PRINT X → **105.00**

Druckt das Endergebnis

12.00 ENT↑
 3.00 +
 7.00 ×
 105.00 ***

Rechnen Sie jetzt die nachfolgenden Beispiele. Beachten Sie, daß Sie nur zum Eintasten eines Zahlenpaares die Taste **ENTER↑** benötigen – die weiteren Rechenschritte werden mit jeweils einer neuen Zahl und einem automatisch gespeicherten Zwischenergebnis gerechnet.

Rechnung**Drücken Sie****Anzeige**

$$\frac{2+3}{10}$$

2
ENTER↑
 3
+
 10
÷ → **0.50**
PRINT X → **0.50**

2.00 ENT↑
 3.00 +
 10.00 ÷
 0.50 ***

$$3(16-4)$$

16
ENTER↑
 4
-
 3
× → **36.00**
PRINT X → **36.00**

16.00 ENT↑
 4.00 -
 3.00 ×
 36.00 ***

$$\frac{14+7+3-2}{4}$$

14
ENTER↑
 7
+
 3
+
 2
-
 4
÷ → **5.50**
PRINT X → **5.50**

14.00 ENT↑
 7.00 +
 3.00 +
 2.00 -
 4.00 ÷
 5.50 ***

Auf die gleiche einfache Art und Weise können auch komplizierteste Aufgaben gerechnet werden. Wenn Sie beispielsweise den Ausdruck $(2+3) \times (4+5)$ mit Bleistift und Papier rechnen wollten, würden Sie:

$$\underbrace{(2+3)} \times \underbrace{(4+5)}$$

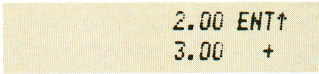
zuerst diese Klammer berechnen... ...dann diese Klammer ausrechnen...

...und schließlich das Endergebnis durch Multiplikation der Zwischenergebnisse miteinander ermitteln.

Auf gleiche Weise lösen Sie das Problem mit Ihrem HP-91. Als erstes berechnen Sie das Zwischenergebnis von $(2+3)$...

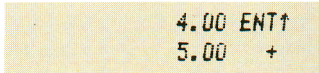
Drücken Sie	Anzeige
2	2.
ENTER	2.00
3	3.
+	5.00

Zwischenresultat



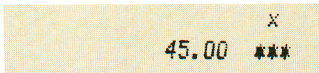
Dann addieren Sie 4 und 5. (Da Sie jetzt wieder ein weiteres Zahlenpaar eintasten müssen, bevor Sie eine Operation ausführen können, verwenden Sie wieder **ENTER**, um die erste dieser Zahlen von der zweiten zu trennen.)

Verfahren	Drücken Sie	Anzeige
$(2+3) \times (4+5)$	4 ENTER 5 +	9.00



Jetzt multiplizieren Sie die beiden Zwischenergebnisse miteinander:

Verfahren	Drücken Sie	Anzeige
$(2+3) \times (4+5)$	x	45.00
$5 \times 9 = ?$	PRINT x	45.00

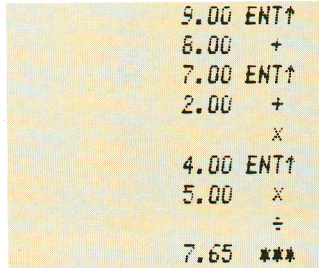


Beachten Sie, daß es nicht nötig war, das Zwischenergebnis einer der beiden Klammern vor der Multiplikation zu notieren oder erneut einzutasten – der HP-91 übernimmt diese automatische Speicherung der Zwischenergebnisse und bringt die Werte an entsprechender Stelle wieder in die Rechnung ein. Dieses Speichern geschieht nach der Methode «letzter Wert hinein – erster Wert heraus».

Ganz gleich, wie komplex ein Problem ist, es kann stets in eine Folge von Funktionen zerlegt werden, die sich auf entweder eine oder zwei Zahlen beziehen. «Arbeiten» Sie sich auf genau die gleiche Weise durch solche Probleme, wie Sie es vom handschriftlichen Rechnen mit Bleistift und Papier her gewohnt sind.

Um beispielsweise $\frac{(9+8) \times (7+2)}{(4 \times 5)}$ zu lösen:

Drücken Sie	Anzeige	
9 ENTER 8 +	17.00	$(9+8)$
7 ENTER 2 +	9.00	$(7+2)$
x	153.00	$(9+8) \times (7+2)$
4 ENTER 5 x	20.00	(4×5)
÷	7.65	Endergebnis
PRINT x	7.65	



Berechnen Sie jetzt die folgenden, etwas komplizierteren, Ausdrücke. Gehen Sie dabei in gewohnter Weise vor. Um die Zwischenergebnisse brauchen Sie sich nicht zu kümmern – das tut der HP-91 für Sie. Beispiele:

$(2 \times 3) + (4 \times 5)$ = 26.00

$\frac{(14+12) \times (18-12)}{(9-7)}$ = 78.00

$$\frac{\sqrt{16,38 \times 5}}{0,05}$$

$$= 181.00$$

$$4 \times (17 - 12) \div (10 - 5)$$

$$= 4.00$$

$$\sqrt{(2+3) \times (4+5)} + \sqrt{(6+7) \times (8+9)}$$

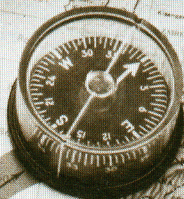
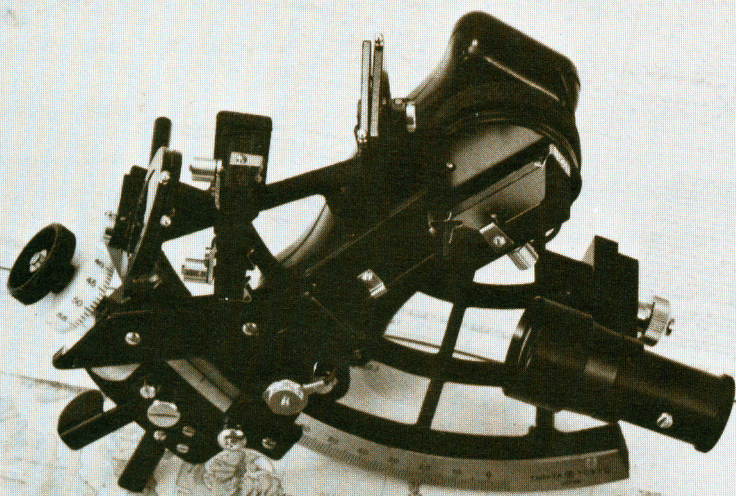
$$= 21.57$$

EINIGE BEMERKUNGEN ZUM HP-91

Nachdem Sie jetzt erfahren haben, wie der HP-91 verwendet wird, können Sie beginnen, die vielfältigen Möglichkeiten zu nutzen, die in dem speziellen Hewlett-Packard Logik-System begründet liegen. Dieses System erlaubt die Eingabe der Zahlenwerte ohne komplizierte Klammerung und nennt sich RPN (Reverse Polish Notation = umgekehrte polnische Notation). Dieses Verfahren der automatischen Zwischenspeicherung von Rechendaten macht es so leicht, auch bei der Lösung komplexester Rechenausdrücke die Übersicht zu wahren.

- Sie führen zu jedem Zeitpunkt stets nur eine Funktion aus. Der HP-91 vereinfacht auf diese Weise alle Probleme, anstatt sie noch komplizierter zu machen.
- Wenn Sie eine der Funktionstasten drücken, wird die entsprechende Operation sofort ausgeführt. Sie «arbeiten» sich auf natürliche Weise durch das Problem, mit weniger Tasten und geringerem Zeitaufwand.
- Zwischenergebnisse werden sofort angezeigt. Es gibt keine «versteckten» Resultate, und Sie können die Rechnung Schritt für Schritt überprüfen.
- Zwischenergebnisse verarbeitet der Rechner selbständig, so daß es nicht erforderlich ist, lange Listen von Einzelresultaten zu drucken. (Auf Wunsch können Sie den Rechner in der Schalterstellung ALL auch alle Zwischenwerte ausdrucken lassen.)
- Zwischenresultate werden vom automatischen Rechenregister-Stapel des HP-91 («Stack») selbständig in die Rechnung eingefügt; Sie brauchen sich also nicht zu merken, wohin diese Daten gespeichert wurden.
- Sie können nach genau der gleichen Methode an die Lösung Ihres Problems herangehen, wie Sie es bisher vom Rechnen mit Bleistift und Papier gewohnt waren. Es ist daher in der Regel absolut unnötig, sich bereits im voraus Gedanken über das nötige Vorgehen zu machen.

Sicherlich werden ein paar Minuten vergehen, bis Sie sich an das HP Logik-System gewöhnt haben. Dann aber werden Sie noch oft staunen, wie einfach sich danach selbst die kompliziertesten Rechenausdrücke lösen lassen. Die kurze Zeit zur Eingewöhnung in die Bedienung Ihres HP-91 ist eine lohnende Investition; sie erspart Ihnen später eine Unmenge «mathematischer Strapazen».



ABSCHNITT 2. WAHL DES DRUCK- UND ANZEIGEFORMATES

Sie können bei Ihrem HP-91 zwischen einer Vielzahl von Anzeigeformaten wählen. Normalerweise zeigt der Rechner alle Zahlen in der Anzeige auf zwei Nachkommastellen gerundet an. Dieses Standardformat wird beim Einschalten des HP-91 automatisch gewählt. So wird beispielsweise die Kreiskonstante π , die innerhalb des Rechners als 3,141592654 gespeichert ist, als 3,14 angezeigt (solange Sie nicht den Rechner anweisen, die Zahl mit mehr oder weniger Nachkommastellen anzuzeigen).

Trotz dieser gerundeten Anzeigeweise rechnet der HP-91 intern immer mit der vollen Genauigkeit. Dazu werden intern alle Zahlen in Form einer 10stelligen Mantisse mit zweistelligem Exponenten zur Basis 10 dargestellt. Wenn Sie zum Beispiel 2×3 berechnen, erscheint die Antwort mit nur zwei Nachkommastellen:

Drücken Sie **2** **ENTER** **3** **x** → Anzeige **6.00**

Innerhalb des Rechners aber werden sämtliche Werte unabhängig von der Anzeigeweise als 10stellige Mantisse mit zweistelligem Zehnerexponenten dargestellt. Tatsächlich rechnet der HP-91 demnach:

$$2.000000000 \times 10^{00} \text{ **ENTER** } 3.000000000 \times 10^{00} \text{ **x** } \\ = 6.00 \text{ } 0000000 \times 10^{00}$$

Angezeigt werden nur diese Ziffern...

... aber diese Ziffern sind intern ebenso vorhanden.

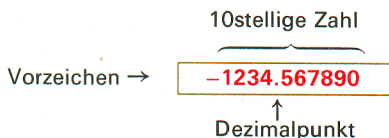
TASTEN ZUR WAHL DES ANZEIGEFORMATES

Der HP-91 verfügt über vier Tasten, **[FIX]**, **[SCI]**, **[ENG]** und die Präfixtaste **[]**, mit deren Hilfe die Art der Anzeige eingestellt werden kann. Mit **[FIX]** wird die Festkommadarstellung gewählt, mit **[SCI]** die «wissenschaftliche Schreibweise» (Exponentialdarstellung) und mit **[ENG]** das «technische Format». Bei letzterem werden die Zehnerexponenten stets als Vielfache von 3 angezeigt, z. B. 10^3 , 10^{-6} , 10^{12} usw. Mit der Präfixtaste **[]**, gefolgt von einer der Zifferntasten **[0]** bis **[9]**, können Sie die Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen bestimmen. Dabei ist es egal, welches der drei Grundformate (FIX, SCI oder ENG) Sie gewählt haben.

Die Wahl eines Anzeigeformaten hat auf die interne Zahldarstellung keinen Einfluß, d. h. der Rechner verarbeitet alle Zahlenwerte immer mit der vollen Genauigkeit von 10 wesentlichen Stellen. *Die Rundung erfolgt also stets nur in der Anzeige.*

Der Drucker reagiert auf die Wahl eines anderen Anzeigeformaten nicht unmittelbar; es werden aber alle in der Zukunft berechneten Resultate im neuen Format gedruckt.

FESTKOMMAFORMAT



Sie können bei der Festkommadarstellung wählen, auf wieviel Stellen hinter dem Dezimalpunkt das Ergebnis gerundet erscheinen soll. Dazu drücken Sie **[FIX]** und anschließend eine der Zifferntasten **[0]–[9]** zur Angabe der Zahl der Nachkommastellen. Die Anzeige erfolgt «linksbündig» (der Druck «rechtsbündig») und schließt, innerhalb des gewählten Formates, nachfolgende Nullen mit ein. Wenn der Rechner aus- und dann wieder eingeschaltet wird, wird automatisch Festkommaformat mit 2 Nachkommastellen als «Standardformat» gewählt.

(Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter jetzt in Stellung MAN, da uns im Augenblick nur die Anzeige interessiert.)

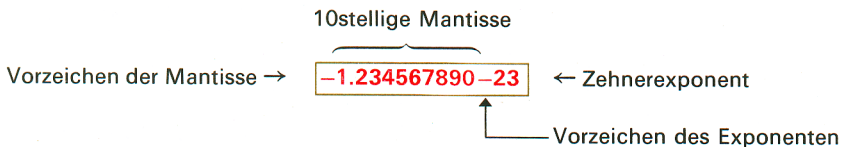
Drücken Sie	Anzeige
(Schalten Sie den Rechner AUS, dann EIN) →	0.00
123.4567 →	123.4567
[FIX] 0 →	123.
[FIX] 4 →	123.4567
[FIX] 7 →	123.4567000
[FIX] 1 →	123.5
[FIX] 2 →	123.46

Automatische Wahl des Standardformates

Die Zahl wird mit 0 Nachkommastellen gerundet angezeigt. Der interne Wert der Zahl bleibt natürlich 123,4567

Die letzte Ziffer wird stets dann aufgerundet, wenn die erste nicht mehr angezeigte Ziffer größer oder gleich 5 ist
Standardformat **[FIX]** 2

WISSENSCHAFTLICHES FORMAT



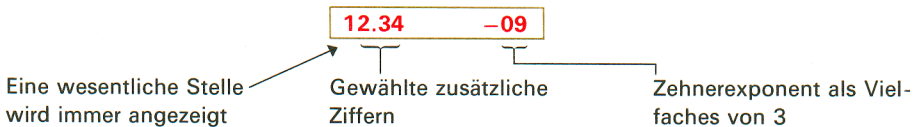
(Dies bedeutet $-1,234567890 \times 10^{-23}$)

Wenn dieses Format gewählt wird, zeigt der Rechner jede Zahl mit einer Stelle links vom Dezimalpunkt und einer wählbaren Anzahl Stellen hinter dem Dezimalpunkt (bis zu 9) an. Dieser Wert ist mit einem Exponentialfaktor zur Basis 10 zu multiplizieren. Die Exponentialdarstellung (wissenschaftliche Schreibweise) eignet sich besonders zur Anzeige sehr kleiner und sehr großer Zahlen.

Das wissenschaftliche Format (Exponentialdarstellung) wählen Sie, indem Sie **[SCI]** und dann eine der Zifferntasten **[0]–[9]** zur Angabe der Zahl der Nachkommastellen in der Mantisse drücken. Auch dieses Format stellt die Zahlen in der Anzeige «linksbündig» dar und schließt nachfolgende Nullen innerhalb der gewählten Zahl von Nachkommastellen ein. Der Druck dagegen erfolgt «rechtsbündig» und schließt ein Zeichen für den Exponenten ein. Zum Beispiel:

Drücken Sie **Anzeige**123.4567 → **123.4567**[SCI] 2 → **1.23**[SCI] 4 → **1.2346****02** $1,23 \times 10^2$ **02** $1,2346 \times 10^2$. Beachten Sie auch hier das Aufrunden der letzten Ziffer der Mantisse, wenn die erste nicht mehr angezeigte Ziffer größer oder gleich 5 ist[SCI] 7 → **1.2345670****02** $1,2345670 \times 10^2$ [SCI] 9 → **1.234567000****02** $1,234567000 \times 10^2$

Anmerkung: Sie können Zahlen unmittelbar in der Exponentialdarstellung in den Rechner eintasten, indem Sie die Taste **EEX** verwenden. Diese Taste wird an späterer Stelle besprochen.

TECHNISCHES ANZEIGEFORMAT

Dieses Format zeigt alle Zahlen in Exponentialdarstellung derart an, daß der Exponent zur Basis 10 ein Vielfaches von 3 ist (d.h. 10^3 , 10^{-6} , 10^{12}). Diese Anzeigeweise ist besonders im wissenschaftlichen und technischen Bereich sinnvoll, wenn Maßeinheiten der Eingabewerte und Resultate in Vielfachen von 1000 mit den nachstehenden Vorsilben bezeichnet werden:

Multiplikationsfaktor	Vorsilbe	Bezeichnung
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Das technische Anzeigeformat wählen Sie mit [ENG], gefolgt von einer Zifferntaste. Die erste Stelle wird immer angezeigt, ebenso der Dezimalpunkt; die eingetastete Ziffer gibt demnach die Zahl der zusätzlich anzuzeigenden Stellen an, auf die die Zahl in der Anzeige gerundet erscheinen soll. Zum Beispiel:

Drücken Sie **Anzeige**.000012345 → **.000012345**[ENG] 1 → **12.** **-06**

Technisches Anzeigeformat. Die Zahl erscheint auf zwei wesentliche Stellen gerundet (= eine zusätzliche Stelle)

[ENG] 3 → **12.35** **-06**

Rundung auf der dritten zusätzlichen Stelle

[ENG] 9 → **12.34500000** **-06**[ENG] 0 → **10.** **-06**

Die Anzeige wird auf die erste wesentliche Stelle gerundet

Beachten Sie, daß – wie im letzten Beispiel – eine Rundung bei diesem Format auch *links* vom Dezimalpunkt auftreten kann.

Wenn Sie das technische Format gewählt haben, wird der Dezimalpunkt so verschoben, daß der Exponent ein Vielfaches der Zahl 3 ist. Wenn Sie beispielsweise die Zahl, die augenblicklich im Rechner steht, mit 10 multiplizieren, wird der Dezimalpunkt nach rechts verschoben und der Exponent ändert sich nicht:

Drücken Sie	Anzeige	
2	12.3	-06
10	123.	-06 Dezimalpunkt wird verschoben

Wenn Sie jetzt allerdings noch einmal mit 10 multiplizieren, wird der Exponent geändert und zusätzlich der Dezimalpunkt um zwei Positionen nach links gerückt:

Drücken Sie	Anzeige	
10	1.23	-03 Dezimalpunkt wird verschoben und der Exponent geändert

ZAHL DER ANZUZEIGENDEN NACHKOMMASTELLEN

Sie haben jetzt erfahren, wie Sie das Anzeigeformat auf Festkommadarstellung, Exponentialdarstellung und technisches Format einstellen können. Wenn Sie eines dieser Formate gewählt haben, können Sie auf einfache Weise die Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen ändern, indem Sie die Präfixtaste und dann die entsprechende Zifferntaste drücken. Zum Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige	
12345	12345.	
3	1.235	04 Wissenschaftliches Format wird gewählt
1	1.2	04 } Ohne Änderung des grundsätzlichen Anzeige-
6	1.234500	04 } formates wird lediglich die Zahl der Nach-
2	1.23	04 } kommastellen geändert
2	12.3	03 Technisches Format wird gewählt
3	12.35	03 } Nur die Zahl der angezeigten Nachkomma-
7	12.345000	03 } stellen ändert sich
1	12.	03 }
5	12345.00000	Festkommadarstellung wird gewählt
3	12345.000	} Zahl der Nachkommastellen ändert sich; Festkommaformat wird beibehalten
0	12345.	
2	12345.00	

Diese Eigenschaft des HP-91 läßt sich auch dazu verwenden, die Wirkung der – versehentlich gedrückten – Präfixtaste aufzuheben. Nehmen Sie an, Sie haben das Standardformat 2 gewählt und drücken jetzt versehentlich auf die Präfixtaste. Diesen Fehler machen Sie einfach dadurch rückgängig, daß Sie die Zifferntaste 2 drücken und so noch einmal 2 wählen.

Drücken Sie	Anzeige	
	12345.00	Hoppla! Sie haben versehentlich die Präfix-
		taste gedrückt
2	12345.00	Jetzt können Sie normal fortfahren

WAHL DES DRUCKFORMATES

Unabhängig davon, ob Sie den Drucker in der Betriebsart MAN oder NORM (in beiden Fällen müssen Sie **PRINT** drücken, um Resultate aufzuzeichnen) oder in der Betriebsart ALL verwenden, können Sie die Zahlenwerte wahlweise im Festkommaformat, wissenschaftlichen oder technischen Format drucken. Mit der Wahl des Anzeigeformates legen Sie gleichzeitig auch das Druckformat fest.

Ihr HP-91 zeigt die *Ergebnisse* von Rechnungen stets im gewählten Anzeigeformat an und druckt sie auch in der entsprechenden Darstellung. Das Drei-Sterne-Symbol *** hinter der Zahl auf dem Druckpapierstreifen ist ein Beleg dafür, daß die Zahl im gewählten Format dargestellt ist. Der Druck erfolgt dabei stets «rechtsbündig», im Gegensatz zur Anzeige, die «linksbündig» erfolgt.

Eingetastete Zahlen, d.h. solche, die *nicht* das Ergebnis irgendeiner Operation sind, werden vom HP-91 ebenfalls gedruckt. Steht der Drucker-Wahlschalter in der Stellung NORM oder ALL, wird die Zahl erst dann gedruckt, wenn Sie das Anzeigeformat ändern oder eine der Funktionstasten drücken. Dann wird die Zahl *so gedruckt, wie Sie sie eingetastet haben*. (Eine Ausnahme von dieser Regel wird an späterer Stelle erwähnt werden.) Eingetastete Werte sind nicht das Ergebnis einer Operation und werden folglich auch ohne das Drei-Sterne-Symbol *** gedruckt. Alle darauffolgenden Rechen*resultate* werden dagegen wieder im gewählten Format und mit dem nachgestellten Drei-Sterne-Symbol gedruckt. Zum Beispiel:

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung NORM.

Drücken Sie **Anzeige**

.0000123456 → **.0000123456**

 **SCI** 3 → **1.235** **-05**

Wenn Sie eine der Operationstasten drücken, wird die Zahl zuerst in der Form gedruckt, wie Sie sie eingetastet haben

PRINT  → **1.235** **-05**

Das Resultat der Funktion wird im gewählten Format gedruckt

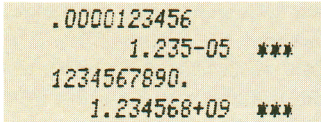
1234567890 → **1234567890**

 **ENG** 6 → **1.234568** **09**

Die Zahl wird so gedruckt, wie Sie sie eingetastet haben

PRINT  → **1.234568** **09**

Das Symbol *** gewährleistet, daß die Zahl im gewählten Format gedruckt wurde



.0000123456
1.235-05 ***
1234567890.
1.234568+09 ***

(Beachten Sie, daß der HP-91 positive Exponenten mit vorangestelltem «+»-Zeichen druckt.)

Zusammengefaßt heißt das, daß der HP-91 jede eingetastete Zahl zuerst in der Form druckt, in der Sie sie eingegeben haben; *anschließend* wird das Format geändert. Auf diese Weise können Sie auf dem Druckstreifen Ihre eingetasteten Werte in der entsprechenden Form leicht auffinden. Die Rekonstruktion eines Rechenganges wird dadurch erleichtert.

Wie bereits angekündigt, gibt es eine Situation, in der der HP-91 das Format der eingetasteten Zahl ändert, *bevor* er sie druckt. Wenn Sie das Festkommaformat gewählt haben (durch Aus- und Einschalten des Rechners oder mittels der Taste **FIX**), wird eine ebenfalls im Fest-

kommaformat (ohne Verwendung von **EEX**) eingetastete Zahl der einfacheren Lesbarkeit halber so gedruckt, daß die Dezimalpunkte auf dem Druckstreifen untereinander liegen. Der Rechner versucht das zu erreichen, indem er die Zahl in das gewählte Festkommaformat umwandelt (sofern die Zahl dadurch nicht beschnitten wird) und gegebenenfalls nachfolgende Nullen anhängt.

Auf diese Weise werden eingetastete Zahlen so in das Druckbild eingefügt, daß ein Maximum an Übersichtlichkeit erhalten bleibt.

Beispiel: Zu Monatsbeginn verfügen Sie auf Ihrem Girokonto über ein Guthaben von 735,43 DM. Während der folgenden vier Wochen stellen Sie Schecks über 235 DM, 79,95 DM, 5 DM, 1,44 DM, 17,83 DM, 50 DM und 12,43 DM aus. Welcher Kontostand ergibt sich nach Belastung dieser Scheckbeträge? Erstellen Sie einen Beleg zu dieser Rechnung.

Vergewissern Sie sich als erstes, daß der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM steht.

Drücken Sie Anzeige

FIX 2 → **0.00**

Wahl des Standardformates.
(Es wird angenommen, daß keine Resultate vorhergegan-
gener Rechnungen in der
Anzeige stehen)

735.43 **ENTER** → **735.43**

235 **=** → **500.43**

Es werden zwei zusätzliche
Nachkomma-Nullen ange-
hängt, damit die Dezimal-
punkte untereinanderstehen

79.95 **=** → **420.48**

Die Zahl wird so gedruckt,
wie Sie sie eingetastet haben
Es werden zwei zusätzliche
Nullen gedruckt

5 **=** → **415.48**

1.44 **=** → **414.04**

17.83 **=** → **396.21**

50 **=** → **346.21**

Es werden wieder zwei zu-
sätzliche Nullen gedruckt

12.43 **=** → **333.78**

PRINT X → **333.78**

Saldo zum Monatsende

735.43	ENT1
235.00	-
79.95	-
5.00	-
1.44	-
17.83	-
50.00	-
12.43	-
333.78	***

Sie brauchen nicht zu befürchten, daß auf dem Druckstreifen irgendwelche Ziffern «verlorengehen» können. Der Drucker Ihres HP-91 schneidet niemals Ziffern der eingetasteten Zahl ab (selbst dann nicht, wenn es sich um zusätzlich eingetastete Nullen handelt). Nehmen Sie beispielsweise an, Sie möchten 5/10 000 des jetzigen Guthabens auf Ihrem Konto für ein Geschenk zurücklegen:

Drücken Sie Anzeige

.0005 → **.0005**

X → **0.17**

Die ganze Ziffernfolge wird
gedruckt; es wird nicht auf
FIX 2 gerundet

PRINT X → **0.17**

Der zurückgelegte Betrag für
das Gescheck wird als Ergeb-
nis einer Rechnung auf **FIX** 2
gerundet gedruckt

.0005	X
0.17	***

AUTOMATISCHE UMSCHALTUNG DES ANZEIGEFORMATES

Wenn die anzuzeigende Zahl sehr groß oder aber sehr klein ist, schaltet der HP-91 automatisch von der Festkommadarstellung zum wissenschaftlichen Format mit voller Stellenzahl (**SCI** 9) um. Dies geschieht immer dann, wenn die entsprechende Zahl im gewählten **FIX** n-Format nicht mehr darstellbar ist. Damit wird vermieden, daß ein von Null verschiedener Wert als Null angezeigt wird. Wenn Sie nämlich $(0,05)^3$ im Standardformat **FIX** 2 rechnen, müßte der Rechner das Resultat im gewählten Format als 0,00 darstellen. Statt dessen schaltet er automatisch auf **SCI** 9 um:

Drücken Sie **Anzeige**
FIX 2 → **0.00**

Standardformat. (Es wird angenommen, daß keine Werte mehr in der Anzeige stehen)

.05 **ENTER** → **0.05**

3 **y^x** **PRINT X** → **1.250000000-04** Anzeige schaltet automatisch auf **SCI** 9 um

```

      .05 ENT↑
      3.00 Yx
1.250000000-04 ***
  
```

Nach einer solchen automatischen Änderung des Anzeigeformates geht der Rechner selbständig in das zuvor gewählte Format zurück, sobald eine neue Zahl eingetastet oder **CLX** gedrückt wird.

Die gleiche Umschaltung auf Exponentialdarstellung findet statt, wenn die anzuzeigende Zahl für die Festkommadarstellung zu groß ist (d. h., wenn Sie gleich oder größer als 10^{10} ist). Dies gilt noch nicht für das Ergebnis der Rechnung 1582000×1842 :

Drücken Sie **Anzeige**
1582000 **ENTER** → **1582000.00**
1842 **x** **PRINT X** → **2914044000.**

Festkommaformat

```

1582000.00 ENT↑
  1842.00   x
2914044000. ***
  
```

Wenn Sie jetzt noch einmal mit 10 multiplizieren, wird das Resultat für Festkommadarstellung zu groß und der Rechner schaltet selbständig auf **SCI** 9 um:

Drücken Sie **Anzeige**
10 **x** → **2.914044000 10** Wissenschaftliches Anzeigeformat

```

      10.00   x
2.914044000+10 ***
  
```

Beachten Sie, daß die automatische Umschaltung nur zwischen Festkomma- und Exponentialdarstellung geschieht; das technische Anzeigeformat muß stets über die Tastatur gewählt werden.

EINGABE DES ZEHNEREXPONENTEN

Sie können Zahlen jederzeit auch in Exponentialdarstellung eingeben. Zur Eingabe des Zehnerexponenten dient die Taste **EEX**. Wenn Sie beispielsweise 15,6 Billionen ($15,6 \times 10^{12}$) eingeben und diese Zahl dann mit 25 multiplizieren wollen:

Drücken Sie **Anzeige**
15.6 → **15.6**
EEX → **00**
12 → **15.6 12** (= $15,6 \times 10^{12}$)
PRINT X → **1.560000000 13**
25 **x** **PRINT X** → **3.900000000 14**

```

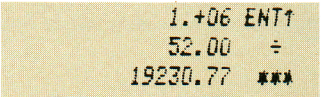
      15.6+12 ENT↑
      25.00   x
3.900000000+14 ***
  
```


36 Wahl des Druck- und Anzeigeformatates

Wenn Sie exakte Zehnerexponenten eingeben wollen (z. B. 100, 10 000 usw.), können Sie Zeit sparen, indem Sie einfach **EEX** und dann die Potenz eintasten. Um beispielsweise 1 Million durch 52 zu dividieren ($1\text{ Million} = 10^6$):

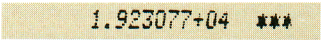
Drücken Sie	Anzeige	
EEX →	1.	00 In dem Fall ist es nicht nötig, die 1 einzutasten
6 →	1.	06
ENTER →	1000000.00	Die Zahl wird in Festkommaformat dargestellt, da keine Exponentialdarstellung gewählt wurde

52 ÷ **PRINT X** → 19230.77



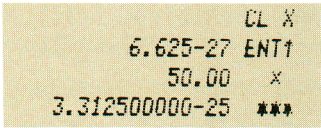
Wollen Sie das Resultat in «wissenschaftlicher Schreibweise» mit 6 Nachkommastellen in der Mantisse anzeigen:

Drücken Sie	Anzeige	
SCL 6 →	1.923077	04
PRINT X →	1.923077	04



Wollen Sie negative Exponenten eingeben, tasten Sie zuerst die Zahl (Mantisse) ein, drücken Sie dann **EEX** und anschließend **CHS**. Damit wird der Exponent negativ und Sie können jetzt die entsprechende Zehnerpotenz eintasten. Um zum Beispiel die Planck'sche Konstante (h) – ungefähr $6,625 \times 10^{-27}$ erg sec – einzugeben und anschließend mit 50 zu multiplizieren:

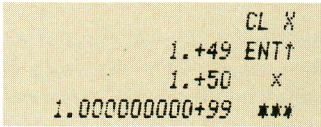
Drücken Sie	Anzeige	
CLX →	0.000000	00
FIX 2 →	0.00	
6.625 EEX →	6.625	00
CHS →	6.625	-00
27 →	6.625	-27
ENTER →	6.625000000-27	
50 × PRINT X →	3.312500000-25	Erg sec



RECHNERÜBERLAUF

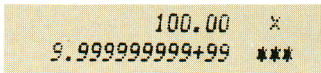
Falls eine Zahl in der Anzeige dargestellt werden müßte, die größer als $9,999999999 \times 10^{99}$ ist, zeigt der Rechner 9,999999999 99 an, um damit anzudeuten, daß der Wertebereich des Rechners überschritten wurde. Wenn Sie beispielsweise $(1 \times 10^{49}) \times (1 \times 10^{50})$ rechnen, zeigt der Rechner das Resultat an:

Drücken Sie	Anzeige	
CLX →	0.00	
EEX 49 ENTER →	1.000000000	49
EEX 50 × →	1.000000000	99
PRINT X →	1.000000000	99



Wenn Sie aber jetzt versuchen, diese Zahl mit 100 zu multiplizieren, wird der Zahlenbereich, den der HP-91 darstellen kann, überschritten:

Drücken Sie	Anzeige	
100 × PRINT X →	9.999999999 99	Überlauf-Anzeige



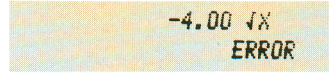
FEHLERMELDUNG

Wenn Sie eine unerlaubte Operation ausführen, zeigt der HP-91 dies durch das Wort **Error** («Fehler») in der Anzeige an. Außerdem wird das Wort Error ausgedruckt, wenn der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM oder ALL steht.

Wenn Sie beispielsweise versuchen, die Quadratwurzel von -4 zu berechnen, erkennt dies der HP-91 als Fehler bzw. unerlaubte Operation:

Vergewissern Sie sich, daß der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM steht.

Drücken Sie	Anzeige
4 CHS →	-4.
\sqrt{x} →	Error



-4.00 \sqrt{x}
ERROR

Die Fehleranzeige **Error** können Sie löschen, indem Sie eine beliebige Taste drücken. Die dieser Taste zugeordnete Funktion wird dabei *nicht* ausgeführt. Von dieser Regel ausgenommen ist die Papiervorschub-Taste, die auch dann funktioniert, wenn Sie sie zum Löschen der Fehleranzeige drücken. Die Zahl, die vor Auftreten des Fehlers in der Anzeige stand, wird nach Löschen der Fehleranzeige wieder in die Anzeige geschrieben, so daß Sie mit der Rechnung fortfahren können.

Drücken Sie	Anzeige
CLX →	-4.00

Im Anhang B dieses Handbuchs finden Sie eine Aufstellung sämtlicher unerlaubter Operationen, die zu der Anzeige «**Error**» führen.

ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn Sie Ihren HP-91 netzunabhängig im Batteriebetrieb verwenden und der Batteriesatz nahezu entladen ist, leuchtet ein roter Leuchtpunkt in der Anzeige auf. Diese Anzeige will Sie darauf aufmerksam machen, daß Ihnen nur noch einige Minuten Rechenzeit verbleiben.

6:02	23
------	----

Sie müssen den HP-91 dann entweder an das Netzladegerät anschließen oder den Batteriesatz gegen einen anderen geladenen Batteriesatz austauschen. Nähere Einzelheiten dazu finden Sie im Anhang A dieses Handbuchs.

10/08/75

EXR000000

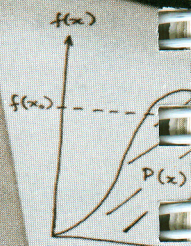
FILE - MERLIN - CHARTER 10/08/75

PAGE 100

CODE	ADD CUM	CODE	ADD CUM	CODE	ADD CUM	CODE	ADD CUM
REG PCT PCT	REG PCT PCT	REG PCT PCT	REG PCT PCT	REG PCT PCT	REG PCT PCT	REG PCT PCT	REG PCT PCT
1	3	3	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	4	4
3	5	5	5	5	5	5	5
4	6	6	6	6	6	6	6
5	7	7	7	7	7	7	7
6	8	8	8	8	8	8	8
7	9	9	9	9	9	9	9
8	10	10	10	10	10	10	10
9	11	11	11	11	11	11	11
10	12	12	12	12	12	12	12
11	13	13	13	13	13	13	13
12	14	14	14	14	14	14	14
13	15	15	15	15	15	15	15
14	16	16	16	16	16	16	16
15	17	17	17	17	17	17	17
16	18	18	18	18	18	18	18
17	19	19	19	19	19	19	19
18	20	20	20	20	20	20	20
19	21	21	21	21	21	21	21
20	22	22	22	22	22	22	22
21	23	23	23	23	23	23	23
22	24	24	24	24	24	24	24
23	25	25	25	25	25	25	25
24	26	26	26	26	26	26	26
25	27	27	27	27	27	27	27
26	28	28	28	28	28	28	28
27	29	29	29	29	29	29	29
28	30	30	30	30	30	30	30
29	31	31	31	31	31	31	31
30	32	32	32	32	32	32	32

MISSING DATA
CODE PAGE

CODE PAGE



ABSCHNITT 3. DER AUTOMATISCHE RECHENREGISTER-STAPEL («Stack»)

Die automatische Speicherung von Zwischenergebnissen ist der Grund dafür, daß mit dem HP-91 auch die kompliziertesten Berechnungen leicht und übersichtlich ausgeführt werden können. Die Speicherung dieser Zwischenwerte erfolgt dabei im automatischen Rechenregister-Stapel (genannt «Stack») des HP-91.

ERSTE ANZEIGE

(Für die Beispiele dieses Abschnitts ist es ohne Bedeutung, welche Drucker-Betriebsart Sie wählen. Die im vorliegenden Handbuch wiedergegebenen Druckerstreifen erhalten Sie in der Schalterstellung NORM.)

Schalten Sie den HP-91 aus und dann wieder ein; in der Anzeige erscheint **0.00**. Dies ist der Inhalt des **X**-Registers, das immer mit der Anzeige verbunden ist.

Grundsätzlich werden alle Zahlen im Innern des Rechners in sogenannten «Registern» gespeichert. Dabei belegt eine Zahl jeweils ein ganzes Register, wobei es unbedeutend ist, wie einfach (z. B. 0, 1 oder 5) oder wie komplex eine Zahl ist (z. B. 3,141592654, -23,28362, $2,87148907 \times 10^{27}$ usw.).

Das angezeigte **X**-Register ist eines von insgesamt vier Registern, die im Innern des Rechners den automatischen Rechenregister-Stapel bilden. Diese vier «Stack-Register» sind mit **X**, **Y**, **Z** und **T** bezeichnet. Sie sind übereinandergestapelt, wobei das unterste der Register das **X**-Register ist. Nur dessen Inhalt ist unmittelbar in der Anzeige sichtbar. Wenn der Rechner eingeschaltet wird, werden die vier Stack-Register automatisch gelöscht (Inhalt 0.00).

Name des Registers	Inhalt
T	0.00
Z	0.00
Y	0.00
X	0.00

← Dieses Register wird stets angezeigt

Wollen Sie wissen, was in den übrigen Stack-Registern steht, können Sie die Inhalte aller vier Stack-Register ausdrucken; dazu dient die **LIST: [STACK]**-Taste.

Drücken Sie **LIST: [STACK]** → Anzeige **0.00**

```
0.00 LIST
0.00 T
0.00 Z
0.00 Y
0.00 X
```

Beachten Sie, daß **LIST: [STACK]**, **PRINT X** und die übrigen LIST-Operationen von der Stellung des Drucker-Wahlschalters unabhängig sind.

UMORDNEN DER STACK-INHALTE

Die Tasten **R↓** (zyklisches Vertauschen nach «unten»), **R↑** (zyklisches Vertauschen nach «oben») und **X↔Y** (Austauschen von x und y) ermöglichen es, die Inhalte der anderen Stack-Register in die Anzeige zu bringen oder umzuordnen.

ANZEIGEN DER STACK-INHALTE

Um zu erkennen, wie die Taste **R↓** wirkt, belegen Sie die Stack-Register zuvor mit den Zahlen 1 bis 4:

Drücken Sie: 4 **ENTER↑** 3 **ENTER↑** 2 **ENTER↑** 1

```
4.00 ENT↑
3.00 ENT↑
2.00 ENT↑
```

Diese Zahlen stehen jetzt in den entsprechenden Stack-Registern:

T	4.00	
Z	3.00	
Y	2.00	
X	1.	← Anzeige

Um jetzt den Inhalt des Stacks anzuzeigen, drücken Sie

LIST: **STACK**

```
1.00 LIST
4.00 T
3.00 Z
2.00 Y
1.00 X
```

Wenn Sie **R↓** drücken, werden die Inhalte der Stack-Register um eine Position nach «unten» verschoben, wobei der zuletzt angezeigte Wert (**X**-Register) nach **T** gespeichert wird (zyklisches Vertauschen). Um die Wirkung von **R↓** sehen zu können, drücken Sie **LIST:** **STACK** nach jedem Drücken von **R↓**:

Drücken Sie **R↓** **LIST:** **STACK** → Anzeige 2.00

R↓ **LIST:** **STACK** → 3.00

R↓ **LIST:** **STACK** → 4.00

R↓ **LIST:** **STACK** → 1.00

```

R↓
LIST
1.00 T
4.00 Z
3.00 Y
2.00 X
R↓
LIST
2.00 T
1.00 Z
4.00 Y
3.00 X
R↓
LIST
3.00 T
2.00 Z
1.00 Y
4.00 X
R↓
LIST
4.00 T
3.00 Z
2.00 Y
1.00 X
```

Damit stehen die Inhalte der vier Stack-Register wieder in der ursprünglichen Reihenfolge und es wird wieder 1,00 angezeigt. Sie sehen also, wie man mit Hilfe von **R↓** die Inhalte aller vier Stack-Register nacheinander zur Anzeige bringen kann. Denken Sie daran, daß Sie **R↓** *viermal* drücken müssen, bevor der Stack wieder in der alten Form geordnet ist.

Sie können die Stack-Inhalte auch mittels der Taste **R↑** (zyklisches Vertauschen nach «oben») umordnen. Für diese Taste gilt das gleiche wie für **R↓** nur daß das Verschieben hier in der anderen Richtung erfolgt.

AUSTAUSCH VON x UND y

Mit Hilfe der Taste **x↔y** (Austausch von x und y) können die Inhalte von X- und Y-Register gegeneinander vertauscht werden, ohne daß das einen Einfluß auf die Register Z und T hat. Wenn Sie noch die Daten des letzten Beispiels im Stack stehen haben und **x↔y** drücken, ändert sich der Stack-Inhalt wie folgt:

Vorher			Nachher	
T	4.00		T	4.00
Z	3.00		Z	3.00
Y	2.00		Y	1.00
X	1.00	← Anzeige	X	2.00
				← Anzeige

Sie können sich diesen Vorgang auch «schwarz auf weiß» zeigen lassen, indem Sie den Stack-Inhalt auflisten, **x↔y** drücken und dann noch einmal **LIST: STACK** drücken:

Drücken Sie **LIST: STACK** → Anzeige 1.00

x↔y → 2.00
LIST: STACK → 2.00

LIST	
4.00	T
3.00	Z
2.00	Y
1.00	X
x↔y	
LIST	
4.00	T
3.00	Z
1.00	Y
2.00	X

Beachten Sie in diesem Zusammenhang, daß bei allen Operationen zur Umordnung der Stack-Inhalte stets nur die Inhalte der Register, nicht die Register selbst, verschoben werden. Dabei sehen Sie in der Anzeige stets den augenblicklichen Inhalt des X-Registers.

LÖSCHEN DER STACK-REGISTER

Wenn Sie lediglich den Inhalt des angezeigten X-Registers löschen wollen, drücken Sie **CLX**. Soll aber der gesamte Stack gelöscht werden, einschließlich X-Register, drücken Sie **CLEAR**. Damit werden alle Stack-Register mit 0.00 belegt. Außerdem werden die Daten-Speicherregister gelöscht – darauf wird später noch genauer eingegangen. Der gleiche Löschvorgang findet jeweils automatisch statt, wenn Sie den HP-91 einschalten.

Das Löschen des Stacks oder des X-Registers alleine ist übrigens in keinem Falle nötig, um eine neue Rechnung zu beginnen; Sie werden das verstehen, wenn Sie in der Folge erfahren, wie der HP-91 alte Rechenresultate bei Eingabe neuer Daten automatisch im Stack «anhebt».

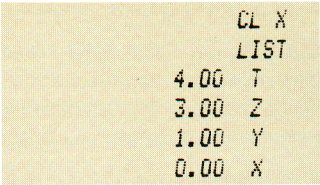
42 Der automatische Rechenregister-Stapel («Stack»)

Drücken Sie jetzt **CLX** und der Stack-Inhalt ändert sich wie folgt:

Vorher			Nachher		
T	4.00		T	4.00	
Z	3.00		Z	3.00	
Y	1.00		Y	1.00	
X	2.00	← Anzeige	X	0.00	← Anzeige

Daß dabei nur das **X**-Register gelöscht wurde, sehen Sie, wenn Sie die Stack-Inhalte nach Drücken von **CLX** auflisten lassen:

Drücken Sie **LIST: STACK** → Anzeige **0.00**

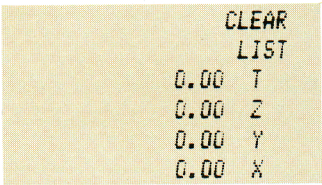


Drücken Sie jetzt **CLEAR**; der Stack-Inhalt ändert sich wie folgt:

Vorher			Nachher		
T	4.00		T	0.00	
Z	3.00		Z	0.00	
Y	1.00		Y	0.00	
X	0.00	← Anzeige	X	0.00	← Anzeige

Daß der gesamte Stack gelöscht wurde, können Sie wieder sehen, wenn Sie dessen Inhalt auflisten:

Drücken Sie **LIST: STACK** → Anzeige **0.00**



DIE **ENTER+**-TASTE

Wenn Sie eine Zahl eintasten, wird sie in das **X**-Register geschrieben. Die Inhalte der übrigen Stack-Register ändern sich dabei nicht. Wenn Sie jetzt beispielsweise 314,32 eintasten, ändert sich der Stack-Inhalt wie folgt:

Vorher			Nachher		
T	0.00		T	0.00	
Z	0.00		Z	0.00	
Y	0.00		Y	0.00	
X	0.00	← Anzeige	X	314.32	← Anzeige

Wenn Sie jetzt eine zweite Zahl eingeben möchten, müssen Sie die Ziffernfolge der ersten Zahl von der zweiten Zahl auf irgendeine Weise trennen.

Drücken Sie daher nach Eingabe der Ziffernfolge für die erste Zahl **ENTER+**. Der Rechner weiß dann, daß die nachfolgenden Ziffern Bestandteil einer neuen Zahl sein müssen. Wenn Sie **ENTER+** drücken, ändert sich der Stack-Inhalt wie folgt:

Vorher			Nachher	
T	0.00		T	0.00
Z	0.00		Z	0.00
Y	0.00		Y	314.32
X	314.32	← Anzeige	X	314.32

Wie Sie erkennen, wird die Zahl im X-Register in das Y-Register kopiert. (Außerdem sind die Inhalte von Y- und Z-Register entsprechend um eine Position nach «oben» verschoben worden und der Inhalt des T-Registers ist verlorengegangen; dieser Vorgang wird deutlicher, wenn wir verschiedene Zahlen in den Stack-Registern stehen haben.)

Im Anschluß an das Drücken der Taste **ENTER↑** ist das X-Register für die Eingabe einer neuen Zahl vorbereitet, die dann den alten Wert in X überschreibt. Geben Sie zum Beispiel jetzt die Zahl 543,28 ein und die Inhalte der Stack-Register ändern sich wie folgt:

Vorher			Nachher	
T	0.00		T	0.00
Z	0.00		Z	0.00
Y	314.32		Y	314.32
X	314.32	← Anzeige	X	543.28

CLX ersetzt einen beliebigen Inhalt des X-Registers durch Null. Eine im Anschluß daran eingetastete Zahl überschreibt dann den Inhalt des X-Registers (in diesem Fall Null).

Nehmen Sie doch einmal an, Sie wollten gar nicht 543,28, sondern 689,4 eingeben. Sie können in dem Fall einfach **CLX** drücken, womit sich der Stack-Inhalt wie folgt ändert:

Vorher			Nachher	
T	0.00		T	0.00
Z	0.00		Z	0.00
Y	314.32		Y	314.32
X	543.28	← Anzeige	X	0.00

Jetzt geben Sie den korrekten Wert ein:

Vorher			Nachher	
T	0.00		T	0.00
Z	0.00		Z	0.00
Y	314.32		Y	314.32
X	0.00	← Anzeige	X	689.4

Merken Sie sich bitte, daß die Inhalte der Stack-Register nicht verschoben werden, wenn die Eingabe einer neuen Zahl unmittelbar auf **LIST: [STACK]**, **[PRINTX]**, **ENTER↑** oder **CLX** erfolgt. Dagegen wird der letzte Inhalt der Stack-Register bei der Eingabe einer neuen Zahl «angehoben», wenn zuvor eine der übrigen Funktionen ausgeführt wurde. Dazu zählen z. B. auch **R↓**, **R↑** und **x↔y**.

Dies ist zu berücksichtigen, wenn Sie alle Änderungen der Stack-Inhalte, die mit den Erklärungen der nächsten Seiten verbunden sind, verstehen wollen. Im übrigen können Sie den Inhalt sämtlicher Stack-Register jederzeit mit Hilfe von **LIST: [STACK]** auflisten.

WIRKUNG VON FUNKTIONEN EINER VARIABLEN AUF DEN STACK

Funktionen, die sich nur auf eine Zahl beziehen, verändern nur den Inhalt des **X**-Registers; die Inhalte von **Y**, **Z** und **T** bleiben bei Ausführung solcher Funktionen unverändert.

Wenn Sie mit den Stack-Inhalten des letzten Beispiels jetzt die Funktion **√x** ausführen, ändern sich die Inhalte der Stack-Register wie folgt:

Vorher			Nachher	
T	0.00		T	0.00
Z	0.00		Z	0.00
Y	314.32		Y	314.32
X	689.4	← Anzeige	X	26.26 ← Anzeige

Die Funktionen einer Variablen beziehen sich also grundsätzlich nur auf den Inhalt des **X**-Registers und überschreiben diesen dann mit dem Ergebnis. Die übrigen Register des Stacks werden davon nicht betroffen.

WIRKUNG VON FUNKTIONEN ZWEIER VARIABLEN AUF DEN STACK

Die arithmetischen Operationen (als Beispiel für Funktionen von zwei Variablen) werden vom HP-91 auf die gleiche Weise gerechnet, wie Sie das mit Bleistift und Papier bisher getan haben. Wenn Sie beispielsweise 34 und 21 addieren möchten, schreiben Sie zuerst die 34 auf ein Blatt Papier und setzen dann die 21 darunter:

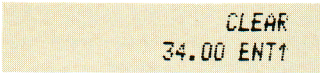
34
21
—

Dann addieren Sie beide Zahlen wie folgt:

34
+ 21
—
55

Ihr HP-91 ordnet die Zahlen auf die gleiche Weise im Stack an (wenn Sie zuvor den Stack mit **CLEAR** löschen, entsprechen die Stack-Inhalte denen, die das Beispiel hier angibt):

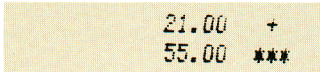
Drücken Sie	Anzeige	
CLEAR		
34 →	34.	34 wird nach X gespeichert
ENTER →	34.00	34 wird nach Y kopiert
21 →	21.	21 überschreibt die 34 in X



Jetzt stehen beide Zahlen im Stack übereinander und können addiert werden:

T	0.00	
Z	0.00	
Y	34.00	
X	21.	← Anzeige

Drücken Sie	Anzeige	
+ PRINT →	55.00	Ergebnis



Die altbekannte Schreibweise bei der handschriftlichen Ausführung arithmetischer Grundrechnungen hilft Ihnen verstehen, wie der HP-91 zu verwenden ist. Stets sind zuvor beide Zahlen im Stack in der natürlichen Reihenfolge anzuordnen; dann wird die Operation ausgeführt, wenn Sie die entsprechende Funktionstaste drücken. *Von dieser einfachen Regel gibt es keine Ausnahme.* Nach genau der gleichen Methode werden auch Subtraktion, Multiplikation und Division ausgeführt. In allen Fällen sind vor der Ausführung der Rechenoperation zuvor die Zahlen im Stack in der natürlichen Folge anzuordnen. Um 21 von 34 zu subtrahieren:

$$\begin{array}{r} 34 \\ - 21 \\ \hline \end{array}$$

Drücken Sie **Anzeige**

34	→	34.	34 wird nach X geschrieben
ENTER↑	→	34.00	34 wird nach Y kopiert
21	→	21.	21 überschreibt die 34 in X
- PRINT X	→	13.00	Ergebnis

```

34.00 ENT↑
21.00  -
13.00  ***
  
```

Um 34 mit 21 zu multiplizieren:

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 21 \\ \hline \end{array}$$

Drücken Sie **Anzeige**

34	→	34.	34 wird nach X geschrieben
ENTER↑	→	34.00	34 wird nach Y kopiert
21	→	21.	21 überschreibt die 34 in X
× PRINT X	→	714.00	Ergebnis

```

34.00 ENT↑
21.00  ×
714.00 ***
  
```

Um 34 durch 21 zu dividieren:

$$\begin{array}{r} 34 \\ 21 \overline{) } \\ \hline \end{array}$$

Drücken Sie **Anzeige**


34	→	34.	34 wird nach X geschrieben
ENTER↑	→	34.00	34 wird nach Y kopiert
21	→	21.	21 überschreibt die 34 in X
÷ PRINT X	→	1.62	Ergebnis


```

34.00 ENT↑
21.00  ÷
1.62  ***
  
```

KETTENRECHNUNGEN

Sie haben jetzt gelernt, wie Zahlen in den Rechner eingegeben und Rechnungen mit diesen Daten ausgeführt werden. Als erstes waren jeweils die Zahlen mit Hilfe von **ENTER↑** im Stack in der entsprechenden Form anzuordnen. Darüber hinaus ist der Stack des HP-91 aber auch in der Lage, eine ganze Reihe von Bewegungen automatisch auszuführen. Dieses selbständige Verschieben der Stack-Inhalte macht den Umgang mit diesem Rechner so einfach und ermöglicht zum Beispiel auch das schon kennengelernte automatische Speichern von Zwischenergebnissen. Wenn eine neue Zahl eingegeben wird, «hebt» der HP-91 das zuletzt berechnete Ergebnis automatisch im Stack an. Der Rechner weiß, daß die im Anschluß an einen Rechenschritt eingetasteten Ziffern Bestandteil einer neuen Zahl sein müssen. Neben diesem automatischen «Stack-Lift» (gleicher Vorgang wie beim manuellen Drücken von **ENTER↑**) schiebt der Rechner nach Ausführung einer Funktion von zwei Variablen die Inhalte der Stack-Register selbständig um eine Position nach unten. Rechnen Sie zum Beispiel $16 + 30 + 11 + 17 = ?$

Anmerkung: Wenn Sie zuvor  **CLEAR** drücken, löschen Sie den Stack und beginnen – wie im nachstehenden Beispiel – mit Nullen in sämtlichen Stack-Registern. Für das richtige Ergebnis der nachfolgenden Rechnungen ist das Löschen des Stack allerdings nicht erforderlich. Sie können in der Folge die **LIST: STACK**-Funktion dazu verwenden, die jeweils geänderten Inhalte der Stack-Register aufzulisten.

Drücken Sie	Stack-Inhalt	
 CLEAR 16	T 0.00 Z 0.00 Y 0.00 X 16.	16 wird in das angezeigte X-Register geschrieben
ENTER↑	T 0.00 Z 0.00 Y 16.00 X 16.00	16 wird nach Y kopiert
30	T 0.00 Z 0.00 Y 16.00 X 30.	30 überschreibt die 16 in X
+	T 0.00 Z 0.00 Y 0.00 X 46.00	16 und 30 werden addiert und das Ergebnis wird angezeigt
11	T 0.00 Z 0.00 Y 46.00 X 11.	11 wird in das angezeigte X-Register geschrieben. Die 46 wird im Stack automatisch angehoben
+	T 0.00 Z 0.00 Y 0.00 X 57.00	46 und 11 werden addiert und das Ergebnis wird angezeigt
17	T 0.00 Z 0.00 Y 57.00 X 17.	17 wird nach X geschrieben; dabei wird die 57 automatisch im Stack angehoben.
+ PRINT X	T 0.00 Z 0.00 Y 0.00 X 74.00	57 und 17 werden addiert und das Ergebnis wird angezeigt Endergebnis

	CLEAR
16.00	ENT↑
30.00	+
11.00	+
17.00	+
74.00	***

Im Anschluß an jeden Rechenschritt und jede sonstige Beeinflussung von Zahlen wird der Stack beim Eintasten einer neuen Zahl automatisch nach «oben» verschoben («Stack-Lift»). Da die Rechenoperationen mit jedem Drücken einer Funktionstaste sofort ausgeführt werden, ist die Länge solcher Rechenkettens solange nicht beschränkt, wie nicht eine Zahl in einem der Stack-Register den Wertebereich des Rechners übersteigt ($9,999999999 \times 10^{99}$).

Zusätzlich zu diesem automatischen «Stack-Lift» wird der Stack während solcher Rechnungen, die sich auf die Inhalte von X- und Y-Register beziehen, selbständig nach «unten» verschoben. Dieser Vorgang hat sich zum Beispiel bereits bei der gerade ausgeführten Ketten-

rechnung mit jedem Drücken von **+** ereignet. Wir wollen jetzt die gleiche Aufgabe auf eine etwas andere Art rechnen, um dieses automatische Verschieben der Stack-Inhalte nach «unten» besser erkennen zu können. Drücken Sie zuvor **CLX** zum Löschen des X-Registers und rechnen Sie erneut $16 + 30 + 11 + 17 = ?$

Drücken Sie	Stack-Inhalt	
16	T 0.00	16 wird in das angezeigte
	Z 0.00	X-Register geschrieben
	Y 0.00	
	X 16.	
ENTER ↑	T 0.00	16 wird nach Y kopiert
	Z 0.00	
	Y 16.00	
	X 16.00	
30	T 0.00	30 überschreibt die 16 in X
	Z 0.00	
	Y 16.00	
	X 30.	
ENTER ↑	T 0.00	30 wird nach Y kopiert,
	Z 16.00	16 nach Z geschoben
	Y 30.00	
	X 30.00	
11	T 0.00	11 wird nach X geschrieben;
	Z 16.00	die 30 in X wird dabei über-
	Y 30.00	schrieben
	X 11.	
ENTER ↑	T 16.00	11 wird nach Y kopiert,
	Z 30.00	30 nach Z und 16 nach T
	Y 11.00	geschoben
	X 11.00	
17	T 16.00	17 überschreibt die 11 in X
	Z 30.00	
	Y 11.00	
	X 17.	
+	T 16.00	17 und 11 werden addiert und
	Z 16.00	der übrige Teil des Stack
	Y 30.00	nach unten verschoben.
	X 28.00	Dabei wird 16 von T nach Z
		kopiert. 30 und 28 stehen für
		die Addition bereit
+	T 16.00	30 und 28 werden addiert und
	Z 16.00	der Stack erneut nach unten
	Y 16.00	verschoben. Jetzt können 16
	X 58.00	und 58 addiert werden
+ PRINT X	T 16.00	16 und 58 werden addiert und
	Z 16.00	das Endergebnis wird ange-
	Y 16.00	zeigt. Wieder wird der Stack
	X 74.00	nach unten verschoben

```

16.00 ENT1
30.00 ENT1
11.00 ENT1
17.00  +
      +
      +
      +
74.00 ***

```

Der gleiche Vorgang spielt sich auch im Zusammenhang mit $-$, \times und \div ab. Der Wert in T wird nach Z kopiert, der vorherige Inhalt von Z wird nach Y geschoben und das mit den Inhalten von Y und X gebildete Ergebnis wird nach X (Anzeigeregister) geschrieben.

Diese automatischen Bewegungen des Rechenregister-Stapels machen die Leistungsfähigkeit des Hewlett-Packard Logik-Systems aus. Mit Hilfe dieser Einrichtung können Zwischenergebnisse in langen Rechenausdrücken im Stack gespeichert werden, ohne daß es jemals nötig ist, solche Werte erneut einzutasten.

REIHENFOLGE DER AUSFÜHRUNG

Wenn Sie eine Aufgabe der nachstehenden Art sehen, müssen Sie sich als erstes entscheiden, an welcher Stelle Sie mit der Berechnung ansetzen wollen:

$$5 \times [(3 \div 4) - (5 \div 2) + (4 \times 3)] \div (3 \times .213)$$

Erfahrene Benutzer von HP-Taschenrechnern haben ermittelt, daß Sie die Leistungsfähigkeit Ihres HP-91 dann am besten ausschöpfen, wenn Sie die Berechnung innerhalb der innersten Klammer beginnen und sich dann nach außen «vorarbeiten». Es stehen Ihnen aber auch jederzeit andere Möglichkeiten offen. Sie könnten beispielsweise die Aufgabe auch in der Form lösen, daß Sie alle Zahlen, von links nach rechts vorgehend, in der Reihenfolge eingeben, wie sie in der Formel auftreten. Nach dieser Methode lassen sich allerdings nicht alle Probleme berechnen, so daß Sie zweckmäßigerweise mit der inneren Klammer beginnen. Nach diesem Verfahren wollen wir jetzt das Beispiel rechnen:

Drücken Sie	Anzeige	
3	3.	
ENTER	3.00	
4	4.	
\div	0.75	Zwischenergebnis (3 ÷ 4)
5	5.	
ENTER	5.00	
2	2.	
\div	2.50	(5 ÷ 2)
$-$	-1.75	(3 ÷ 4) - (5 ÷ 2)
4	4.	
ENTER	4.00	
3	3.	
\times	12.00	(4 × 3)
$+$	10.25	(3 ÷ 4) - (5 ÷ 2) + (4 × 3)
3	3.	
ENTER	3.00	
.213	.213	
\times	0.64	(3 × .213)
\div	16.04	
5	5.	Die erste Zahl wird eingegeben
\times	80.20	Endergebnis
PRINT	80.20	

3.00	ENT
4.00	\div
5.00	ENT
2.00	\div
-	
4.00	ENT
3.00	\times
+	
3.00	ENT
.213	\times
\div	
5.00	\times
80.20	***

RECHNEN MIT EINER KONSTANTEN

Vielleicht haben Sie bemerkt, daß mit jedem Verschieben des Stacks (nach Ausführung einer Funktion von x und y , *nicht* durch **R↓**) die Zahl im T-Register nach Z kopiert wird. Diese Eigenschaft läßt sich gut für das Rechnen mit einer Konstanten verwenden.

Beispiel: Ein Bakteriologe untersucht eine bestimmte Art von Einzellern, deren Anzahl sich durch Zellteilung pro Tag um typisch 15% erhöht. Wenn die Ausgangskultur 1000 Einzeller umfaßt, wie groß wird dann der Umfang der Bakterienkultur am Ende der darauffolgenden sechs Tage sein?

Methode: Speichern Sie den Wachstumsfaktor (1,15) in den Registern Y, Z und T und schreiben Sie die ursprüngliche Anzahl (1000) in das X-Register. Jetzt brauchen Sie lediglich **x** zu drücken und erhalten so die jeweils nächste Anzahl. Den Drucker-Wahlschalter bringen Sie zweckmäßigerweise in Stellung ALL; es werden dann sämtliche Resultate ausgedruckt, ohne daß Sie jeweils **PRINT X** drücken müssen.

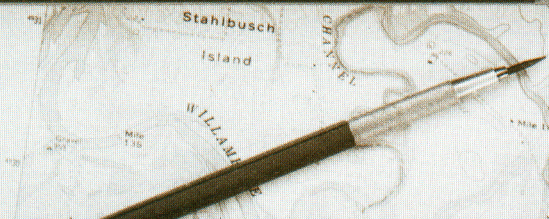
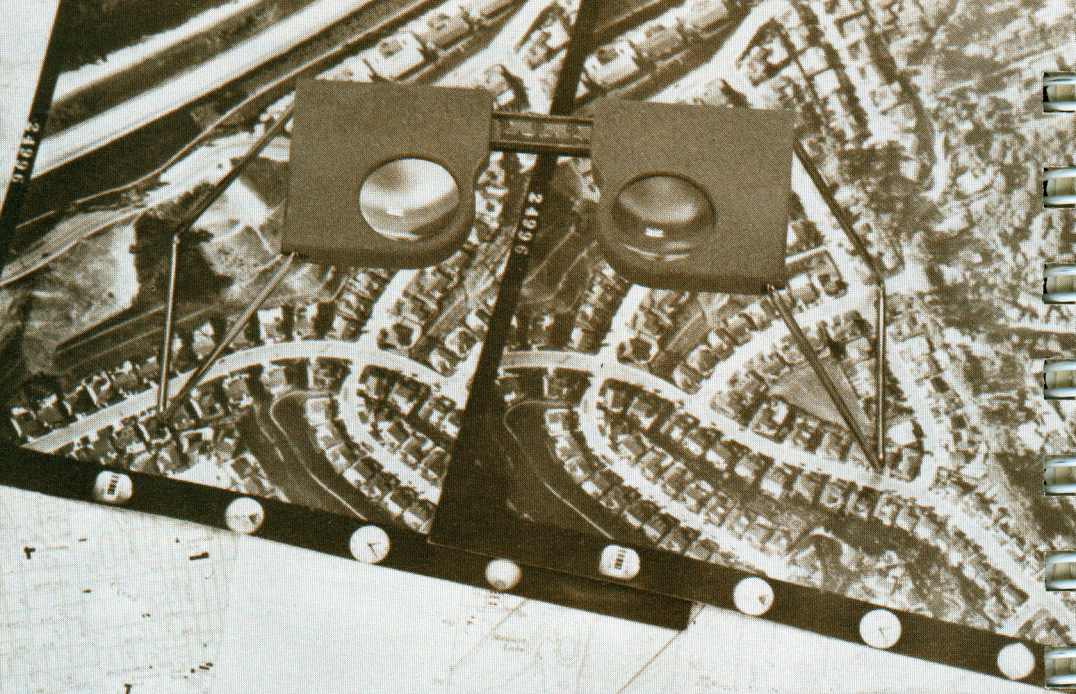
Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL.

Drücken Sie	Anzeige	
1.15 →	1.15	Wachstumsfaktor
ENTER↑ →	1.15	
ENTER↑ →	1.15	
ENTER↑ →	1.15	Wachstumsfaktor steht jetzt in T
1000 →	1000.	Anfangszahl der Einzeller
x →	1150.00	Anzahl nach 1.Tag
x →	1322.50	Anzahl nach 2.Tag
x →	1520.88	Anzahl nach 3.Tag
x →	1749.01	Anzahl nach 4.Tag
x →	2011.36	Anzahl nach 5.Tag
x →	2313.06	Anzahl nach 6.Tag

1.15	ENT↑
	ENT↑
	ENT↑
1000.00	x
1150.00	***
	x
1322.50	***
	x
1520.88	***
	x
1749.01	***
	x
2011.36	***
	x
2313.06	***

Wenn Sie zum ersten Mal **x** drücken, berechnen Sie $1000 \times 1,15$. Das Ergebnis (1150,00) wird im X-Register angezeigt und eine Kopie des Wachstumsfaktors von Z nach Y geschoben. Da dieser Faktor laufend von T nach Z kopiert und von da weiter nach «unten» geschoben wird, brauchen Sie ihn niemals erneut einzutasten.

Beachten Sie, daß im Gegensatz zu dem hier beschriebenen Vorgang bei Verwendung von **R↓** keine Werte kopiert, sondern nur die im Stack vorhandenen Zahlen zyklisch verschoben werden.



ABSCHNITT 4. FUNKTIONSTASTEN

Ihr HP-91 verfügt über eine Vielzahl festverdrahteter Funktionen, die nach Drücken der entsprechenden Funktionstaste sofort ausgeführt werden. Auf diese Weise erhalten Sie sehr schnell extrem genaue Ergebnisse. Nachdem Sie die Verwendung des HP-91 Druckers bereits kennengelernt haben, können Sie den Drucker-Wahlschalter in der Folge in Stellung MAN schieben; das spart Zeit und Papier.

Sie können aber auch die Betriebsart ALL wählen, wenn Sie sämtliche Zwischen- und Endergebnisse aufzeichnen wollen. In den nachfolgenden Beispielen dieses Abschnitts wird, wenn nichts anderes angegeben ist, die Betriebsart NORM angenommen.

LAST X

Neben den vier Registern X, Y, Z und T, die den automatischen Rechenregister-Stapel (Stack) bilden, verfügt der HP-91 über ein weiteres Register, das Last X genannt wird. Dort befindet sich jeweils der Wert, der vor der Ausführung der letzten Funktion im angezeigten X-Register gestanden hat. Wenn Sie diesen Wert in das Anzeigeregister X zurückholen wollen, drücken Sie


 **LAST X**.

KORREKTUR VON FEHLERN

Die Taste **LAST X** kann verwendet werden, um Fehler wie das versehentliche Drücken einer falschen Funktionstaste oder die Eingabe eines falschen Zahlenwertes zu korrigieren.

Beispiel: Dividieren Sie 12 durch 2,157, nachdem Sie versehentlich durch 3,157 dividiert haben.

Drücken Sie **Anzeige**

12  **12.**


ENTER  **12.00**

3.157  **3.80**

 **LAST X**  **3.16**

X  **12.00**

2.157  **5.56**

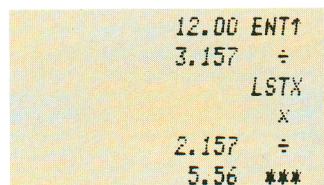
PRINT X  **5.56**

Hoppla! Jetzt ist Ihnen ein Fehler unterlaufen!

Ruft den letzten X-Wert zurück

Jetzt sind Sie wieder am Anfang

Das korrekte Ergebnis



Als Sie im vorstehenden Beispiel **LAST X** gedrückt haben, haben sich die Inhalte der Stack-Register und des Last X-Registers wie folgt geändert:

Vorher

T **0.00**

Z **0.00**

Y **0.00**

X **3.80**

Last X **3.16**

Nachher

T **0.00**

Z **0.00**

Y **3.80**

X **3.16**

Last X **3.16**

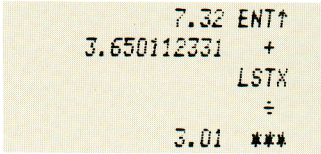
Damit ist der im Beispiel gezeigte Korrekturschritt möglich.

MEHRFACHE VERWENDUNG EINES EINGABEWERTES

Das Last X-Register kann auch für solche Rechnungen verwendet werden, bei denen eine bestimmte Zahl öfter als einmal benötigt wird. Sie können sich das erneute Eintasten dieser Zahl ersparen, indem Sie sie aus dem Last X-Register mit **LAST x** in die Anzeige (X-Register) zurückrufen.

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{7,32 + 3,650112331}{3,650112331}$

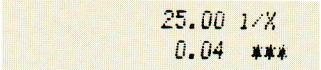
Drücken Sie	Anzeige	
7.32	→ 7.32	
ENTER	→ 7.32	
3.650112331	→ 3.650112331	
+	→ 10.97	Zwischenergebnis
LAST x	→ 3.65	Ruft 3,650112331 nach X
÷	→ 3.01	Ergebnis
PRINT x	→ 3.01	



REZIPROKWERT

Wenn Sie den Reziprokwert der angezeigten Zahl im X-Register berechnen wollen, drücken Sie **1/x**. Um beispielsweise den Reziprokwert von 25 zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
25 1/x	→ 0.04
PRINT x	→ 0.04

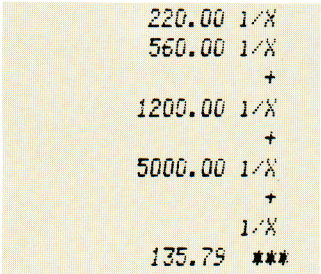


Sie können ebenso den Reziprokwert des Ergebnisses einer vorangegangenen Rechnung berechnen, ohne diesen Wert erneut einzugeben.

Beispiel: In einer elektrischen Schaltung sind vier Widerstände parallel geschaltet. Die Widerstände haben die Werte 220 Ohm, 560 Ohm, 1,2 Kiloohm und 5 Kiloohm. Berechnen Sie den Gesamtwiderstand.

$$R_{\text{parallel}} = \frac{1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4} = \frac{1}{\frac{1}{220} + \frac{1}{560} + \frac{1}{1200} + \frac{1}{5000}}$$

Drücken Sie	Anzeige	
220 1/x	→ 4.545454545 -03	
560 1/x	→ 1.785714286 -03	
+	→ 0.01	
1200 1/x	→ 8.333333333 -03	
+	→ 0.01	
5000 1/x	→ 2.000000000 -04	
+	→ 0.01	Summe der Reziprok-
1/x	→ 135.79	werte
		Reziprokwert der
		Summe, Ergebnis in
		Ohm
PRINT x	→ 135.79	



FAKULTÄT

Die Taste **[NI]** (Fakultät) erleichtert wesentlich die Berechnung von Kombinationen und Permutationen. Wenn Sie **[NI]** drücken, wird die Fakultät der positiven ganzen Zahl im angezeigten **X**-Register berechnet.

Beispiel: Berechnen Sie die Anzahl der Möglichkeiten, wie sich sechs Personen bezüglich ihrer Reihenfolge für eine photographische Gruppenaufnahme aufstellen können.

Methode: ${}_6P_6 = 6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$

Drücken Sie	Anzeige
6	6.
[NI]	720.00 Ergebnis
PRINT X	720.00

6.00 NI
720.00 ***

Für **[NI]** muß n kleiner oder gleich 69 sein, da sonst ein Rechner-Überlauf eintritt (Anzeige 9,999999999 99).

QUADRATWURZEL

Wollen Sie die Quadratwurzel einer Zahl im Anzeigeregister **X** berechnen, drücken Sie **[√X]**. Um beispielsweise die Quadratwurzel von 16 zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
16 [√X]	4.00
PRINT X	4.00

16.00 √X
4.00 ***

Um die Quadratwurzel des Ergebnisses (also $\sqrt{\sqrt{16}} = \sqrt[4]{16}$) zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
[√X]	2.00
PRINT X	2.00

√X
2.00 ***

QUADRAT EINER ZAHL

Um die Zahl im Anzeigeregister **X** zu quadrieren, drücken Sie **[X²]**. Um zum Beispiel das Quadrat von 45 zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
45 [X²]	2025.00
PRINT X	2025.00

45.00 X²
2025.00 ***

Um das Resultat wiederum zu quadrieren:

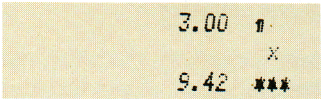
Drücken Sie	Anzeige
[X²]	4100625.00
PRINT X	4100625.00

X²
4100625.00 ***

VERWENDUNG DER KREISZAHL PI (π)

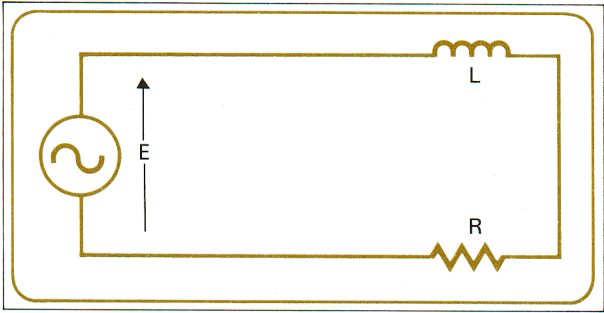
Der Wert der Kreiskonstante π ist im Innern des Rechners auf 10 Stellen genau fest gespeichert ($\pi = 3,141592654$). Wenn Sie diesen Wert im Rahmen einer Rechnung benötigen, können Sie ihn mit **[π]** in das **X**-Register speichern. Um beispielsweise 3π zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
3   x	→ 9.42
PRINT x	→ 9.42



Beispiel: In der folgenden Schaltung gilt: $X_L = 12$ Kiloohm, $R = 7$ Kiloohm, $E = 120$ Volt und $f = 60$ Hz. Berechnen Sie die Induktivität der Spule nach der Formel:

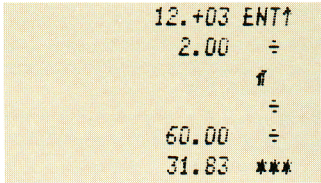
$$L = \frac{X_L}{2\pi f}$$



$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{12000}{2 \times \pi \times 60} \text{ (Ergebnis in Henry)}$$


Drücken Sie	Anzeige
12  3 	→ 12000.00
2 	→ 6000.00
  	→ 1909.86
60 	→ 31.83
PRINT x	→ 31.83

Henry (Ergebnis)




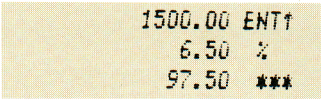
PROZENT

Die Taste **%** ist eine Funktion von zwei Variablen. Wenn Sie berechnen wollen, wie groß ein gegebener Prozentsatz einer Zahl ist:

1. Tasten Sie die Grundzahl ein.
2. Drücken Sie 
3. Tasten Sie die Prozentzahl (%) ein.
4. Drücken Sie **%**.

Um beispielsweise zu berechnen, wieviel 6,5% Mindermengenzuschlag auf einen Warenwert von 1500 DM ausmachen:

Drücken Sie	Anzeige	
1500 	→ 1500.00	Grundzahl
6.5	→ 6.5	Prozentzahl
%	→ 97.50	Ergebnis in DM
PRINT x	→ 97.50	



6,5% von 1500 DM sind demnach 97,50 DM.

Wenn Sie wie im obigen Beispiel **%** drücken, wird die Prozentzahl im **X-Register** vom Ergebnis überschrieben, während die Grundzahl im **Y-Register** erhalten bleibt. Beim Drücken von **%** ändern sich die Inhalte der Stack-Register wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	0.00	T	0.00
Z	0.00	Z	0.00
Y	1500.00	Y	1500.00
X	6.5 ← Anzeige	X	97.50 ← Anzeige

Die überschriebene Prozentzahl (hier 6,5) kann aus dem Last X-Register zurückgerufen werden.

Da jetzt der Warenwert im **Y-** und der Zuschlag im **X-Register** steht, kann der Gesamtbetrag auf einfache Weise berechnet werden:

Drücken Sie	Anzeige	
+	→ 1597.50	Gesamtpreis in DM
PRINT X	→ 1597.50	

1597.50 ***

BERECHNUNG PROZENTUALER UNTERSCHIEDE

Die Taste **Δ%** (prozentuale Änderung oder Unterschied) dient zur Berechnung prozentualer Differenzen und ist eine Funktion von zwei Variablen. Zur Berechnung des prozentualen Unterschiedes zwischen zwei Variablen verfahren Sie wie folgt:

1. Geben Sie die Basiszahl ein (gewöhnlich der zuerst auftretende Wert).
2. Drücken Sie **ENTER↑**.
3. Geben Sie die zweite Zahl ein.
4. Drücken Sie **Δ%**.

Beispiel: Ihre monatlichen Heizkosten sind von 70 DM (vor zehn Jahren) auf gegenwärtig 240 DM pro Monat gestiegen. Welchem Prozentsatz entspricht diese Kostenerhöhung?

Drücken Sie	Anzeige	
70 ENTER↑	→ 70.00	
240 Δ%	→ 242.86	Prozentuale Kosten- erhöhung
PRINT X	→ 242.86	

70.00 ENT↑
240.00 Δ%
242.86 ***

SPEICHERREGISTER

Neben den vier Stack-Registern und dem Last X-Register verfügt Ihr HP-91 weiter über 16 frei verwendbare Daten-Speicherregister, deren Inhalte von den Vorgängen im Stack nicht betroffen werden. Diese Speicherregister dienen dem Abspeichern von Werten, die Sie erst später wieder benötigen oder die Sie als Konstanten in Ihrer Rechnung verwenden möchten.

Die Adressen der Speicherregister werden durch die Zifferntasten **0** bis **9** und **◻ 0** bis **◻ 9** gebildet.

Automatischer Speicher

T
Z
Y
X

← Anzeige

Last X

Daten-Speicherregister

R ₀
R ₁
R ₂
R ₃
R ₄
R ₅
R ₆
R ₇
R ₈
R ₉

R. ₀
R. ₁
R. ₂
R. ₃
R. ₄
R. ₅

ABSPEICHERN VON DATEN

Um die Zahl im **X**-Register in eines der Speicherregister R₀ bis R₉ zu schreiben:

- 1. Drücken Sie **STO** (Store = Speichern).
- 2. Drücken Sie eine der Zifferntasten **[0]** bis **[9]** zur Bezeichnung des Registers, in das die Zahl zu speichern ist.

Um beispielsweise die Avogadro'sche Gaskonstante (ungefähr $6,02 \times 10^{23}$) nach R₂ zu speichern:

Drücken Sie

Anzeige

6.02 **EEX** 23

6.02 23

STO 2

6.02000000 23

6.02+23 S 2

Der Wert dieser Konstanten steht jetzt (auch) im Register R₂. Beachten Sie, daß beim Abspeichern einer angezeigten Zahl in eines der Daten-Speicherregister nur eine Kopie der Zahl in das entsprechende Register geschrieben wird. Der Zahlenwert (hier $6,02 \times 10^{23}$) bleibt also im Anzeigeregister **X** erhalten.

Um die angezeigte Zahl in einem der Speicherregister R.₀ bis R.₅ zu speichern:

- 1. Drücken Sie **STO**.
- 2. Drücken Sie die Taste für den Dezimalpunkt **[.]**.
- 3. Drücken Sie eine der Zifferntasten **[0]** bis **[5]** zur Bezeichnung des entsprechenden Registers.

Um zum Beispiel die Zahl 16495 000 (Anzahl der von der Japanischen National-Eisenbahn täglich beförderten Personen) in das Register R.₄ zu speichern:

Drücken Sie

Anzeige

16495000

16495000.

STO **[.]** 4

16495000.00

15495000.00 S.4

Damit ist eine Kopie der angezeigten Zahl im **X**-Register in das Speicherregister R.₄ geschrieben.

ZURÜCKRUFEN VON DATEN

Das Zurückrufen von Daten aus den Speicherregistern geschieht auf ähnliche Weise. Um eine Zahl aus einem der Speicherregister R₀ bis R₉ in das **X**-Register (Anzeige) zurückzurufen:

- 1. Drücken Sie **RCL** (Recall = Rückruf).
- 2. Drücken Sie eine der Zifferntasten **[0]** bis **[9]** zur Angabe des entsprechenden Speicherregisters.

Um beispielsweise die Avogadro'sche Konstante aus dem Register R_2 wieder in die Anzeige zurückzurufen:

Drücken Sie

RCL 2

Anzeige

6.02000000 23

R 2

Um entsprechend eine Zahl aus einem der Register R_0 bis R_5 zurückzurufen:

1. Drücken Sie **RCL**.
2. Drücken Sie die Taste für den Dezimalpunkt **.**.
3. Drücken Sie die entsprechende Zifferntaste (**0** bis **5**).

Um beispielsweise die Zahl der von der Japanischen National-Eisenbahn täglich beförderten Personen in die Anzeige zurückzurufen:

Drücken Sie

RCL **.** 4

Anzeige

16495000.00

R.4

Wenn Sie mit **RCL** eine gespeicherte Zahl in die Anzeige (**X**-Register) zurückrufen, wird der Stack wie bei der Eingabe einer neuen Zahl über das Tastenfeld angehoben. Dies gilt nicht, wenn unmittelbar zuvor **ENTER**, **CLX** oder **$\Sigma+$** gedrückt wurde (**$\Sigma+$** wird an anderer Stelle noch besprochen werden).

Beim Rückruf einer gespeicherten Zahl aus einem der Daten-Speicherregister wird lediglich eine Kopie des betreffenden Registerinhalts in das **X**-Register (Anzeige) gespeichert; der Inhalt des Speicherregisters bleibt dabei erhalten. Daher können Sie den gespeicherten Wert von dort beliebig oft «abrufen». Grundsätzlich werden alle Zahlen rechnerintern als 10stellige Mantisse mit zweistelligem Exponenten gespeichert und transportiert.

Der Inhalt der Speicherregister ändert sich erst dann, wenn Sie eine andere Zahl mit **STO** in dieses Register schreiben; der alte Inhalt wird dann von der neuen Zahl überschrieben. Darüber hinaus haben Sie jederzeit die Möglichkeit, den Inhalt der Speicherregister zu löschen.

Beispiel: Drei Tanks haben ein Fassungsvermögen von 2,0, 14,4 und 55,0 US-Gallonen. Wenn eine US-Gallone 3,785 Liter entspricht, wie groß ist dann das jeweilige Volumen in Liter?

Methode: Schreiben Sie den Umrechnungsfaktor in eines der Daten-Speicherregister und rufen Sie ihn von da auf Wunsch ab.

Drücken Sie

3.785 **STO** 0

Anzeige

3.79

Speichern der Konstante nach R_0

2 **x**

7.57

Volumen des 1. Tanks in Liter

PRINT **x**

7.57

14.4 **RCL** 0 **x**

54.50

Volumen des 2. Tanks in Liter

PRINT **x**

54.50

55 **RCL** 0 **x**

208.18

Volumen des 3. Tanks in Liter

PRINT **x**

208.18

```

3.785 S 0
2.00 x
7.57 ***
14.40 R 0
x
54.50 ***
55.00 R 0
x
208.18 ***

```

AUFLISTEN DER SPEICHERREGISTER-INHALTE

Sie können sich auf Wunsch die Inhalte sämtlicher Daten-Speicherregister auflisten lassen, indem Sie **LIST**: **REG** drücken.

Wenn Sie das vorstehende Beispiel wie angegeben gerechnet haben und sich jetzt die Inhalte der Speicherregister auflisten lassen, müßten Sie den folgenden Ausdruck erhalten:

Drücken Sie

■ LIST: REG

Anzeige

208.18

	LIST
3.79	+ 0
0.00	+ 1
6.020000000+23	+ 2
0.00	+ 3
0.00	+ 4
0.00	+ 5
0.00	+ 6
0.00	+ 7
0.00	+ 8
0.00	+ 9
0.00	+ 0
0.00	+ 1
0.00	+ 2
0.00	+ 3
16495000.00	+ 4
0.00	+ 5

Wenn Sie nur den Inhalt eines Teils der Speicherregister ausdrucken lassen wollen, können Sie das Auflisten an beliebiger Stelle dadurch abbrechen, daß Sie die Taste für den Papiervorschub etwa eine Sekunde lang niedergedrückt halten.

LÖSCHEN DER SPEICHERREGISTER

Wie Sie an der Liste der Speicherinhalte erkennen, hat sich der Inhalt der Register R_0 , R_2 und R_4 nicht verändert, als die Werte von dort in die Anzeige zurückgerufen wurden. Die Daten bleiben in den Speicherregistern erhalten und können beliebig oft in das X -Register zurückgerufen werden. Für das Löschen der Daten-Speicherregister haben Sie drei verschiedene Möglichkeiten zur Wahl:

- Um den Inhalt eines Registers gegen eine neue Zahl auszutauschen, genügt es, die neue Zahl mit **STO** in das Register zu speichern. Wollen Sie ein bestimmtes Register löschen, ersetzen Sie einfach dessen Inhalt durch Null. Um beispielsweise R_2 zu löschen, drücken Sie 0 **STO** 2.
- Um mit einem Schritt *alle* Speicherregister zu löschen, drücken Sie ■ **CLEAR**. Dabei werden außer sämtlichen Speicherregistern auch die Stack-Register gelöscht.
- Wenn der HP-91 eingeschaltet wird, werden alle Register einschließlich des Stacks mit Null belegt. Eine weitere Möglichkeit zum Löschen sämtlicher Rechner-Register besteht daher im kurzfristigen Ausschalten des Rechners.

Sie haben auch die Möglichkeit, nur die Register R_0 bis R_9 oder $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ zu löschen, ohne den Inhalt der übrigen Register und des Stack zu beeinflussen.

- Mit ■ **CL REG** können Sie die Register R_0 bis R_9 löschen. Der Stack und die Register $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ sind davon nicht betroffen.
- Mit ■ **CL Σ** können Sie die Register $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ löschen, ohne den Inhalt der Stack-Register und der Register R_0 bis R_9 zu verändern.

SPICHERREGISTER-ARITHMETIK

Sie können unmittelbar in den Speicherregistern R₀ bis R₉ arithmetische Grundrechnungen ausführen, indem Sie zuerst **STO**, dann die entsprechende Arithmetiktaste (**+**, **-**, **x** oder **÷**) und schließlich eine Zifferntaste zur Bezeichnung des gewünschten Registers drücken. Zum Beispiel:

Drücken Sie	Ergebnis
STO + 1	Die Zahl im angezeigten X -Register wird zu dem Inhalt von Register R ₁ addiert. ($r_1 + x \rightarrow R_1$)
STO - 2	Die Zahl im angezeigten X -Register wird vom Inhalt des Registers R ₂ subtrahiert. ($r_2 - x \rightarrow R_2$)
STO x 3	Der Inhalt des Speicherregisters R ₃ wird mit der Zahl in X multipliziert. ($r_3 \times x \rightarrow R_3$)
STO ÷ 4	Der Inhalt des Speicherregisters R ₄ wird durch die Zahl in X dividiert. ($r_4 \div x \rightarrow R_4$)

Das Ergebnis dieser Rechnungen steht jeweils im entsprechenden Speicherregister. Die Inhalte der Stack-Register (also auch des **X**-Registers) bleiben dabei unverändert.

Beachten Sie bitte, daß die Speicherregister-Arithmetik nur in den Registern R₀ bis R₉ und *nicht* in den Registern R₁₀ bis R₁₅ möglich ist.

Beispiel: Ein amerikanischer Farmer fährt an drei aufeinanderfolgenden Tagen geerntete Tomaten zur nahegelegenen Konservenfabrik. Am Montag und Dienstag transportiert er 25 Tonnen, 27 Tonnen, 19 Tonnen und 23 Tonnen, für die die Konservenfabrik 55 Dollar pro Tonne zahlt. Am Mittwoch steigt der Preis auf 57,50 Dollar an und er liefert in zwei Fuhren 26 Tonnen und 28 Tonnen Tomaten. Wieviel erhält der Farmer von der Konservenfabrik ausbezahlt, wenn diese 2% vom Preis für Montag und Dienstag und 3% vom Preis für Mittwoch wegen teilweise verdorbener Ware in Abzug bringt?

Methode: Führen Sie den Gesamtbetrag in einem der Speicherregister und verwenden Sie den Stack zur Addition der Einzelmengen und Berechnung der in Abzug zu bringenden Beträge.

Drücken Sie	Anzeige	
25 ENTER 27 +		
19 + 23 + →	94.00	Gesamtmenge Montag und Dienstag
55 x →	5170.00	Bruttobetrag Montag und Dienstag
STO 5 →	5170.00	Speichern nach R ₅
2 % →	103.40	Abzüge Montag und Dienstag
STO - 5 →	103.40	Subtraktion vom Betrag in R ₅
26 ENTER 28 + →	54.00	Gesamtmenge am Mittwoch
57.50 x →	3105.00	Bruttobetrag Mittwoch
STO + 5 →	3105.00	Addition zum Betrag in R ₅
3 % →	93.15	Abzüge für Mittwoch
STO - 5 →	93.15	Subtraktion vom Betrag in R ₅
RCL 5 →	8078.45	Gesamt-Nettobetrag, der dem Farmer ausgezahlt wird
PRINT x →	8078.45	

25.00	ENT↑
27.00	+
19.00	+
23.00	+
55.00	x
	\$ 5
2.00	%
	\$-5
26.00	ENT↑
28.00	+
57.50	x
	\$+5
3.00	%
	\$-5
	R 5
8078.45	***

(Sie hätten die vorstehende Aufgabe natürlich auch nur mit Hilfe der Stack-Register rechnen können; hier sollte nur gezeigt werden, wie Sie die Speicherregister-Arithmetik für das Mitführen verschiedener laufender Summen verwenden können.)

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Ihr HP-91 verfügt über sechs trigonometrische Funktionen. Die Winkelargumente können wahlweise in Altgrad, Neugrad oder im Bogenmaß ausgedrückt werden. Außerdem kann der Rechner dezimale Grad in die Form Grad, Minuten und Sekunden umwandeln (und umgekehrt) sowie Winkel in dieser Darstellungsweise addieren und subtrahieren.

WINKEL-MODUS

In Abhängigkeit von der Stellung des Winkel-Modus-Wahlschalters






interpretiert der HP-91 Winkel wahlweise als dezimale Grad, Neugrad oder Bogenmaß (Rad).

Anmerkung: 360 (Alt-) Grad = 400 Neugrad (Gon) = 2π Rad.

FUNKTIONEN

Der HP-91 verfügt über die folgenden sechs trigonometrischen Funktionen:

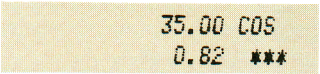
SIN	Sinus
 SIN⁻¹	Arkussinus
COS	Kosinus
 COS⁻¹	Arkuskosinus
TAN	Tangens
 TAN⁻¹	Arkustangens

Sämtliche dieser trigonometrischen Funktionen erwarten, daß die Argumente entweder in dezimalen Grad, Neugrad oder im Bogenmaß gegeben sind (in Abhängigkeit vom gewählten Winkel-Modus). Trigonometrische Funktionen sind Funktionen von nur einer Variablen. Sie brauchen daher lediglich einen Wert für das Argument einzutasten und die entsprechende Funktionstaste zu drücken.

Beispiel 1: Berechnen Sie den Kosinus von 35°.


Schalten Sie *als erstes* zur Wahl des Winkel-Modus «Grad» den Schalter in Stellung DEG.

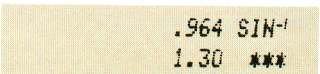
Drücken Sie	Anzeige
35	35.00
COS	0.82
PRINT X	0.82



Beispiel 2: Berechnen Sie den Arkussinus von 0,964 im Bogenmaß.

Schieben Sie jetzt zur Wahl des Winkel-Modus «RAD» den Wahlschalter in die entsprechende Stellung (Rad = Bezeichnung der entsprechenden Einheit im Bogenmaß).

Drücken Sie	Anzeige
.964	.964
 SIN⁻¹	1.30 Rad
PRINT X	1.30



Beispiel 3: Berechnen Sie den Tangens von 43,66 Neugrad.

Schieben Sie den Wahlschalter in Stellung «GRD» (grads = Neugrad).

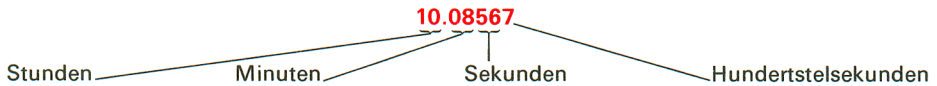
Drücken Sie	Anzeige
43.66	→ 43.66
TAN	→ 0.82
PRINT X	→ 0.82

43.66 TAN
0.82 ***

STUNDEN, MINUTEN UND SEKUNDEN

Sie können mit dem HP-91 in dezimaler Form gegebene Stunden jederzeit mit Hilfe der Taste **→HMS** in die Form «Stunden, Minuten und Sekunden» umwandeln; ebenso können Sie in der Form «Stunden, Minuten und Sekunden» gegebene Zeiten mit der Taste **HMS→** in dezimale Stunden umwandeln.

Wenn eine Zeit in der Form *Stunden, Minuten, Sekunden* angezeigt oder gedruckt wird, geben die Ziffern links vom Dezimalpunkt die Stunden an. Rechts vom Dezimalpunkt folgen zweistellig die Ziffern für die Minuten und die Sekunden:



Zur Umwandlung dezimaler Stunden in Stunden, Minuten und Sekunden, tasten Sie die Dezimalzahl für die Stunden ein und drücken Sie **→HMS**. Um beispielsweise 21,57 Stunden in Stunden, Minuten und Sekunden umzuwandeln:

Drücken Sie	Anzeige	
21.57	→ 21.57	Dezimale Stunden
4	→ 21.5700	Umstellung der Anzeige auf FIX 4
→HMS	→ 21.3412	Das Resultat bedeutet 21 Stunden, 34 Minuten und 12 Sekunden
PRINT X	→ 21.3412	

21.5700
→HMS
21.3412 ***

Beachten Sie, daß das Anzeigeformat nicht automatisch umgeschaltet wird; wenn Sie auch die Sekunden anzeigen bzw. drucken möchten, müssen Sie als Anzeigeformat **FIX** 4 wählen.

Um umgekehrt in der Form *Stunden, Minuten und Sekunden* gegebene Zeiten in dezimale Stunden umzuwandeln, tasten Sie im entsprechenden Format Stunden, Minuten und Sekunden ein und drücken Sie **HMS→**. Um zum Beispiel 132 Stunden, 43 Minuten und 29,33 Sekunden in den entsprechenden dezimalen Wert umzuwandeln:

Drücken Sie	Anzeige	
132.432933	→ 132.432933	Dies bedeutet 132 Stunden, 43 Minuten und 29,33 Se- kunden
HMS→	→ 132.7248	132,7248 Stunden
PRINT X	→ 132.7248	

132.432933 HMS+
132.7248 ***

Mit Hilfe der gleichen Tasten **→HMS** und **HMS→** können Sie auch Winkel von dezimalen Grad in die Form *Grad, Minuten und Sekunden* umwandeln und umgekehrt. Dabei geben Sie die Werte im gleichen Format ein wie im Fall der Umwandlung von Zeiten.

Beispiel: Wandeln Sie 42,57 Grad in Grad, Minuten und Sekunden um.

Drücken Sie **Anzeige**

42.57 → **42.57**

 **HMS→** → **42.3412**

Dezimale Winkelgrad

Dies bedeutet 42° 34' 12"

(Als Anzeigeformat ist noch vom letzten Beispiel **FIX** 4 gewählt)

PRINT  → **42.3412**

42.5700 **→HMS**
42.3412 *******

Beispiel: Wandeln Sie 38° 8' 56,7" in die entsprechende dezimale Form um.

Drücken Sie **Anzeige**

38.08567 → **38.08567**

 **HMS→** → **38.1491**

Bedeutet 38° 8' 56,7"

Ergebnis in dezimalen Grad

(Anzeigeformat **FIX** 4 vom letzten Beispiel)

PRINT  → **38.1491**

38.08567 **HMS→**
38.1491 *******

ADDITION UND SUBTRAKTION VON ZEITEN UND WINKELN

Um Winkel oder Zeiten, die in dezimaler Form gegeben sind, zu addieren oder subtrahieren, tasten Sie die Werte ein und drücken Sie **+** bzw. **-**. Sind die Ausgangsgrößen dagegen in der Form *Stunden (oder Grad), Minuten und Sekunden* gegeben, verwenden Sie zur Addition bzw. Subtraktion die Tasten **HMS+** und **HMS-**.

Beispiel: Berechnen Sie die Summe aus 45 Stunden, 10 Minuten, 50,76 Sekunden und 24 Stunden, 49 Minuten, 10,95 Sekunden.

Drücken Sie **Anzeige**

45.105076 → **45.105076**

ENTER  → **45.1051**

FIX 4, Format von letztem Beispiel

24.491095 → **24.491095**

 **HMS+** → **70.0002**

 6 → **70.000171**

Dies bedeutet 70 Stunden und 1,71 Sekunden


PRINT  → **70.000171**

45.105076 **ENT↑**
24.491095 **HMS+**
70.000171 *******

Beispiel: Subtrahieren Sie 142,78° von 312° 32' 17" und drücken Sie das Resultat in Grad, Minuten und Sekunden aus.

Drücken Sie **Anzeige**

312.3217 → **312.3217**

ENTER  → **312.321700**

Format **FIX** 6 vom letzten Beispiel

142.78 → **142.78**

 **→HMS** → **142.464800**

 **HMS-** → **169.452900**

PRINT  → **169.452900**

 2 → **169.45**

Dezimale Grad

Grad, Minuten, Sekunden

Bedeutet: 169° 45' 29"

Zurückstellen auf Standard-format

312.321700 **ENT↑**
142.780000 **→HMS**
HMS-
169.452900 *******

Diese Umformungen sind insofern von Bedeutung, als die trigonometrischen Funktionen wohl das Argument in dezimalen Grad annehmen, nicht dagegen in der Form Grad, Minuten und

Sekunden. Falls die Winkel in dieser Form gegeben sind, müssen sie zuerst mittels **H.MS→** in dezimale Grad umgewandelt werden.

Beispiel: Ein Segelschiff startet seine Reise bei der Insel Tristan da Cunha (37° 03' S, 12° 18' W) und soll bei günstigen Winden auf dem kürzesten Weg nach der Insel St. Helena (15° 55' S, 5° 43' W) gesteuert werden. Berechnen Sie die Großkreisentfernung zwischen Start- und Zielpunkt der Reise.

$$\text{Großkreisentfernung} = \cos^{-1} [\sin \text{LAT}_s \sin \text{LAT}_d + \cos \text{LAT}_s \cos \text{LAT}_d \cos (\text{LNG}_d - \text{LNG}_s)] \times 60$$

(in nautischen Meilen)

Dabei sind LAT_s und LNG_s die Breite und Länge des Startortes und LAT_d und LNG_d die Breite und Länge des Zielortes.

Lösung: Alle Winkel, die in der Form Grad, Minuten und Sekunden eingegeben werden, sind in die Form dezimale Grad umzuwandeln. Dann können die einzelnen Funktionswerte berechnet werden. Es ist der folgende Ausdruck zu berechnen:

$$\text{Entfernung} = \cos^{-1} [\sin (37^\circ 03') \sin (15^\circ 55') + \cos (37^\circ 03') \cos (15^\circ 55') \cos (5^\circ 43' \text{ W} - 12^\circ 18' \text{ W})] \times 60$$

Vergewissern Sie sich als erstes, daß der Wahlschalter für den Winkel-Modus in Stellung DEG steht.

Drücken Sie	Anzeige
5.43 H.MS→	5.72
12.18 H.MS→	-6.58
COS	0.99
15.55 H.MS→	
STO 1	15.92
COS	0.96
x 37.03 H.MS→	
STO 0	37.05
COS	0.80
x	0.76
RCL 0 SIN	0.60
RCL 1 SIN	0.27
x	0.17
+	0.93
COS⁻¹	21.92
60 x PRINT	1315.41

Entfernung in Seemeilen
(nautische Meilen = 1,852
km)

5.43 HMS→
12.18 HMS→
-
COS
15.55 HMS→
9 1
COS
x
37.03 HMS→
S 0
COS
x
R 0
SIN
R 1
SIN
x
+
COS ⁻¹
60.00 x
1315.41 ***

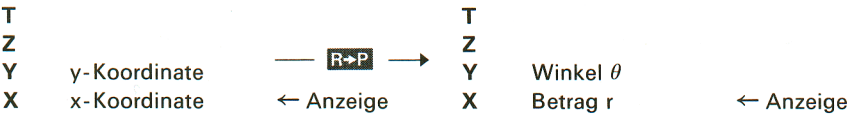
KOORDINATENTRANSFORMATION

Es stehen zwei Funktionen für die Umwandlung zwischen Polarkoordinaten und rechtwinkligen Koordinaten zur Verfügung. Der Winkel θ ist in Abhängigkeit von der Stellung des Wahlschalters für den Winkel-Modus entweder in dezimalen Grad, Neugrad oder im Bogenmaß anzugeben.

Um die rechtwinkligen (x, y)-Koordinaten (die in den entsprechenden Registern **X** und **Y** stehen müssen) in die Polarkoordinaten (r, θ) umzuwandeln:

- 1. Tasten Sie die y-Koordinate ein.
- 2. Drücken Sie **ENTER↑**, um diesen Wert in das Y-Register zu schieben.
- 3. Tasten Sie die x-Koordinate ein.
- 4. Drücken Sie die Taste **R→P** (rechtwinklig nach polar). Im X-Register steht dann der Betrag r und im Y-Register der Winkel θ ; zur Anzeige von θ können Sie **x↔y** drücken.

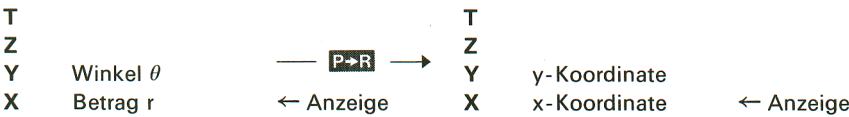
Das folgende Diagramm veranschaulicht die Vorgänge im Stack beim Drücken von **R→P**:



Um umgekehrt die Polarkoordinaten (r, θ) in rechtwinklige Koordinaten (x, y) umzuwandeln:

- 1. Tasten Sie den Wert für den Winkel θ ein.
- 2. Drücken Sie **ENTER↑**, um θ in das Y-Register zu schieben.
- 3. Tasten Sie den Betrag r ein.
- 4. Drücken Sie die Taste **P→R** (polar nach rechtwinklig). Die x-Koordinate steht dann im X-Register (Anzeige) und die y-Koordinate entsprechend im Y-Register; zur Anzeige von y können Sie **x↔y** verwenden.

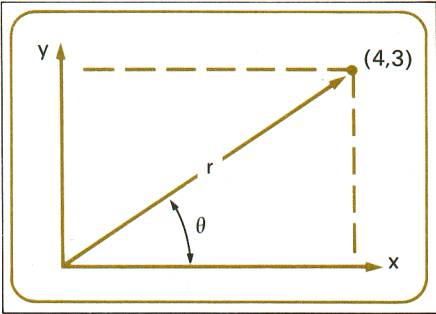
Die Abbildung zeigt wieder die Vorgänge im Stack beim Drücken von **P→R**:



Nach dem Drücken von **R→P** bzw. **P→R** können Sie mit **x↔y** den berechneten Betrag r oder die y-Koordinate in die Anzeige bringen. In der Drucker-Betriebsart MAN oder NORM müssen Sie **x↔y** außerdem dazu verwenden, diese Werte zu drucken. In der Schalterstellung ALL dagegen werden beide Werte automatisch gedruckt, wenn Sie **R→P** oder **P→R** drücken.

(Diese «Rechenergebnisse» werden nicht mit dem üblichen Drei-Sterne-Symbol gekennzeichnet. Statt dessen werden die entsprechenden Symbole X und Y bzw. R und θ hinter den Zahlenwert gedruckt. Das Druckbild der Zahlenwerte selbst entspricht dem gewählten Anzeigeformat.)

Beispiel 1: Wandeln Sie die rechtwinkligen Koordinaten (4,3) in Polarkoordinaten um, wobei der Winkel im Bogenmaß auszudrücken ist.



Schieben Sie den Wahlschalter für den Winkel-Modus in Stellung RAD.

Drücken Sie	Anzeige	
3 ENTER →	3.00	y-Koordinate steht jetzt in Y
4 →	4.	x-Koordinate steht in X
R→P →	5.00	Betrag r
PRINT X →	5.00	
x↔y →	0.64	θ im Bogenmaß (Rad)
PRINT X →	0.64	

```

3.00 ENT↑
4.00 R→P
5.00 ***
      X↔Y
0.64 ***

```

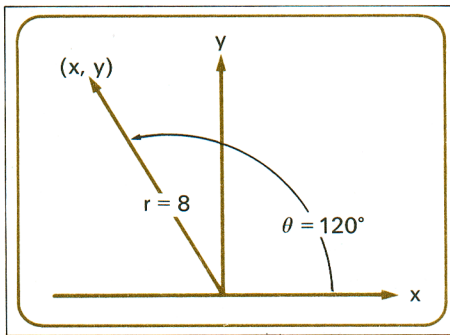
Schieben Sie jetzt den Drucker-Wahlschalter in die Stellung ALL und rechnen Sie die gleiche Aufgabe noch einmal.

```

3.00 ENT↑
4.00 R→P
0.64 θ
5.00 R

```

Beispiel 2: Wandeln Sie die Polarkoordinaten $(8, 120^\circ)$ in rechtwinklige Koordinaten (x, y) um.



Schieben Sie den Wahlschalter für den Winkel-Modus in Stellung DEG (Altgrad). Vergewissern Sie sich, daß der Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL steht.

Drücken Sie	Anzeige	
120 ENTER →	120.00	Winkel θ steht jetzt in Y
8 →	8.	Betrag r wird in das angezeigte X-Register getastet
P→R →	-4.00	x-Koordinate
x↔y →	6.93	y-Koordinate (kann auf Wunsch mittels x↔y angezeigt werden)

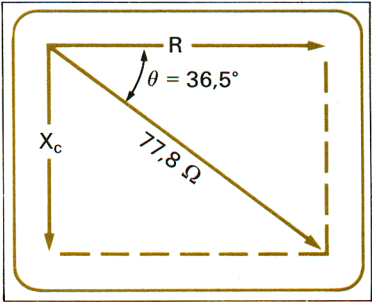
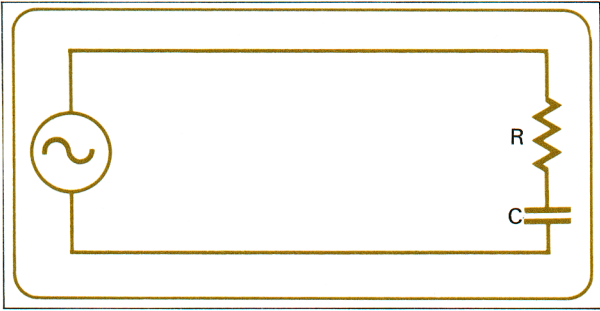
```

120.00 ENT↑
8.00 P→R
6.93 Y
-4.00 X
      X↔Y
6.93 ***

```

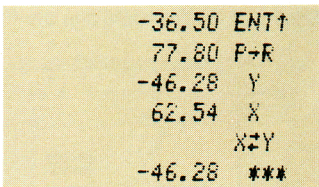
Beispiel 3: Messungen haben ergeben, daß in dem abgebildeten RC-Schaltkreis die Gesamtimpedanz $77,8 \text{ Ohm}$ beträgt, während die Spannung gegenüber dem Strom um eine Phasendifferenz von $36,5^\circ$ voreilt. Wie groß ist der ohmsche Widerstand R und die kapazitive Reaktanz X_C ?

Lösungsweg: Aus dem Vektordiagramm (Abbildung) ergibt sich, daß $77,8 \text{ Ohm}$ (als Betrag) und $-36,5^\circ$ (als Winkel θ) die Polarkoordinaten eines Vektors sind, der sich in rechtwinkligen Koordinaten als (R, X_C) darstellen läßt.



Vergewissern Sie sich, daß der Wahlschalter für den Winkel-Modus in Stellung DEG (Altgrad) und der Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL steht.

Drücken Sie	Anzeige	
36.5 CHS	→ -36.5	
ENTER↑	→ -36.50	
77.8	→ 77.8	
P→R	→ 62.54	Widerstand R in Ohm
xzy	→ -46.28	Reaktanz X _c in Ohm



LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN

LOGARITHMEN

Der HP-91 berechnet sowohl den natürlichen als auch den dekadischen Logarithmus. Außerdem berechnet er die entsprechenden Umkehrfunktionen (Exponentialfunktionen):

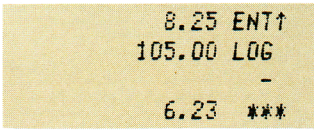
- LN** In (natürlicher Logarithmus); berechnet den Logarithmus der Zahl im X-Register zur Basis e (2,718...).
- e^x** (natürliche Exponentialfunktion); berechnet e^x, wobei e die Euler'sche Zahl (2,718...) und x der Wert in X ist.
- LOG** (dekadischer Logarithmus); berechnet den Logarithmus der Zahl im X-Register zur Basis 10.
- 10^x** (Exponentialfunktion zur Basis 10); berechnet 10^x, wobei x der Inhalt des X-Registers ist.

Beispiel 1: Das bekannte Erdbeben von San Francisco im Jahre 1906, das nach der Richter-Skala eine Stärke von 8,25 hatte, soll 105mal die Intensität des Bebens in Nicaragua im Jahre 1972 gehabt haben. Wie stark war demnach das Nicaragua-Beben nach der Richter-Skala?

Die zu verwendende Gleichung lautet: $R_1 = R_2 - \log \frac{M_2}{M_1} = 8,25 - \left(\log \frac{105}{1} \right)$

(Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM schieben, erhalten Sie das Druckbild, wie es hier angegeben ist.)

Drücken Sie	Anzeige	
8.25 ENTER↑	→ 8.25	
105 LOG	→ 2.02	
-	→ 6.23	
PRINT X	→ 6.23	Stärke nach der Richter-Skala



Beispiel 2: Angenommen, Sie wollen ein gewöhnliches Barometer als Höhenmesser verwenden. Nachdem Sie den Luftdruck in Meereshöhe gemessen haben (1013 Millibar), steigen Sie bis zu einer Anzeige von 319 mb. Wie hoch sind Sie?

Obwohl der exakte Zusammenhang zwischen Luftdruck und Höhe eine von vielen Parametern abhängige Funktion ist, kann man den Zusammenhang in vernünftiger Näherung durch folgende einfache Beziehung angeben:

$$\text{Höhe (Meter)} = 7620 \ln \frac{1013}{\text{Luftdruck (mb)}} = 7620 \ln \frac{1013}{319}$$

Drücken Sie	Anzeige
7620 ENTER \rightarrow	7620.00
1013 ENTER \rightarrow	1013.00
319 \rightarrow	319.
\div \rightarrow	3.18
LN \rightarrow	1.16
\times \rightarrow	8804.76
PRINT \rightarrow	8804.76

Höhe in Meter

```

7620.00 ENT↑
1013.00 ENT↑
319.00  ÷
          LN
          ×
8804.76 ***
  
```

Offensichtlich befinden Sie sich auf dem Mt. Everest!

EXPONENTIALFUNKTION y^x

Die Taste **y^x** wird zur Berechnung beliebiger Potenzen verwendet. Sie können jede reelle Zahl, soweit sie positiv ist, in eine beliebige reelle Potenz erheben, d.h. die Potenz muß keinesfalls ganzzahlig oder positiv sein. Darüber hinaus können Sie – solange der Wertebereich des HP-91 nicht überschritten wird – jede ganzzahlige Potenz einer beliebigen negativen reellen Zahl berechnen.

Um beispielsweise 2^9 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$) zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
2 ENTER 9 y^x \rightarrow	512.00
PRINT \rightarrow	512.00

```

2.00 ENT↑
9.00 Y^x
512.00 ***
  
```

Um $8^{-1.2567}$ zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
8 ENTER \rightarrow	8.00
1.2567 CHS y^x \rightarrow	0.07
PRINT \rightarrow	0.07

```

8.00 ENT↑
-1.2567 Y^x
0.07 ***
  
```

Um $(-2.5)^5$ zu berechnen:

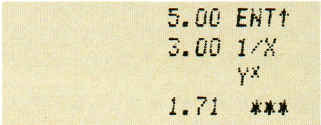
Drücken Sie	Anzeige
2.5 CHS ENTER \rightarrow	-2.50
5 y^x \rightarrow	-97.66
PRINT \rightarrow	-97.66

```

-2.50 ENT↑
5.00 Y^x
-97.66 ***
  
```

In Verbindung mit **$1/x$** können mit **y^x** beliebige Wurzeln gezogen werden. Berechnen Sie beispielsweise die Kubikwurzel von 5 ($\sqrt[3]{5} = 5^{1/3}$).

Drücken Sie	Anzeige
5 ENTER ↑	→ 5.00
3 1/x	→ 0.33 Reziprokwert von 3
y^x	→ 1.71 Kubikwurzel von 5



Beispiel: Der Pilot eines Flugzeugs liest eine Druckhöhe von 25 500 Fuß (Flugfläche 255) und eine berichtigte Eigengeschwindigkeit (CAS) von 350 Knoten (= nautische Meilen pro Stunde) ab. Welcher Machzahl

$$(M) = \frac{\text{Fluggeschwindigkeit}}{\text{Schallgeschwindigkeit}}$$

entspricht das, wenn die folgende Beziehung gilt:

$$M = \sqrt[5]{\left[\left(\left(\left(1 + 0,2 \left[\frac{350}{661,5} \right]^2 \right)^{3,5} - 1 \right) \times \left[1 - (6,875 \times 10^{-6}) \times 25500 \right]^{-5,2656} \right) + 1 \right]^{0,286} - 1}$$

Methode: Zweckmäßigerweise beginnt man die Berechnung dieses Ausdrucks innerhalb der innersten Klammer. Lösen Sie also zuerst

$$\left(\frac{350}{661,5} \right)^2$$

und «arbeiten» Sie sich dann nach außen vor.

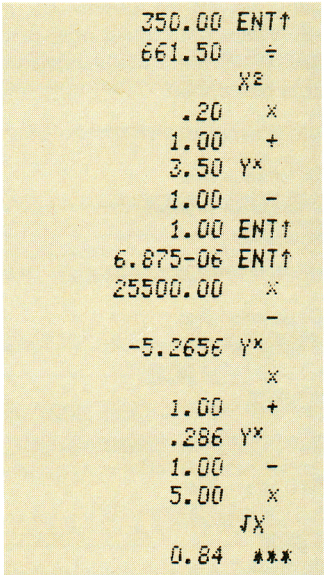
Drücken Sie	Anzeige
350 ENTER ↑	661.5
÷	→ 0.53
x²	→ 0.28
.2 x 1 +	→ 1.06
3.5 y^x 1 -	→ 0.21
1 ENTER ↑	6.875
EEX	→ 6.875 00
CHS 6 ENTER ↑	→ 6.875000000-06
25500 x -	→ 0.82
5.2656 CHS y^x	→ 2.76

Quadrat der Klammer

Die linken Klammern sind damit berechnet

Die rechten Klammern sind jetzt berechnet; die Zwischenergebnisse werden automatisch im Stack geführt

Machzahl (Ergebnis)



x 1 +	→ 1.58
.286 y^x 1 -	→ 0.14
5 x √x	→ 0.84
PRINT x	→ 0.84

Wenn Sie so komplexe Ausdrücke wie den voranstehenden, der immerhin sechsfach geklammert ist, berechnen, erkennen Sie die besonderen Vorzüge des Hewlett-Packard Logik-Systems. Da Sie zu jedem Zeitpunkt nur jeweils einen Rechenschritt ausführen, gehen Sie bei der Lösung der Aufgabe nicht «verloren». Außerdem werden Ihnen automatisch alle Zwischenresultate angezeigt. Sie können so den Rechengang verfolgen und auf die Richtigkeit des Ergebnisses vertrauen.

STATISTIK-FUNKTIONEN

SUMMATIONEN

Wenn Sie die Taste **Σ+** drücken, werden gleichzeitig mehrere Summen und Produkte der Inhalte im **X**- und **Y**-Register berechnet. Um diese Daten für die verschiedenen statistischen Funktionen verfügbar zu halten, werden sie automatisch in die Speicherregister R.₀ bis R.₅ geschrieben. *Die einzige Situation, in der Daten in den Speicherregistern automatisch addiert werden, ist im Zusammenhang mit der Taste **Σ+**.* Bevor Sie mit Summationen beginnen, die mit der Taste **Σ+** durchgeführt werden, sollten Sie mit Hilfe von **CLΣ** die verwendeten Speicherregister R.₀ bis R.₅ löschen.

Wenn Sie eine Zahl in das Anzeigeregister **X** eintasten und **Σ+** drücken, geschieht im einzelnen folgendes:

1. Die eingetastete Zahl wird zu dem Inhalt im Register R.₁ addiert ($\Sigma x \rightarrow R_1$).
2. Das Quadrat der in das **X**-Register eingegebenen Zahl wird zu dem Inhalt von Register R.₂ addiert ($\Sigma x^2 \rightarrow R_2$).
3. Die Zahl im **Y**-Register des Stacks wird zu dem Inhalt des Registers R.₃ addiert ($\Sigma y \rightarrow R_3$).
4. Das Quadrat der Zahl im **Y**-Register des Stacks wird zu dem Inhalt von Register R.₄ addiert ($\Sigma y^2 \rightarrow R_4$).
5. Die Zahl im **X**-Register wird mit der im **Y**-Register multipliziert und das Produkt zu dem Inhalt von Register R.₅ addiert ($\Sigma xy \rightarrow R_5$).
6. Der Inhalt von Register R.₀ wird um eins erhöht und diese Zahl dann in das Anzeigeregister **X** kopiert. Der Stack wird dabei nicht angehoben ($n \rightarrow R_0$).
 \searrow **X**

Der letzte **y**-Wert verbleibt nach wie vor im **Y**-Register; der letzte **x**-Wert ist im Last **X**-Register verfügbar.

Mit jedem Drücken der Taste **Σ+** werden die verschiedenen Summen auf den jeweils neuesten Stand gebracht. Nachfolgend ist angegeben, wie sich der Inhalt des Stacks und der Speicherregister beim Drücken von **Σ+** ändert:

Vorher

T	t	R. ₀		R ₀	
Z	z	R. ₁		R ₁	
Y	y	R. ₂		R ₂	
X	x	R. ₃		R ₃	
		R. ₄		R ₄	
Last X		R. ₅		R ₅	
				R ₆	
				R ₇	
				R ₈	
				R ₉	

Nachher

T	t	R. ₀	n	R ₀	
Z	z	R. ₁	Σx	R ₁	
Y	y	R. ₂	Σx ²	R ₂	
X	n	R. ₃	Σy	R ₃	
		R. ₄	Σy ²	R ₄	
Last X	x	R. ₅	Σxy	R ₅	
				R ₆	
				R ₇	
				R ₈	
				R ₉	

Wenn Sie eine der genannten Summen in einer Rechnung verwenden oder anzeigen wollen, brauchen Sie nur den entsprechenden Wert aus dem Speicherregister in die Anzeige zurückzurufen. Dazu drücken Sie **RCL** **◻** und dann eine der Zifferntasten **0** bis **5**. In diesem Fall, oder wenn Sie eine neue Zahl in das **X**-Register eintasten, wird der Wert in **X** (**n**) überschrieben, *ohne* daß der Stack angehoben wird.

Beispiel: Berechnen Sie Σx, Σx², Σy, Σy² sowie Σxy für die nachstehenden Wertepaare (x,y).

70 Funktionstasten

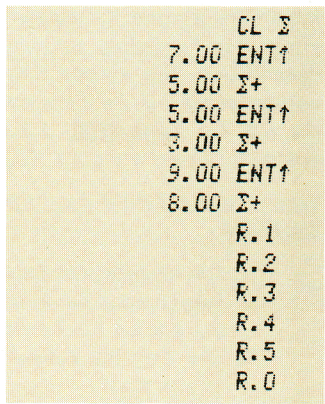
y	7	5	9
x	5	3	8

Drücken Sie **CL Σ** → Anzeige **0.00**

Damit werden die Speicherregister R.₀ bis R.₅ mit Null belegt

- 7 **ENTER ↑** → 7.00
- 5 **Σ+** → 1.00
- 5 **ENTER ↑** → 5.00
- 3 **Σ+** → 2.00
- 9 **ENTER ↑** → 9.00
- 8 **Σ+** → 3.00
- RCL** **▢** 1 → 16.00
- RCL** **▢** 2 → 98.00
- RCL** **▢** 3 → 21.00
- RCL** **▢** 4 → 155.00
- RCL** **▢** 5 → 122.00
- RCL** **▢** 0 → 3.00

- 1. Wertepaar, n = 1
- 2. Wertepaar, n = 2
- 3. Wertepaar, n = 3
- Summe der x-Werte aus R.₁
- Summe der x²-Werte aus R.₂
- Summe der y-Werte aus R.₃
- Summe der y²-Werte aus R.₄
- Summe der Produkte xy aus R.₅
- Anzahl der Eingaben aus R.₀

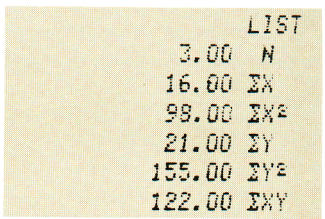


AUFLISTEN DER MIT **Σ+** GEBILDETEN SUMMEN

Wenn Sie **LIST: Σ** drücken, erstellt der Drucker selbständig eine Liste der Inhalte aller Summationsregister R.₀ bis R.₅. Dabei werden die einzelnen Zahlenwerte durch das entsprechende Summensymbol gekennzeichnet.

Wenn Sie die Daten aus dem letzten Beispiel mit **Σ+** aufsummiert und die Werte noch im Rechner stehen haben, können Sie die verschiedenen gebildeten Summen jetzt mit dem Drucker auflisten:

Drücken Sie **LIST: Σ** → Anzeige **3.00**



PROZENTUALER ANTEIL AN EINER SUMME

Wenn Sie berechnen wollen, mit wieviel Prozent bestimmte Posten an einer Gesamtsumme beteiligt sind, müssen Sie die Einzelposten zuerst mittels der Taste **Σ+** aufsummieren. Zur Feststellung des prozentualen Anteils geben Sie jetzt den betreffenden Wert ein und drücken Sie **%Σ**. Das Ergebnis wird nach der Formel

$$\% \Sigma = \frac{x}{\Sigma x} \times 100$$

berechnet und überschreibt dann den vorherigen Inhalt von **X** (wobei der Stack also nicht angehoben wird). (Falls nötig, können Sie den letzten x-Wert aus Last X zurückrufen.)

Wenn Sie den Wert **Σx** bereits kennen, brauchen Sie nicht unbedingt die einzelnen Posten mit **Σ+** zu summieren; Sie können die Summe der x-Werte auch unmittelbar mit **STO** **▢** 1 in das Register R.₁ speichern.

Beispiel: Eine chemische Verbindung setzt sich aus 5,4 Gramm Wasserstoff (H), 172,8 Gramm Sauerstoff (O) und 866,7 Gramm Schwefel (S) zusammen. Berechnen Sie für jedes Element den prozentualen Gewichtsanteil an dem Gesamtgewicht der Verbindung.

Drücken Sie	Anzeige	
	→ 0.00	(Es wird angenommen, daß keine Resultate alter Rechnungen im Stack stehen)
5.4	→ 1.00	
172.8	→ 2.00	
866.7	→ 3.00	
	→ 0.52	% Wasserstoff
	→ 0.52	
	→ 16.54	% Sauerstoff
	→ 16.54	
	→ 82.95	% Schwefel
	→ 82.95	
	→ 1044.90	Gesamtgewicht der Verbindung
	→ 1044.90	

CL Σ
5.40 S 1
Σ+
172.80 S 2
Σ+
866.70 S 3
Σ+
R 1
%Σ
0.52 ***
R 2
%Σ
16.54 ***
R 3
%Σ
82.95 ***
R.1
1044.90 ***

MITTELWERT

Sie können den Mittelwert (das arithmetische Mittel) der mit eingegebenen Daten berechnen, indem Sie drücken. Der Mittelwert wird mit den Daten aus den Registern R.₁ und R.₀ bzw. R.₃ und R.₀ nach folgenden Formeln berechnet:

1. Mit den Daten aus den Registern R.₁ und R.₀ (Σx und n) wird der Mittelwert der x-Werte berechnet:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{r.1}{r.0}$$

Das Ergebnis \bar{x} erscheint in der Anzeige (X-Register).

2. Mit den Daten aus den Registern R.₃ und R.₀ (Σy und n) wird der Mittelwert der y-Werte berechnet:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{r.3}{r.0}$$

Das Ergebnis \bar{y} steht nach Ausführung der Rechnung im Y-Register.

Die einfachste Methode, die benötigten Daten in den entsprechenden Speicherregistern zu summieren, besteht in der Verwendung von . Wenn dies einmal gewünscht wird, können Sie die benötigten Summen auch direkt in die Register R.₁ (Σx), R.₃ (Σy) und R.₀ (n) speichern.


Wenn Sie sowohl den Mittelwert der x-Werte als auch den der y-Werte sehen möchten, können Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL schieben, bevor Sie drücken. Der HP-91 druckt dann beide Werte mit den nachgestellten Symbolen X und Y selbständig untereinander.

Wenn Sie aber den Wert \bar{y} in einer Rechnung weiterverwenden wollen, müssen Sie diesen Wert durch in das Anzeigeregister (X) rufen.

Beispiel: In der folgenden Tabelle sind die täglichen Höchst- und Tiefstwerte der Lufttemperatur für Fairbanks in Alaska über eine Winterwoche zusammengestellt. Berechnen Sie das Mittel der Tageshöchsttemperaturen und der täglichen Tiefststände des Thermometers.

	SO	MO	DI	MI	DO	FR	SA
Höchstwert °C	6	11	14	12	5	-2	-9
Tiefstwert °C	-22	-17	-15	-9	-24	-29	-35

Drücken Sie Anzeige

 **CL Σ** → **0.00** Summationsregister werden gelöscht. (Es wird angenommen, daß keine Ergebnisse vorangegangener Rechnungen im Stack stehen)

6 **ENTER↑** 22 **CHS**
Σ+ → **1.00** 1. Datenpaar eingegeben (n = 1)

11 **ENTER↑** 17 **CHS**
Σ+ → **2.00** 2. Datenpaar eingegeben (n = 2)

14 **ENTER↑** 15 **CHS**
Σ+ → **3.00**

12 **ENTER↑** 9 **CHS**
Σ+ → **4.00**

5 **ENTER↑** 24 **CHS**
Σ+ → **5.00**

2 **CHS** **ENTER↑** 29
Σ+ → **6.00**

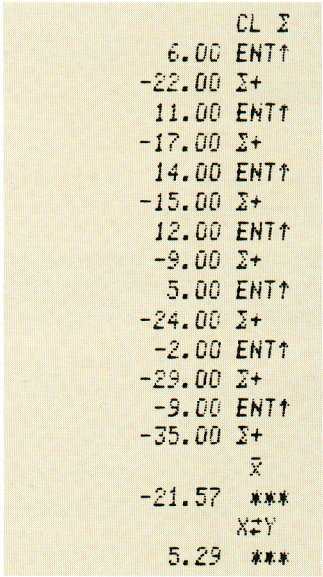
9 **CHS** **ENTER↑** 35
Σ+ → **7.00**

 **Σ** → **-21.57** Alle Daten summiert (n = 7)
Mittlere Tagestiefsttemperatur

PRINT X → **-21.57**

x²y → **5.29** Mittlere Tageshöchsttemperatur

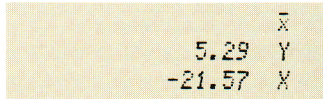
PRINT X → **5.29**




Wie Sie gesehen haben, können Sie zur Anzeige und für den Druck von \bar{x} und \bar{y} die Tasten **PRINT X** und **x²y** verwenden. Eine andere Möglichkeit steht zur Wahl: Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL.

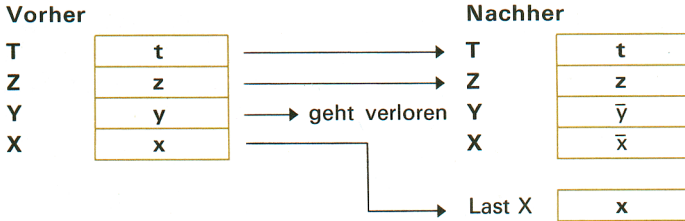
Drücken Sie Anzeige

 **Σ** → **-21.57**



Anmerkung: Der Drucker kennzeichnet in der Betriebsart ALL die Resultate dieser Rechnung nicht mit dem üblichen Drei-Sterne-Symbol ***, sondern mit den Buchstaben Y und X.

Das nachstehende Diagramm veranschaulicht, was beim Drücken von  **Σ** mit den Inhalten der Stack-Register geschieht:



STANDARDABWEICHUNG

Mit Hilfe der Taste **[S]** können Sie zu den summierten Daten die Standardabweichung (als Maß für die Streuung um den Mittelwert) berechnen.

Folgendes geschieht, wenn Sie **[S]** drücken:

1. Der Rechner berechnet unter Verwendung der Daten in den Registern R.₂ (Σx^2), R.₁ (Σx) und R.₀ (n) die Stichproben-Standardabweichung S_x nach der Formel

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n-1}}$$

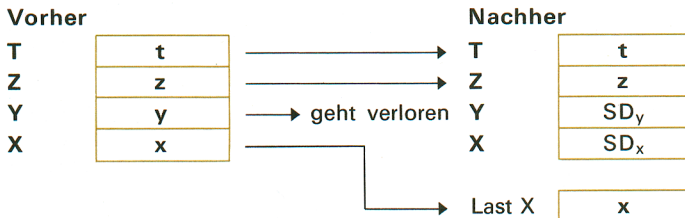
Das Ergebnis steht nach Ausführung der Rechnung im angezeigten **X**-Register.

2. Der Rechner berechnet unter Verwendung der Daten in den Registern R.₄ (Σy^2), R.₃ (Σy) und R.₀ (n) die Stichproben-Standardabweichung S_y nach der Formel

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}}{n-1}}$$

Die Standardabweichung der **y**-Werte, S_y , steht nach Ausführung der Rechnung im **Y**-Register zur Verfügung.

Wenn Sie mit den in R.₀ bis R.₅ summierten Daten die Standardabweichungen der **x**- und **y**-Werte mit **[S]** berechnen, ändern sich die Stack-Inhalte wie folgt:



Auch hier können Sie vor Drücken von **[S]** den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL schieben und so beide Werte S_x und S_y selbständig untereinanderdrucken lassen.

Wenn Sie dagegen die Standardabweichung der **y**-Werte, SD_y , in der Rechnung weiterverwenden wollen, müssen Sie diesen Wert mit **[x↔y]** in das angezeigte **X**-Register speichern.

Beispiel: Nachfolgend sind, als Ergebnis einer Erhebung, das Alter und Privatvermögen (in Mio. Dollar) von sechs der 50 reichsten Bürger der USA angegeben. Berechnen Sie das Durchschnittsalter sowie das durchschnittliche Vermögen und ermitteln Sie anschließend die Stichproben-Standardabweichungen zu beiden Größen.

Alter	62	58	62	73	84	68
Vermögen	1200	1500	1450	1950	1000	1750

(Mio. \$)

Den hier abgebildeten Druckerstreifen erhalten Sie, wenn Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM schieben.

Drücken Sie

Anzeige

CL Σ

→

0.00

Summationsregister werden gelöscht

62 ENTER↑ 1200

Σ+ → 1.00

Zahl der eingegebenen Datenpaare (n) ist gleich 1

58 ENTER↑ 1500

Σ+ → 2.00

62 ENTER↑ 1450

Σ+ → 3.00

73 ENTER↑ 1950

Σ+ → 4.00

84 ENTER↑ 1000

Σ+ → 5.00

68 ENTER↑ 1750

Σ+ → 6.00

Zahl der berücksichtigten Datenpaare

Σ

→ 1475.00

Durchschnittsvermögen

ΣY

→ 67.83

Durchschnittsalter

Σ

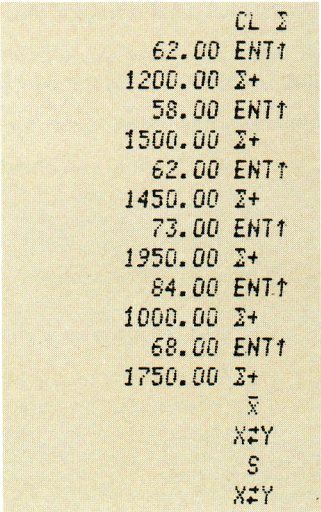
→ 347.49

Standardabweichung der Vermögens-Werte

ΣY

→ 9.52

Standardabweichung des Alters



Wenn der HP-91 beide Werte S_x und S_y drucken soll: Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL.

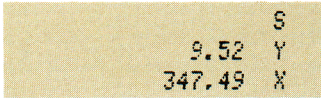
Drücken Sie

Anzeige

Σ

→

347.49



Wie Sie sehen, kennzeichnet der Drucker in der Betriebsart ALL diese Werte mit den Buchstaben Y und X.

Wären die im letzten Beispiel betrachteten Personen nicht eine Auswahl aus einer übergeordneten Gruppe gewesen, sondern wären sie tatsächlich *die sechs reichsten Menschen* in den Vereinigten Staaten, müßte man die angegebenen Daten als eine Grundgesamtheit und nicht als eine Stichprobe auffassen.

Der Zusammenhang zwischen der Stichproben-Standardabweichung und der Standardabweichung einer Grundgesamtheit (σ) ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\sigma = S \sqrt{\frac{n-1}{n}}$$

Da n (Anzahl der Eingaben) in R_0 zur Verfügung steht, können Sie die Umrechnung in die Standardabweichung einer Grundgesamtheit leicht durchführen: Wenn Sie den gleichen Ausdruck erhalten wollen, wie hier angegeben, schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM.

Drücken Sie	Anzeige	
S →	347.49	Berechnung von S_x und S_y
RCL 0 →	6.00	Rückruf von n
1 - →	5.00	$n - 1$
RCL 0 ÷ →	0.83	$(n - 1)/n$
√x x →	317.21	Gesuchter Wert σ_x
PRINT x →	317.21	
x²y →	8.52	Bringt S_y in das X -Register
LAST x →	0.91	Rückruf von $\sqrt{(n-1)/n}$
x →	8.69	Gesuchter Wert σ_y
PRINT x →	8.69	

S
R.O
1.00 -
R.O
÷
JX
x
317.21 ***
X ² Y
LSTX
x
8.69 ***

ENTFERNEN FALSCH EINGEGEBENER WERTE

Wenn Sie eine falsche Zahl eingetastet und **Σ+** noch nicht gedrückt haben, drücken Sie statt dessen **CLx** und geben Sie den richtigen Wert ein.

Wenn einer der Werte geändert werden soll oder Sie *nach* Drücken von **Σ+** feststellen, daß fehlerhafte Daten eingegebenen wurden, können Sie diesen Fehler unter Verwendung von **Σ-** (Sigma minus) wie folgt wieder rückgängig machen:

1. Geben Sie das fehlerhafte oder aus anderen Gründen zu entfernende Datenpaar in **X**- und **Y**-Register ein. (Den **x**-Wert können Sie dabei aus Last X zurückerufen.)
2. Drücken Sie **Σ-**; die Daten werden dann wieder aus den verschiedenen Summen entfernt.
3. Geben Sie die korrekten Werte für **x** und **y** ein. (Auch wenn nur einer der Werte **x** und **y** zu korrigieren war, sind beide Werte zu entfernen und erneut einzugeben.)
4. Drücken Sie **Σ+**.

Jetzt können Sie die richtigen Werte für Mittelwert und Stichproben-Standardabweichung mit und **S** berechnen.

Nehmen Sie beispielsweise an, daß die im Beispiel genannte 62jährige Person ihre Stellung in der Stichprobe aufgrund einer Folge schlechter Kapitalinvestitionen verliert. An ihre Stelle rückt ein 21 Jahre alter Rockmusiker, dessen Vermögen sich auf 1300 Mio. Dollar beläuft.

Berechnen Sie zu den solchermaßen geänderten Daten die Mittelwerte und Standardabweichungen.

Drücken Sie	Anzeige	
62 ENTER 1200 →	1200.	Zu entfernendes Datenpaar
Σ- →	5.00	Jetzt sind nur noch 5 Datenpaare berücksichtigt
21 ENTER 1300 →	1300.	Die neuen Werte
Σ+ →	6.00	Zahl der Wertepaare ist wieder 6

62.00 ENT↑
1200.00 Σ-
21.00 ENT↑
1300.00 Σ+

Die verschiedenen in den Registern R_0 bis R_5 stehenden Summen sind jetzt entsprechend abgeändert und Sie können die neuen Werte für Mittelwert und Standardabweichung berechnen: Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL.

Drücken Sie

→

→

→

→

Anzeige

1491.67

61.00

333.79

21.60

Durchschnittsvermögen

Durchschnittsalter; steht jetzt

im **X**-Register

Standardabweichung S_x

Standardabweichung S_y ;

steht jetzt im **X**-Register

LINEARE REGRESSION

Lineare Regression nennt man eine statistische Methode zur Anpassung einer Geraden an eine Reihe von Datenpunkten (x_i, y_i) . Die Regressionsgerade (Trendlinie) drückt den Zusammenhang zwischen den Variablen x und y aus und wird nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Nachdem Sie eine Reihe von Datenpunkten mit  in den Registern $R_{0.0}$ bis $R_{5.5}$ aufsummiert haben, können Sie die Koeffizienten der Regressionsgleichung $y = A + Bx$ berechnen, indem Sie   drücken. (Sie müssen natürlich mindestens zwei Punkte eingeben, damit der Rechner eine Gerade anpassen kann.)

Wenn Sie   drücken, werden zwei Werte berechnet:

- 1. Der y -Achsenabschnitt (A) der Regressionsgeraden wird nach der Formel

$$A = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

berechnet. Nach Ausführung der Rechnung steht dieser Wert im angezeigten **X**-Register.

- 2. Die Steigung (B) der Regressionsgeraden wird nach folgender Formel berechnet:

$$B = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Der Wert B steht im Anschluß an die Rechnung im **Y**-Register.

Die Inhalte der Stack-Register ändern sich beim Drücken von   wie folgt:

Vorher			Nachher	
T	t	→	T	t
Z	z	→	Z	z
Y	y		Y	B
X	x	← Anzeige →	X	A

Wenn der Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL steht, druckt der HP-91 beide Werte A und B selbständig untereinander, wenn Sie   drücken.

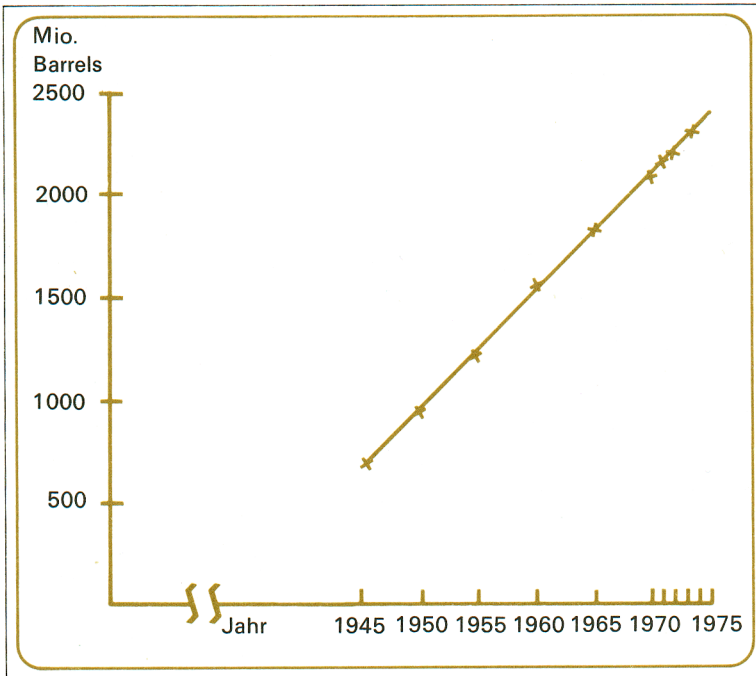
Um den Wert B weiterverwenden zu können oder ihn anzuzeigen, müssen Sie ihn mit  in das **X**-Register speichern.

Beispiel: Der Geschäftsführer eines Mineralöl-Unternehmens möchte mit Hilfe einer linearen Regression den (als linear angenommenen) Zusammenhang zwischen dem Leichtbenzinbedarf der USA und der Zeit ermitteln. Als Ausgangsdaten stehen ihm die Werte der nachstehenden Tabelle zur Verfügung.

Benzinbedarf	696	994	1330	1512	1750	2162	2243	2382	2484
Jahr	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1971	1972	1973

Die Zahlen geben den Verbrauch in Mio. Barrels an.

Lösung: Der Geschäftsführer könnte die Daten in ein Diagramm eintragen und dann versuchen, eine Gerade durch die einzelnen Punkte zu legen.



Als Besitzer eines HP-91 braucht er lediglich die Daten mit **Σ+** zu summieren und dann **LR** zu drücken.

(Um das hier angegebene Druckbild zu erhalten, ist der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM zu schieben.)

Drücken Sie Anzeige

CLEAR → 0.00

Löscht *alle* Rechner-
register

696 **ENTER↑** 1945

Σ+ → 1.00

994 **ENTER↑** 1950

Σ+ → 2.00

1330 **ENTER↑** 1955

Σ+ → 3.00

1512 **ENTER↑** 1960

Σ+ → 4.00

1750 **ENTER↑** 1965

Σ+ → 5.00

```

CLEAR
696.00 ENT↑
1945.00 Σ+
994.00 ENT↑
1950.00 Σ+
1330.00 ENT↑
1955.00 Σ+
1512.00 ENT↑
1960.00 Σ+
1750.00 ENT↑
1965.00 Σ+

```


78 Funktionstasten

2162 **ENTER** 1970

$\Sigma+$ \longrightarrow 6.00

2243 **ENTER** 1971

$\Sigma+$ \longrightarrow 7.00

2382 **ENTER** 1972

$\Sigma+$ \longrightarrow 8.00

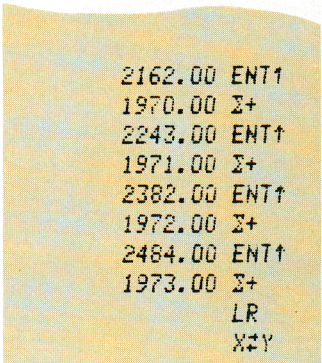
2484 **ENTER** 1973

$\Sigma+$ \longrightarrow 9.00

LR \longrightarrow -118290.63

x \rightarrow y \longrightarrow 61.16

Alle Daten sind eingegeben
y-Achsenabschnitt (A) der Regressionsgeraden
Steigung (B) der Regressionsgeraden

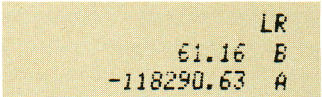


Um zu sehen, wie der HP-91 sowohl den y-Achsenabschnitt (A) als auch die Steigung der Regressionsgeraden (B) druckt: Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL.

Drücken Sie

LR \longrightarrow -118290.63

Anzeige



Die beiden Zahlenwerte für A und B werden mit den entsprechenden Buchstaben auf dem Ausdruck gekennzeichnet.

LINEARER SCHÄTZWERT

Mit den summierten Daten in den Registern R₀ bis R₅ können Sie leicht zu einem vorgegebenen x-Wert einen Schätzwert für y (\hat{y}) berechnen.

Sicherlich haben Sie die Daten des letzten Beispiels noch in den Summationsregistern stehen. Berechnen Sie jetzt Schätzwerte für den Benzinbedarf der Jahre 1980 und 2000. Dazu sind einfach die Jahreszahlen (x-Wert) einzugeben und die Schätzwerte mit der Taste **y** zu ermitteln.

Schalten Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung ALL.

Drücken Sie

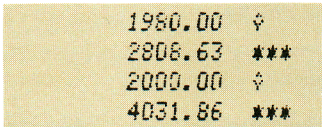
1980 **y** \longrightarrow 2808.63

Anzeige

Voraussichtlicher Benzinbedarf im Jahre 1980 (Mio. Barrels)

2000 **y** \longrightarrow 4031.86

Voraussichtlicher Benzinbedarf im Jahre 2000 (Mio. Barrels)



BESTIMMTHEITSMASS

Wenn Sie zu einer gegebenen Datenmenge die Regressionsgerade bestimmt haben, wollen Sie vielleicht auch das Bestimmtheitsmaß r^2 als Maß für die «Güte der Anpassung» berechnen. r^2 ist ein Wert zwischen 0 und 1; mit $r^2=0$ haben Sie die schlechteste Anpassung, wogegen $r^2=1$ anzeigt, daß die Anpassung perfekt ist. Gewöhnlich finden Sie für das Bestimmtheitsmaß die Gleichung:

$$r^2 = \frac{[\sum (x - \bar{x}) (y - \bar{y})]^2}{[\sum (x - \bar{x})^2] [\sum (y - \bar{y})^2]}$$

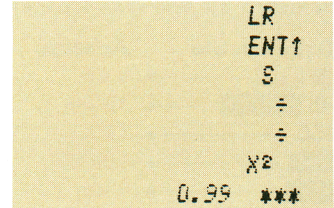
Für Ihren HP-91 ist es aber sinnvoller, r^2 nach der folgenden gleichwertigen Formel zu berechnen:

$$r^2 = \left[\frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n(n-1) SD_x SD_y} \right]^2$$

Beispiel: Ermitteln Sie r^2 zu der zuvor berechneten linearen Regression.

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM, wenn Sie den hier angegebenen Ausdruck erhalten möchten.

Drücken Sie	Anzeige
LR	→ -118290.63
ENTER	→ -118290.63
S	→ 10.37
÷	→ 61.59
÷	→ 0.99
X² PRINT	→ 0.99

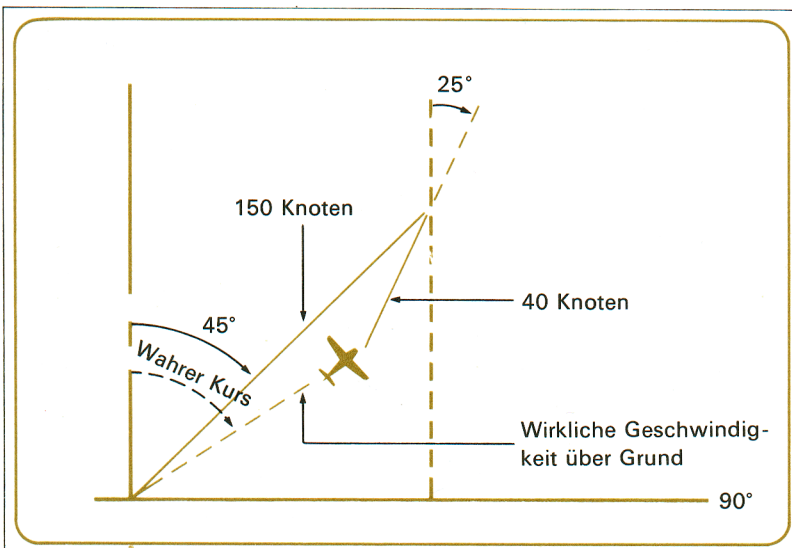


Da der Wert für r^2 sehr nahe bei 1 liegt, kann geschlossen werden, daß die Anpassung in diesem Fall recht gut ist.

VEKTOR-ADDITION UND -SUBTRAKTION

Die Taste **Σ+** kann zum Summieren beliebiger Werte in **X**- und **Y**-Register verwendet werden. Besonders nützlich ist diese Funktion, wenn Vektoren addiert oder, mit **Σ-**, subtrahiert werden sollen. Dazu sind die in polarer Form gegebenen Vektoren zuvor mit Hilfe von **P→R** in rechtwinklige Koordinaten umzuformen.

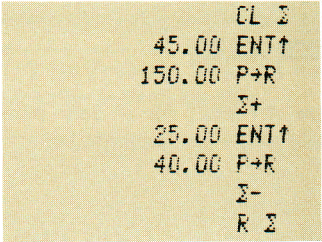
Beispiel: Ein Flugzeug fliegt mit einer Eigengeschwindigkeit (gegenüber der es umgebenden Luft) von 150 Knoten (= nautische Meilen pro Stunde). Es steuert einen Kurs von 45° . Bedingt durch einen Gegenwind aus 25° mit 40 Knoten wird es auf seinem Flugweg versetzt. Wie groß ist die Geschwindigkeit über Grund und der Kurs über Grund, den das Flugzeug tatsächlich zurücklegt?



Lösungsweg: Der gesuchte Vektor
(Geschwindigkeit über Grund, Kurs über Grund)
ist gleich der Differenz zwischen den Vektoren
(Eigengeschwindigkeit, Steuerkurs) = (150, 45°)
und
(Windgeschwindigkeit, Windrichtung) = (40, 25°).

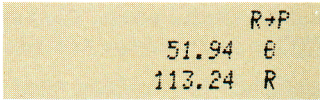
Schieben Sie den Wahlschalter für den Winkel-Modus in Stellung DEG.

Drücken Sie	Anzeige	
CLΣ	→ 0.00	Löscht die Summationsregister
45 ENTER↑	→ 45.00	Winkel θ des 1. Vektors
150	→ 150.	Betrag r des 1. Vektors
P→R	→ 106.07	
Σ+	→ 1.00	1. Vektor wird (zu Null) addiert
25 ENTER↑	→ 25.00	Winkel θ des 2. Vektors
40	→ 40.	Betrag r des 2. Vektors
P→R	→ 36.25	
Σ-	→ 0.00	2. Vektor wird subtrahiert
RCL Σ+	→ 69.81	Ruft r ₁ und r ₃ nach X und Y zurück



Schalten Sie den Drucker-Wahlschalter jetzt in Stellung ALL, damit der Rechner beide gewünschten Werte selbständig ausdruckt.

Drücken Sie	Anzeige	
P→R	→ 113.24	Tatsächlicher Kurs über Grund Geschwindigkeit über Grund



Over-the-Counter Quotations



Industrials

THE AMOUNT OF \$ 1000 ANNUAL AT COMPOUND INTEREST		1000 10000	10000 100000
PER CENT	4 PER CENT	4 PER CENT	4 PER CENT
170	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
180	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
190	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
200	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
210	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
220	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
230	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
240	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
250	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
260	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
270	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
280	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
290	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000
300	1000 1000 740	100 1000 1000 1000	100 1000 1000 1000

TABLE		PERCENTAGE INCREASE		No. of cases	
The American		By year		In percent	
1900	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1901	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1902	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1903	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1904	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1905	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1906	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1907	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1908	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1909	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1910	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1911	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1912	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1913	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1914	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1915	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1916	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1917	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1918	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1919	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1920	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1921	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1922	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1923	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1924	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1925	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1926	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1927	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1928	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1929	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1930	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1931	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1932	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1933	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1934	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1935	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1936	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1937	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1938	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1939	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1940	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1941	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1942	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1943	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1944	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1945	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1946	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1947	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
1948	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

ABSCHNITT 5. ANWENDUNGSBEISPIELE

Dieser Abschnitt stellt Ihnen eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen für den Einsatz Ihres HP-91 vor. Die angeführten Rechenroutinen dienen zur Lösung von Aufgabenstellungen, wie sie für die verschiedenen Einsatzbereiche typisch sind. Die Beispiele sind den Gebieten Mathematik, Statistik, Navigation, Vermessungswesen und dem Bereich kaufmännischer Rechnungen entnommen.

Um eine dieser Rechenroutinen anzuwenden:

1. Beginnen Sie mit der *Zeile* 1 der Anweisungen.
2. Tasten Sie die Daten ein, die in der Zeile 1 in der Spalte *Eingabewerte* aufgeführt sind.
3. Drücken Sie – von links nach rechts – die in der Spalte *Operationen* angegebenen Tasten.
4. Die in der Spalte *Ergebnisse* angeführten Resultate können Sie in der Anzeige oder auf dem Druckerstreifen ablesen.
5. Fahren Sie mit dem Befolgen der Anweisungen Zeile für Zeile fort.

Die Betriebsart des HP-91 Druckers können Sie frei wählen. Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung MAN bringen, wird der Drucker nur angesprochen, wenn Sie **PRINT X** drücken oder eine der LIST-Operationen ausführen. In Schalterstellung NORM schreibt der Drucker alle Eingabedaten und die Symbole der ausgeführten Funktionen mit. Um ein Resultat aufzuzeichnen, müssen Sie auch in dieser Betriebsart **PRINT X** drücken. Wenn Sie wollen, können Sie natürlich auch die Betriebsart ALL wählen; der Drucker zeichnet dann selbständig alle Informationen für die vollständige Rekonstruktion des Rechengangs auf.

Unabhängig von der Stellung des Drucker-Wahlschalters können Sie ruhig einige Tasten schnell hintereinander drücken. Obwohl es so scheint, als ob der Drucker nicht mehr mitkommt, gehen doch keine Informationen verloren. Der HP-91 besitzt eigens zu diesem Zweck einen internen Pufferspeicher, der sich bis zu 7 Tastenbefehle «merkt».

Die Reihenfolge der Anwendungsbeispiele dieses Abschnitts ist so gewählt worden, daß die häufiger verwendeten Rechenroutinen am Anfang stehen.

Haben Sie ruhig den Mut, den Rechengang zur Lösung der hier angeführten Probleme nach eigenen Gedanken umzustellen. Die so gewonnenen Erfahrungen werden Ihnen helfen, auch zu Ihren speziellen Rechenproblemen leistungsfähige Routinen zu erstellen. Sie werden staunen, mit wie wenig Aufwand Sie dann selbst die kompliziertesten Berechnungen anstellen.

MATHEMATIK

Quadratische Gleichung	84
Gleichungssysteme mit zwei Unbekannten	85
Determinante einer 3 × 3-Matrix	86
Hyperbelfunktionen	87
Komplexe Grundrechnungen	88
Vektor-Operationen	91
Dreieckberechnungen	93
Kreissectoren	100
Translation und Rotation eines Koordinatensystems	102
Basistransformationen	103
Größter gemeinsamer Teiler	106
Kleinstes gemeinsames Vielfaches	106

QUADRATISCHE GLEICHUNG

Die allgemeine Form einer quadratischen Gleichung ist $Ax^2 + Bx + C = 0$.

Die beiden Lösungen werden mit x_1 und x_2 bezeichnet.

Es soll gelten: $D = \frac{B^2 - 4AC}{4A^2}$

Falls $D \geq 0$, dann gilt: $x_1 = \begin{cases} -\frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{B^2 - 4AC}{4A^2}} & \text{wenn } -\frac{B}{2A} \geq 0 \\ -\frac{B}{2A} - \sqrt{\frac{B^2 - 4AC}{4A^2}} & \text{wenn } -\frac{B}{2A} < 0 \end{cases}$

und $x_2 = \frac{C}{Ax_1}$

Falls $D < 0$, dann gilt: $x_1, x_2 = -\frac{B}{2A} \pm i \sqrt{\frac{4AC - B^2}{4A^2}}$
 $= u \pm iv$

Der Koeffizient A muß ungleich Null sein.

Beispiele: Berechnen Sie die Lösungen der folgenden quadratischen Gleichungen:

- 1. $x^2 - 3x - 4 = 0$
- 2. $2x^2 + 3x + 4 = 0$

Ergebnisse:

- 1. $D = 6,25$ $x_1 = 4, x_2 = -1$
- 2. $D = -1,44$ $x_1, x_2 = -0,75 \pm 1,20 i$

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	C	STO	3						
2.	B	STO	2						
3.	A	STO	1	↑	R↓	÷			
4.		2	÷	CHS	↑	x ²			
5.		R↓	R↓	x ≠ y	÷	STO			
6.		1	–				D		Wenn D < 0, gehe nach Zeile 11
7.		√x	x ≠ y				–B/2A		Wenn –B/2A < 0, gehe nach Zeile 9
8.		+					x ₁		Gehe nach Zeile 10
9.		x ≠ y	–				x ₁		
10.		1/x	RCL	1	×		x ₂		Stop
11.		CHS	√x	x ≠ y			u		
12.		x ≠ x					v		

GLEICHUNGSSYSTEME MIT ZWEI UNBEKANNTEN

Gegeben sind die folgenden zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten:

$$ax + by = e$$

$$cx + dy = f$$

Die Lösungen werden nach der Cramerschen Regel gefunden:

$$x = \frac{\begin{vmatrix} e & b \\ f & d \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}} = \frac{ed - bf}{ad - bc}$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a & e \\ c & f \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}} = \frac{af - ec}{ad - bc}$$

wobei $ad - bc \neq 0$ gelten muß.

Beispiel: Lösen Sie das folgende Gleichungssystem:

$$7,32x - 9,08y = 3,14$$

$$12,39x + 7y = 0,05$$

Ergebnis:

$$x = 0,14$$

$$y = -0,24$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	e	STO	1					
2.	d	STO	2	×				
3.	b	STO	3					
4.	f	STO	4	×	−			
5.	a	STO	5	RCL	2	×		
6.	c	STO	6	RCL	3	×		
7.		−	STO	7	÷		x	
8.		RCL	5	RCL	4	×		
9.		RCL	1	RCL	6	×		
10.		−	RCL	7	÷		y	

DETERMINANTE EINER 3×3-MATRIX

Gegeben ist die 3×3-Matrix

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

Die Determinante der Matrix A wird mit Det A oder |A| bezeichnet. Zur Berechnung von Det A wird die Matrix A nach der ersten Spalte in Unterdeterminanten zerlegt:

$$\text{Det A} = a_{11}(a_{22}a_{33} - a_{23}a_{32}) - a_{21}(a_{12}a_{33} - a_{13}a_{32}) + a_{31}(a_{12}a_{23} - a_{13}a_{22})$$

Beispiel: Gegeben ist die Matrix

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & -1 \\ 4 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie Det A.

Ergebnis: Det A = −35,00

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a11	STO	1					
2.	a22	STO	2	×				
3.	a33	STO	3	×				
4.	a12	STO	4					
5.	a23	STO	5	×				
6.	a31	STO	6	×	+			
7.	a13	STO	7					
8.	a21	STO	8	×				

9.	a32	STO	9	×	+			
10.		RCL	6	RCL	2	×		
11.		RCL	7	×	−			
12.		RCL	9	RCL	5	×		
13.		RCL	1	×	−			
14.		RCL	3	RCL	8	×		
15.		RCL	4	×	−		Det A	

HYPERBELFUNKTIONEN

Die hier angegebenen Routinen berechnen drei Hyperbelfunktionen und die entsprechenden Umkehrfunktionen.

sinh

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

Beispiel: $\sinh 3,2 = 12,25$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x	e ^x	↑	1/x	−	2		
2.		÷					sinh x	

cosh

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

Beispiel: $\cosh 3,2 = 12,29$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x	e ^x	↑	1/x	+	2		
2.		÷					cosh x	

tanh

$$\tanh x = \frac{\sinh x}{\cosh x}$$

Beispiel: $\tanh 3,2 = 1,00$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x	e ^x	↑	1/x	−			
2.		Last X	↑	1/x	+	÷	tanh x	

HYPERBOLISCHE UMKEHRFUNKTIONEN

sinh⁻¹

sinh⁻¹ x = ln (x + √(x²+1))

Beispiel : sinh⁻¹ 51,777 = 4,64

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x	↑	x ²	1	+	√x			
2.		+	LN					sinh ⁻¹ x	

cosh⁻¹

cosh⁻¹ x = ln (x + √(x²-1)) (x ≥ 1)

Beispiel : cosh⁻¹ 51,777 = 4,64

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x	↑	x ²	1	-	√x			
2.		+	LN					cosh ⁻¹ x	

tanh⁻¹

tanh⁻¹ x = 1/2 ln (1+x / 1-x) (-1 < x < 1)

Beispiel : tanh⁻¹ 0,777 = 1,04

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.		1	↑						
2.	x	+	1	■	Last X	-			
3.		÷	LN	2	÷			tanh ⁻¹ x	

KOMPLEXE GRUNDRECHNUNGEN

Die folgenden Routinen behandeln einfache Grundrechnungen mit komplexen Zahlen.

KOMPLEXE ADDITION

(a₁ + ib₁) + (a₂ + ib₂) = (a₁ + a₂) + i(b₁ + b₂) = u + iv

Beispiel : (3 + 4i) + (7,4 - 5,6i) = 10,40 - 1,60i

Zeile	Eingabewerte	Operationen				Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a_1	\uparrow					
2.	a_2	+				u	
3.	b_1	\uparrow					
4.	b_2	+				v	

KOMPLEXE SUBTRAKTION

$$(a_1 + ib_1) - (a_2 + ib_2) = (a_1 - a_2) + i(b_1 - b_2) = u + iv$$

Beispiel: $(3 + 4i) - (7,4 - 5,6i) = -4,40 + 9,60i$

Zeile	Eingabewerte	Operationen				Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a_1	\uparrow					
2.	a_2	-				u	
3.	b_1	\uparrow					
4.	b_2	-				v	


MULTIPLIKATION VON n KOMPLEXEN ZAHLEN

$$\prod_{k=1}^n (a_k + ib_k) = \left(\prod_{k=1}^n r_k \right) e^{i \sum_{k=1}^n \theta_k} = u + iv$$

wobei $a_k + ib_k = r_k e^{i\theta_k}$

Beispiele: $(3,1 + 4,6i) \times (5 - 12i) = 70,70 - 14,20i$

$(3 + 4i)(7 - 2i)(4,38 + 7i)(12,3 - 5,44i) = 1296,66 + 3828,90i$

Zeile	Eingabewerte	Operationen				Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLΣ				
2.	b_k	\uparrow					Führen Sie Zeile
3.	a_k	R→P	LN	Σ+		k	2–3 aus für
							k = 1, 2, ..., n
4.		RCL	Σ+	e ^x	P→R	u	
5.		x ≠ y				v	

KOMPLEXE DIVISION

$$\frac{(a_1 + ib_1)}{(a_2 + ib_2)} = \frac{r_1}{r_2} e^{i(\theta_1 - \theta_2)} = u + iv$$

wobei $a_1 + ib_1 = r_1 e^{i\theta_1}$

und $a_2 + ib_2 = r_2 e^{i\theta_2}$

Beispiel: $\frac{(3 + 4i)}{7 - 2i} = 0,25 + 0,64i$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b ₂	↑						
2.	a ₂	R→P						
3.	b ₁	↑						
4.	a ₁	R→P	x ≠ y	R↓	x ≠ y	÷		
5.		R↓	–	R↑	P→R		u	
6.		x ≠ y					v	

REZIPROKWERT EINER KOMPLEXEN ZAHL

$$\frac{1}{a+ib} = \frac{1}{r} e^{-i\theta}, z \neq 0$$
$$= u + iv$$

Beispiel: $\frac{1}{2+3i} = 0,15 - 0,23i$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b	CHS	↑					
2.	a	R→P	1/x	P→R			u	
3.		x ≠ y					v	

QUADRAT EINER KOMPLEXEN ZAHL

$$(a + ib)^2 = r^2 e^{i2\theta}$$

Beispiel: $(7 - 2i)^2 = 45,00 - 28,00i$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b	↑						
2.	a	R→P	x ≠ y	2	×	x ≠ y		
3.		x ²	P→R				u	
4.		x ≠ y					v	

WURZEL AUS EINER KOMPLEXEN ZAHL

$$\sqrt[n]{a + ib} = \pm (\sqrt[n]{r} e^{i\theta/2}) = \pm (u + iv)$$

Beispiel: $\sqrt[7]{7 + 6i} = \pm (2,85 + 1,05i)$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b	↑						
2.	a	R→P	$\sqrt[n]{x}$	x ≠ y	2	÷		
3.		x ≠ y	P→R				u	
4.		x ≠ y					v	

VEKTOR-OPERATIONEN

VEKTOR-ADDITION

Angenommen, der zweidimensionale Vektor V_k habe den Betrag m_k und die Richtung θ_k .

$$\text{Dann gilt für die Summe: } V = \sum_{k=1}^n V_k = x \vec{i} + y \vec{j} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

Beispiel: m_k | θ_k Berechnen Sie den Summenvektor.

2	30°
6,2	-45°
7,6	125°
10,7	232°

Ergebnis: $V = -4,83\vec{i} - 5,59\vec{j}$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLΣ					
2.	θ_k	↑						Führen Sie Zeile
3.	m_k	P→R	Σ+				k	2–3 aus für
								k = 1, 2, ..., n
4.		RCL	Σ+				x	
5.		x ≠ y					y	

WINKEL ZWISCHEN VEKTOREN

Angenommen, es gilt $\vec{x} = (x_1, x_2, x_3)$

$\vec{y} = (y_1, y_2, y_3)$

Dann ist der Winkel zwischen beiden Vektoren durch die folgende Formel gegeben:

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2}} \right]$$

Beispiel: Berechnen Sie den Winkel zwischen $\vec{x} = (5, -6, 2, -7)$ und $\vec{y} = (3, 15, 2, 22, -0, 3)$

Ergebnis: $\theta = 84,28^\circ = 1,47 \text{ rad}$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.	x_i	↑	x^2	STO	+	1		Führen Sie Zeile
3.		R↓						2–5 aus für
4.	y_i	↑	x^2	STO	+	2		i = 1, 2, 3
5.		R↓	x	+				
6.		RCL	1	\sqrt{x}	RCL	2		
7.		\sqrt{x}	x	÷		COS ⁻¹	θ	

VEKTORPRODUKT (ÄUSSERES ODER KREUZPRODUKT)

Gegeben sind die beiden Vektoren $\vec{x} = (x_1, x_2, x_3)$ und $\vec{y} = (y_1, y_2, y_3)$.

Das Vektor- oder Kreuzprodukt \vec{z} zwischen diesen Vektoren ist ebenfalls ein Vektor:

$$\begin{aligned}\vec{z} &= \vec{x} \times \vec{y} \\ &= (x_2y_3 - x_3y_2, x_3y_1 - x_1y_3, x_1y_2 - x_2y_1) \\ &= (z_1, z_2, z_3)\end{aligned}$$

Beispiel: $\vec{x} = (2,34, 5,17, 7,43)$
 $\vec{y} = (0,072, 0,231, 0,409)$

Berechnen Sie $\vec{x} \times \vec{y}$

Ergebnis: $\vec{x} \times \vec{y} = (0,40, -0,42, 0,17)$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x2	STO	1					
2.	y3	STO	2	×				
3.	x3	STO	3					
4.	y2	STO	4	×	−		z1	
5.	y1	STO	5	RCL	3	×		
6.	x1	STO	6	RCL	2	×		
7.		−					z2	
8.		RCL	6	RCL	4	×		
9.		RCL	1	RCL	5	×		
10.		−					z3	

SKALARPRODUKT ZWISCHEN VEKTOREN

Gegeben sind die beiden n-dimensionalen Vektoren

$$\begin{aligned}\vec{x} &= (x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \vec{y} &= (y_1, y_2, \dots, y_n)\end{aligned}$$

Dann ist das Skalarprodukt wie folgt definiert:

$$\vec{x} \cdot \vec{y} = x_1y_1 + x_2y_2 + \dots + x_ny_n$$

Beispiel: $\vec{x} = (2,34, 5,17, 7,43, 9,11, 11,41)$
 $\vec{y} = (0,072, 0,231, 0,409, 0,703, 0,891)$

Berechnen Sie $\vec{x} \cdot \vec{y}$

Ergebnis: $\vec{x} \cdot \vec{y} = 20,97$

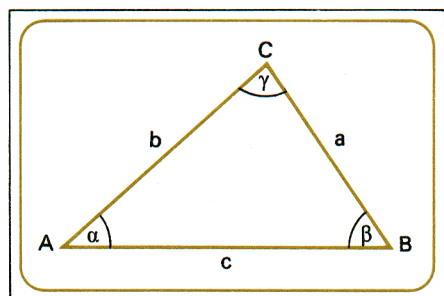
Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	x_1	\uparrow						
2.	y_1	\times						
3.	x_i	\uparrow						Führen Sie Zeile
4.	y_i	\times	+					3–4 aus für
								$i = 2, 3, \dots, n$

DREIECKBERECHNUNGEN

Die Dreieckberechnungen basieren auf:

1. dem Sinussatz $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$

2. dem Kosinussatz $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$



Anmerkung: Die Routinen für die Dreieckberechnung setzen keinen bestimmten Winkel-Modus voraus. In der Schalterstellung DEG eingegebene und berechnete Winkel sind stets als dezimale Grad aufzufassen.

GEGEBEN a, b, γ ; **GESUCHT** α, β, c

Formeln:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{a \sin \gamma}{b - a \cos \gamma} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} [-\cos(\alpha + \gamma)]$$

Beispiel: Gegeben sind $\gamma = 28^\circ 40'$ (zuerst in dezimale Grad umwandeln!)

$$a = 132$$

$$b = 224$$

Berechnen Sie c, α und β .

Ergebnis:

$c = 125,35$
 $\alpha = 30,34^\circ$
 $\beta = 120,99^\circ$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	γ	\uparrow	\uparrow					
2.	a	$P \rightarrow R$						
3.	b	$x \neq y$	$-$	$R \rightarrow P$			c	
4.		$R \downarrow$					α	
5.		$+$	COS	CHS	\square	COS^{-1}	β	

GEGEBEN a, b, c; GESUCHT α, β, γ

Formeln:

$$\alpha = 2 \cos^{-1} \left(\sqrt{\frac{S(S-a)}{bc}} \right)$$

wobei $S = \frac{1}{2} (a+b+c)$

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{b \sin \alpha}{c - b \cos \alpha} \right)$$

$$\gamma = \cos^{-1} [-\cos(\alpha + \beta)]$$


Beispiel: Gegeben sind: $a = 30,3$
 $b = 40,4$
 $c = 62,6$

Berechnen Sie α, β und γ .

Ergebnis:

$\alpha = 23,66^\circ = 0,41 \text{ rad} = 26,29 \text{ Neugrad}$
 $\beta = 32,35^\circ = 0,56 \text{ rad} = 35,95 \text{ Neugrad}$
 $\gamma = 123,99^\circ = 2,16 \text{ rad} = 137,76 \text{ Neugrad}$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	STO	1					
2.	b	STO	2					
3.	c	STO	3	$+$	$+$	2		
4.		\div	\uparrow	\uparrow	RCL	1		
5.		$-$	\times	RCL	2	\div		
6.		RCL	3	\div	\sqrt{x}	\square		
7.		COS^{-1}	2	\times	STO	1	α	
8.		RCL	2	$P \rightarrow R$	RCL	3		

9.		x \neq y	-	R \rightarrow P	x \neq y		β	
10.		RCL	1	+	COS	CHS		
11.			COS ⁻¹				γ	

GEGEBEN a, α, γ ; **GESUCHT** β, b, c

Formeln:

$$b = \frac{a \sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$$

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{b \sin \gamma}{a - b \cos \gamma} \right)$$

Beispiel: Gegeben sind: $\alpha = 0,72$ rad
 $\gamma = 1,09$ rad
 $a = 17,5$

Berechnen Sie β, b und c .

Ergebnis:

$$b = 25,78$$

$$c = 23,53$$

$$\beta = 1,33 \text{ rad}$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	STO	1					
2.	γ	STO	2					
3.	α	STO	3	+	SIN	RCL		
4.		3	SIN	\div	RCL	1		
5.		\times					b	
6.		RCL	2	x \neq y	P \rightarrow R	RCL		
7.		1	x \neq y	-	R \rightarrow P		c	
8.		x \neq y					β	

GEGEBEN a, β, γ ; **GESUCHT** α, b, c

Formeln:

$$c = \frac{a \sin \gamma}{\sin(\beta + \gamma)}$$

$$b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta}$$

$$\alpha = \cos^{-1}[-\cos(\beta + \gamma)]$$

Beispiel: Gegeben sind: $a = 25,2$
 $\beta = 35,3^\circ$
 $\gamma = 68,5^\circ$

96 Anwendungsbeispiele

Berechnen Sie α , b und c .

Ergebnis:

$$c = 24,14$$

$$b = 14,99$$

$$\alpha = 76,20^\circ$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	STO	1						
2.	β	STO	2						
3.	γ	STO	3	SIN	RCL	2			
4.		RCL	3	+	SIN	\div			
5.		RCL	1	\times	STO	3	c		
6.		RCL	2	RCL	3	$P \rightarrow R$			
7.		RCL	1	$x \neq y$	-	$R \rightarrow P$	b		
8.		$x \neq y$	RCL	2	+	COS			
9.		CHS		\cos^{-1}			α		

GEGEBEN β , b , c ; **GESUCHT** a , α , γ

Formeln:

$$a = \frac{c \sin(\beta + \gamma_1)}{\sin \gamma_1}$$

wobei

$$\gamma_1 = \begin{cases} \sin^{-1}\left(\frac{c \sin \beta}{b}\right) & \text{oder} \\ \sin^{-1}\left(-\frac{c \sin \beta}{b}\right) \end{cases}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{a \sin \beta}{c - a \sin \beta}\right)$$

$$\gamma = \cos^{-1}[-\cos(\alpha + \beta)]$$

Anmerkung: Wenn β ein spitzer Winkel ist ($< 90^\circ$) und weiter gilt, daß $b < c$, dann gibt es ein zweites System von Lösungen.

Beispiel: Gegeben: $b = 31,5$
 $c = 51,8$
 $\beta = 33,67^\circ$

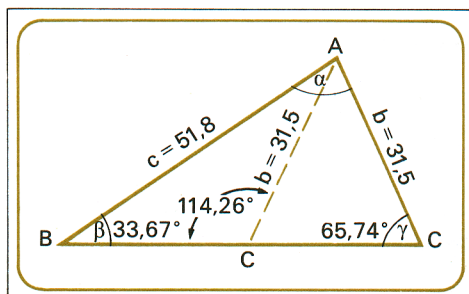
Berechnen Sie a , α und γ .

Lösungen:

$$\gamma = 65,74^\circ$$

$$a = 56,05$$

$$\alpha = 80,59^\circ$$



Zweiter Lösungssatz:

$$\gamma = 114,26^\circ$$

$$a = 30,17$$

$$\alpha = 32,07^\circ$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b	STO	1					
2.	c	STO	2					
3.	β	STO	3	SIN	\times	RCL		
4.		1	\div		\sin^{-1}	STO		
5.		4					γ_1	
6.		SIN	RCL	3	RCL	4		
7.		+	SIN	$x \rightleftharpoons y$	\div	RCL		
8.		2	\times				a	
9.		RCL	3	$x \rightleftharpoons y$	$P \rightarrow R$	RCL		
10.		2	$x \rightleftharpoons y$	-	$R \rightarrow P$	$x \rightleftharpoons y$	α	
11.		RCL	3	+	COS	CHS		
12.			\cos^{-1}				γ	Falls $b \geq c$, Stop
13.		RCL	4	CHS	STO	4		Gehen Sie nach
								Zeile 6 zur Be-
								rechnung des
								2. Lösungssatzes

GEGEBEN a, b, c; GESUCHT DREIECKFLÄCHE

Formel:

$$\text{Fläche} = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

$$\text{wobei } S = 1/2 (a+b+c)$$

Beispiel: a = 5,31

b = 7,09

c = 8,86

Berechnen Sie die Fläche des Dreiecks.

Ergebnis: Fläche = 18,82 (S = 10,63)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	STO	1					
2.	b	STO	2	+				
3.	c	STO	3	+	2	÷	S	
4.		↑	↑	↑	RCL	1		
5.		-	x	x \neq y	RCL	2		
6.		-	x	x \neq y	RCL	3		
7.		-	x	\sqrt{x}			Fläche	

GEGEBEN a, b, γ ; GESUCHT DREIECKFLÄCHE**Formel:**

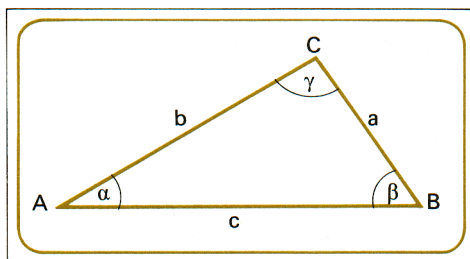
$$\text{Fläche} = 1/2 ab \sin \gamma$$

Beispiel: a = 5,3174

b = 7,0898

 $\gamma = \pi/4 = 45^\circ$

Gesucht ist die Fläche.

Ergebnis: Fläche = 13,33

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	↑						Wählen Sie den
								entsprechenden
								Winkel-Modus
								(DEG, RAD oder
								GRD)
2.	b	x	2	÷				
3.	γ	SIN	x				Fläche	

GEGEBEN a, β , γ ; GESUCHT DREIECKFLÄCHE**Formel:**

$$\text{Fläche} = \frac{a^2 \sin \beta \sin \gamma}{2 \sin (\beta + \gamma)}$$

Beispiel: a = 14,625 $\beta = 70^\circ 32' 12''$ $\gamma = 62^\circ 57' 28''$

Berechnen Sie die Fläche.

Ergebnis: Fläche = 123,80

Anmerkung: Die Winkel sind in dezimale Grad umzuformen, bevor Sie die trigonometrischen Funktionen Ihres HP-91 verwenden.

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	x ²	2	÷				Wählen Sie den
								entsprechenden
								Winkel-Modus
								(DEG, RAD oder
								GRD)
2.	β	STO	1	SIN	×			
3.	γ	STO	+	1	SIN	×		
4.		RCL	1	SIN	÷		Fläche	

GEGEBEN ECKPUNKTKOORDINATEN; GESUCHT DREIECKFLÄCHE

Formel: Gegeben sind die drei Eckpunkte (x_1, y_1) , (x_2, y_2) und (x_3, y_3) eines Dreiecks. Es gilt:

$$\text{Fläche} = 1/2 \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= 1/2 [x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)]$$

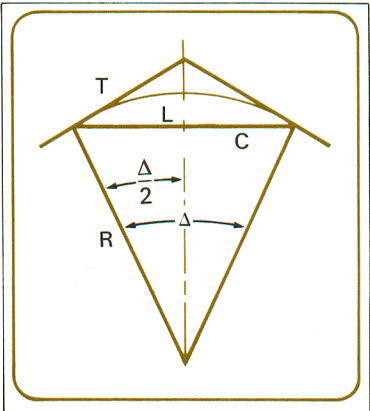
Beispiel: Berechnen Sie die Fläche eines Dreiecks mit den Eckpunkten (0,0), (4,0) und (4,3).

Ergebnis: Fläche = 6,00

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	y ₂	STO	1					
2.	y ₃	STO	2	−				
3.	x ₁	×	RCL	2				
4.	y ₁	STO	3	−				
5.	x ₂	×	+	RCL	3	RCL		
6.		1	−					
7.	x ₃	×	+	2	÷		Fläche	

KREISSEKTOREN

Bezeichnung: T = Länge der Tangenten
C = Länge der Sehne
L = Bogenlänge
R = Radius
 Δ = Zentralwinkel



Berechnen Sie zu gegebenen Werten für Δ und R die übrigen angegebenen Größen sowie die Fläche des Kreissektors und des Segments.

Formeln:

$T = R \tan (1/2 \Delta)$
 $C = 2 R \sin (1/2 \Delta)$
 $L = \Delta \pi R/180$
Sektorfläche = $LR/2$
Segmentfläche = Sektorfläche – $1/2 R^2 \sin \Delta$

Beispiel:

$\Delta = 45^\circ 30' 23''$
 $R = 223,181$

Ergebnisse:

$1/2 \Delta = 22^\circ 45' 12''$
 $T = 93,602$
 $C = 172,636$
 $L = 177,258$
Sektorfläche (∇) = 19,780
Segmentfläche (\leftrightsquigarrow) = 2,015

Zeile	Eingabewerte	Operationen	Ergebnisse	Bemerkungen
1.		<div>■</div> CLEAR <div></div> <div></div> <div></div>		
2.	Δ	<div>■</div> H.MS→ 2 ÷ STO		
3.		1 <div>■</div> →H.MS <div></div> <div></div>	$1/2 \Delta$	
4.		RCL 1 TAN <div></div> <div></div>		
5.	R	STO 2 × <div></div> <div></div>	T	
6.		RCL 1 SIN RCL 2		
7.		× 2 × <div></div> <div></div>	C	
8.		RCL 1 RCL 2 ×		
9.		<div>■</div> π × 9 0		

10.		÷					L	
11.		RCL	2	×	2	÷	Sektorfläche	
12.		RCL	2	x ²	RCL	1		
13.		2	×	SIN	×	2		
14.		÷	−				Segmentfläche	

Berechnen Sie zu gegebenen Werten für R und C die übrigen Größen und die Flächen von Kreissektor und -segment.

Formel:

$$R = C / [2 \sin (1/2 \Delta)]$$

$$\Delta = 2 \sin^{-1} (1/2 C/R)$$

$$T = R \tan (1/2 \Delta)$$

$$L = \Delta \pi R / 180$$

$$\text{Sektorfläche} = LR/2$$

$$\text{Segmentfläche} = \text{Sektorfläche} - 1/2 R^2 \sin \Delta$$

Beispiel:

$$C = 172,636$$

$$R = 223,181$$

Ergebnis:

$$\Delta = 45^\circ 30' 23''$$

$$1/2 \Delta = 22^\circ 45' 11''$$

$$T = 93,602$$

$$L = 177,258$$

$$\text{Sektorfläche} (\nabla) = 19,780$$

$$\text{Segmentfläche} (\Leftarrow) = 2,015$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.	C	↑	2	÷				
3.	R	STO	2	÷		SIN ⁻¹		
4.		STO	1		→H.MS		1/2 Δ	
5.		RCL	1	TAN	RCL	2		
6.		×					T	
7.		RCL	2		π	×		
8.		RCL	1	×	9	0		
9.		÷					L	
10.		RCL	2	×	2	÷	Sektorfläche	
11.		RCL	2	x ²	RCL	1		
12.		2	×	SIN	×	2		
13.		÷	−				Segmentfläche	

Berechnen Sie zu gegebenen Werten für Δ und C die übrigen Größen sowie die Flächen von Kreissektor und -segment.

Formeln:

$R = C / [2 \sin (1/2 \Delta)]$
 $T = R \tan (1/2 \Delta)$
 $L = \Delta \pi R / 180$
Sektorfläche = $LR/2$
Segmentfläche = Sektorfläche – $1/2 R^2 \sin \Delta$

Beispiel:

$C = 172,636$
 $\Delta = 45^\circ 30' 23''$

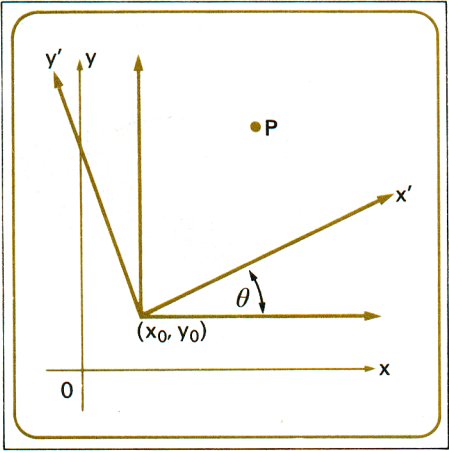
Ergebnis:

$1/2 \Delta = 22^\circ 45' 12''$
 $R = 223,181$
 $T = 93,602$
 $L = 177,258$
Sektorfläche (∇) = 19,780
Segmentfläche (\frown) = 2,015

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.	C		2	\div				
3.	Δ		H.MS \rightarrow	2	\div	STO		
4.		1			\rightarrow H.MS		$1/2 \Delta$	
5.		R \downarrow	SIN	\div	STO	2	R	
6.		RCL	1	TAN	\times		T	
7.		RCL	2		π	\times		
8.		RCL	1	\times	9	0		
9.		\div					L	
10.		RCL	2	\times	2	\div	Sektorfläche	
11.		RCL	2	x^2	RCL	1		
12.		2	\times	SIN	\times	2		
13.		\div	–				Segmentfläche	

TRANSLATION UND ROTATION EINES KOORDINATENSYSTEMS

Nehmen Sie an, der Punkt P habe in bezug auf die x- und y-Achse die Koordinaten (x,y). (x₀,y₀) seien die Koordinaten des Ursprungs eines neuen Systems, das außerdem gegenüber dem alten um den Winkel θ gedreht ist. Berechnen Sie die Koordinaten (x',y'), die der Punkt P im neuen System (x'-Achse, y'-Achse) hat.



Formel:

$$\begin{aligned}x' &= (x - x_0) \cos \theta + (y - y_0) \sin \theta \\y' &= -(x - x_0) \sin \theta + (y - y_0) \cos \theta\end{aligned}$$

Beispiel: Berechnen Sie die Koordinaten des Punktes (1,3) in einem neuen System, das den Ursprung in (-1,4) hat und gegenüber dem alten System um 30° gedreht ist.

Ergebnis:

$$\begin{aligned}x' &= 1,23 \\y' &= -1,87\end{aligned}$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	y	↑						
2.	y ₀	-						
3.	x	↑						
4.	x ₀	-	R→P	x↔y				
5.	θ	-	x↔y	P→R			x'	
6.		x↔y					y'	Dieses x↔y ist in
								Schalterstellung
								ALL nicht erfor-
								derlich

BASISTRANSFORMATIONEN

Anmerkung: Der Algorithmus für die Basistransformation läßt nur positive Werte zu. Wenn Sie eine negative Zahl umwandeln wollen, wechseln Sie das Vorzeichen, wandeln Sie die Zahl in das andere Zahlensystem um und wechseln Sie das Vorzeichen erneut.

Umwandlung einer ganzzahligen Dezimalzahl in eine ganze Zahl zu beliebiger Basis

$I_{10} \rightarrow J_b$

In den folgenden Anweisungen ist die Zahl der Ziffern von J_b mit $f+1$ bezeichnet. Dabei ist d_i ($i=1, 2, \dots, f+1$) die i -te Ziffer von J_b , wobei von links nach rechts gezählt wird.

$J_b = (d_1 d_2 \dots d_{f+1})_b$

Für große Zahlen ($J_b = (d_1 d_2 \dots d_{f+1})_b \cdot b^f$) wird auf Beispiel 3 verwiesen.

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b	↑	↑					
2.	I	STO	1	LN	x ⇐ y	LN		
3.		÷					D	f sei die größte ganze Zahl ≤ D
4.		CLx						
5.	f	x ⇐ y	↑	↑	RCL	1		
6.		R↓	R↓	x ⇐ y	y ^x	÷	E ₁	d _i = ganzzahliger Anteil von E _i (i = 1, ..., f)
7.	d ₁	−	×				E ₂	
8.	d _i	−	×				E _{i+1}	Führen Sie Zeile 8 aus für i = 1, 2, ..., f
9.		FIX	0				d _{f+1}	

Beispiel 1: Wandeln Sie 1206 in eine entsprechende Hexadezimalzahl (Basis 16) um. (Die Ziffern einer Hexadezimalzahl sind: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F.)

Ergebnis: 1206₁₀ = 4B6₁₆ (f = 2)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	16	↑	↑					
2.	1206	STO	1	LN	x ⇐ y	LN		
3.		÷					2,56	f = 2
4.		CLx						
5.	2	x ⇐ y	↑	↑	RCL	1		
6.		R↓	R↓	x ⇐ y	y ^x	÷	4,71	d ₁ = 4
7.	4	−	×				11,38	d ₂ = 11
8.	11	−	×				6,00	d ₃ = 6

Beispiel 2: Wandeln Sie die Dezimalzahl 513 in eine Oktalzahl um (Basis 8).

Ergebnis: 513₁₀ = 1001₈ (ist als «eins-null-null-eins» zu lesen; «tausendundeins» kann nur eine Zahl zur Basis 10 sein).

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	8	↑	↑					
2.	513	STO	1	LN	$x \rightleftharpoons y$	LN		
3.		÷					3,00	f = 3
4.		CLx						
5.	3	$x \rightleftharpoons y$	↑	↑	RCL	1		
6.		R↓	R↓	$x \rightleftharpoons y$	y^x	÷	1,00	d ₁ = 1
7.	1	—	×				0,02	d ₂ = 0
8.	0	—	×				0,13	d ₃ = 0
9.	0	—	×				1,00	d ₄ = 1

Beispiel 3: Wandeln Sie $6,023 \times 10^{23}$ in eine Oktalzahl um.

Ergebnis: $6,023 \times 10^{23} = 1,7743_8 \times 8^{26}$

Anmerkung: Wenn wir annehmen, daß der Wert $6,023 \times 10^{23}$ ein wissenschaftliches Meßergebnis darstellt, von dem aus Genauigkeitsgründen nur vier wesentliche Stellen zu verwenden sind, ist es sinnvoll, zu der Oktalzahl nur fünf Stellen zu ermitteln. Daher wird die Schleife in diesem Fall vorzeitig abgebrochen.

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	8	↑	↑	6	.	0		
2.		2	3	EEX	2	3		
3.		STO	1	LN	$x \rightleftharpoons y$	LN		
4.		÷					26,33	f = 26 (Anm.: Dies
								ist der Exponent
								zur Basis 8)
5.		CLx						
6.	26	$x \rightleftharpoons y$	↑	↑	RCL	1		
7.		R↓	R↓	$x \rightleftharpoons y$	y^x	÷	1,99	d ₁ = 1
8.	1	—	×				7,94	d ₂ = 7
9.	7	—	×				7,54	d ₃ = 7
10.	7	—	×				4,34	d ₄ = 4
11.	4	—	×				2,69	d ₅ = 3 (gerundet),
								Stop

Umwandlung einer ganzen Zahl zur Basis b in eine Dezimalzahl (Basis 10)

$$(d_1 d_2 \dots d_{n-1} d_n)_b \rightarrow I_{10}$$

Beispiele:

1. $730020461_8 = 123740465_{10}$
2. $7D0F_{16} = 32015_{10}$
(A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	b	↑	↑	↑				
2.	d ₁	×						
3.	d _i	+	×					Führen Sie Zeile 3
								aus für i = 2, ..., n-1
4.	d _n	+						

GRÖSSTER GEMEINSAMER TEILER

Der größte gemeinsame Teiler zweier ganzer Zahlen a und b (beide positiv) ist diejenige größte ganze Zahl, durch die sich sowohl a als auch b ohne Rest teilen lassen. Diese Zahl ist hier mit ggT (a,b) bezeichnet.

Beispiel: ggT (51, 119) = 17,00

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	STO	1					
2.	b							
3.		↑	↑	RCL	1	÷	D	f sei die größte
								ganze Zahl ≤ D
4.	f	x ⇌ y	CLx	RCL	1	×		
5.		—					E	Falls E = 0, gehen
								Sie nach Zeile 8
								Andernfalls fahren
								Sie mit Zeile 6 fort
6.		RCL	1	x ⇌ y	STO	1		
7.		CLx	+					Gehen Sie nach
								Zeile 3
8.		RCL	1				ggT (a, b)	

KLEINSTES GEMEINSAMES VIELFACHES

Das kleinste gemeinsame Vielfache (kgV[a,b]) von zwei positiven ganzen Zahlen a und b ist diejenige kleinste ganze Zahl (positiv), in der sowohl a als auch b ganzzahlig enthalten ist.

$$\text{kgV} (a,b) = \frac{a \cdot b}{\text{ggT} (a,b)}$$

(ggT= größter gemeinsamer Teiler)

Beispiel: kgV (51, 119) = 357,00

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	a	STO	1	STO	3			
2.	b	STO	2					
3.		↑	↑	RCL	1	÷	D	f sei die größte ganze Zahl ≤ D
4.	f	x ↔ y	CLx	RCL	1	×		
5.		−					E	Falls E = 0, gehen Sie nach Zeile 8 Andernfalls fahren Sie mit Zeile 6 fort
6.		RCL	1	x ↔ y	STO	1		
7.		CLx	+					Gehen Sie nach Zeile 3
8.		RCL	1	RCL	3	RCL		
		2	×	x ↔ y	÷		kgV (a, b)	

STATISTIK

Exponential-Kurvenanpassung	107
Kurvenanpassung einer Potenzfunktion	109
Einfache Varianzanalyse	110
Kovarianz und Korrelationskoeffizient	112
Normalverteilung	113
Invertiertes Normalverteilungsintegral	114
Kombinationen ohne Wiederholung mit Berücksichtigung der Anordnung	116
Kombinationen ohne Wiederholung ohne Berücksichtigung der Anordnung	116
Erzeugung von Zufallszahlen	117
Mittelwert, Standardabweichung, mittlerer Fehler (für klassifizierte Daten)	117
Chi-Quadrat-Test (ungleiche Erwartungswerte)	118
2 × k-Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)	119
F-Test	120
Vergleich zweier Mittelwerte (t-Test)	121
t-Test für den Vergleich zweier Mittelwerte	122
Fakultät und Gammafunktion	123

EXPONENTIAL-KURVENANPASSUNG

Dieses Programm errechnet die Anpassung nach der Methode der kleinsten Quadrate an n Datenpaare [(x_i, y_i), i = 1, 2, ..., n] mit y_i > 0 mittels der Exponentialfunktion der Form:

y = ae^{bx} (a > 0)

Die Gleichung wird wie folgt linearisiert:

ln y = ln a + bx

Folgende statistischen Größen werden berechnet:

1. Koeffizienten a, b

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

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

2. Bestimmtheitsmaß

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

3. Schätzwert \hat{y} zu gegebenem x

$$\hat{y} = ae^{bx}$$

Anmerkung: n ganzzahlig, positiv und $n \neq 1$.

Beispiel:

x_i	0,72	1,31	1,95	2,58	4,14
y_i	2,16	1,61	1,16	0,85	0,5

Ergebnis:

a = 3,45
b = 0,58
 $y = 3,45 e^{0,58x}$
 $r^2 = 0,98$
Für $x = 1,5$, $\hat{y} = 1,44$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CL Σ					
2.	y_i	LN						Führen Sie Zeile
3.	x_i	Σ+					i	2 und 3 aus für
								$i = 1, 2, \dots, n$
2'.	y_k	LN						Führen Sie Zeile
3'.	x_k		Σ−					2' und 3' aus, um
								fehlerhafte Werte
								x_k und y_k zu
								löschen
4.			L.R.	e^x	STO	1	a	
5.		$x \neq y$	STO	2			b	
6.		↑	↑		S	÷		
7.		÷	x^2				r^2	

8.	x	RCL	2	×	e ^x	RCL		
9.		1	×				\hat{y}	Für ein neues x
								gehen Sie nach
								Zeile 8
								Für eine neue
								Rechnung gehen
								Sie nach Zeile 1

KURVENANPASSUNG EINER POTENZFUNKTION

Dieses Programm paßt die Potenzfunktion

$$y = ax^b \quad (a > 0)$$

einer gegebenen Datenmenge (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$ an, mit $x_i, y_i > 0$. Das Programm kann auf die Lösung einer linearen Regression zurückgeführt werden, indem man die Gleichung wie folgt umformt:

$$\ln y = b \ln x + \ln a$$

Das Programm errechnet:

1. die Regressionskoeffizienten

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

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

2. das Bestimmtheitsmaß

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

3. den Schätzwert \hat{y} zu gegebenem x

$$\hat{y} = ax^b$$

Anmerkung: n ganzzahlig, positiv und $n \neq 1$.

Beispiel:

x_i	10	12	15	17	20	22	25	27	30	32	35
y_i	0,95	1,05	1,25	1,41	1,73	2,00	2,53	2,98	3,85	4,59	6,02

Ergebnisse:

$$a = 0,03$$

$$b = 1,46$$

$$y = 0,03x^{1,46}$$

$$r^2 = 0,94$$

$$\text{Für } x = 18, \hat{y} = 1,76$$

$$x = 23, \hat{y} = 2,52$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CL Σ					
2.	x_i	LN						Führen Sie Zeile
3.	y_i	LN	$x \neq y$	$\Sigma +$			i	2 und 3 aus für
								$i = 1, 2, \dots, n$
2'.	x_k	LN						Führen Sie Zeile
3'.	y_k	LN	$x \neq y$		$\Sigma -$			2' und 3' aus, um
								fehlerhafte Werte
								x_k und y_k zu
								löschen
4.			L.R.	e^x	STO	1	a	
5.		$x \neq y$	STO	2			b	
6.		\uparrow	\uparrow		S	\div		
7.		\div	x^2				r^2	
8.	x	RCL	2	y^x	RCL	1		
9.		\times					\hat{y}	Für ein neues x
								gehen Sie zu
								Zeile 8
								Für eine neue
								Rechnung gehen
								Sie nach Zeile 1

EINFACHE VARIANZANALYSE

Die einfache Varianzanalyse testet die Differenz zwischen den Mittelwerten von k aufbereiteten Klassen. Klasse i ($i = 1, 2, \dots, k$) besteht aus n_i Beobachtungen (die Anzahl der Beobachtungen der jeweiligen Klassen kann gleich oder verschieden sein).

Gleichungen: $\text{Summe}_i = \text{Summe der Beobachtungen der } i\text{-ten Klasse}$

$$= \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$$

«Gesamtquadratsumme»:

$$Q = \text{Total SS} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

«Quadratsumme zwischen den Mittelwerten der Klassen»:

$$Q_1 = \text{Treat SS} = \sum_{i=1}^k \frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{n_i} - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Fehlerquadratsumme = «Quadratsumme innerhalb der Klassen»:

$$Q_2 = Q - Q_1$$

Anzahl der Freiheitsgrade von Q_1 :

$$df_1 = k - 1$$

Anzahl der Freiheitsgrade von Q_2 :

$$df_2 = \sum_{i=1}^k n_i - k$$

Durchschnittsquadrat zwischen den Klassen = $Q_1/(k-1)$ Durchschnittsquadrat innerhalb der Klassen = $Q_2/(\sum n_i - k)$

$$F = \frac{Q/(k-1)}{Q_2/(\sum n_i - k)}$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.		1	STO	+	4			Führen Sie Zeile 2
								bis 8 aus für
								$i = 1, 2, \dots, k$
3.	x_{ij}	$\Sigma +$						Führen Sie Zeile 3
								aus für $j = 1, 2, \dots, n_i$
4.		STO	+	0	RCL	.		
5.		1	STO	+	1	x^2		
6.		$x \neq y$	\div	STO	+	3		
7.		RCL	.	2	STO	+		
8.		2		CL Σ				
9.		RCL	2	RCL	1	x^2		
10.		RCL	0	\div	-		Q	
11.			Last X	RCL	3	$x \neq y$		
12.		-					Q_1	
13.		-					Q_2	
14.			Last X	RCL	4	1		

15.		-					df ₁	
16.		÷					$\frac{Q_1}{df_1}$	
17.		x ≠ y	RCL	0	RCL	4		
18.		-					df ₂	
19.		÷					$\frac{Q_2}{df_2}$	
20.		÷					F	

KOVARIANZ UND KORRELATIONSKOEFFIZIENT

Für gegebene Datenpaare [(x_i, y_i), i = 1, 2, ..., n] sind Kovarianz und Korrelationskoeffizient folgendermaßen definiert:

Kovarianz $s_{xy} = \frac{1}{n-1} \left(\sum x_i y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum y_i \right)$

oder $s_{xy}' = \frac{1}{n} \left(\sum x_i y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum y_i \right)$

Korrelationskoeffizient $r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$

wobei s_x und s_y folgende Standardabweichungen sind:

$s_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2/n}{n-1}}$
 $s_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2/n}{n-1}}$

Anmerkung: -1 ≤ r ≤ 1

Beispiel:

y _i	92	85	78	81	54	51	40
x _i	26	30	44	50	62	68	74

Ergebnisse:

r = -0,96
s_{xy} = -354,14
s_{xy}' = -303,55

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.		<input type="checkbox"/>	CLΣ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
2.	y_i	↑	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			Führen Sie Zeile
3.	x_i	Σ+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	i		2 und 3 aus für
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			$i = 1, 2, \dots, n$
2'.	y_k	↑	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			Führen Sie Zeile
3'.	x_k	<input type="checkbox"/>	Σ-	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			2' oder 3' aus, um
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			fehlerhafte Werte
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			x_k und y_k zu
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			löschen
4.		<input type="checkbox"/>	L.R.	↑	<input type="checkbox"/>	S			
5.		÷	÷	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	r		
6.		↑	↑	<input type="checkbox"/>	S	×			
7.		×	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	s_{xy}		
8.		RCL	.	0	↑	↑			
9.		1	-	÷	÷	<input type="text"/>	s_{xy}'		

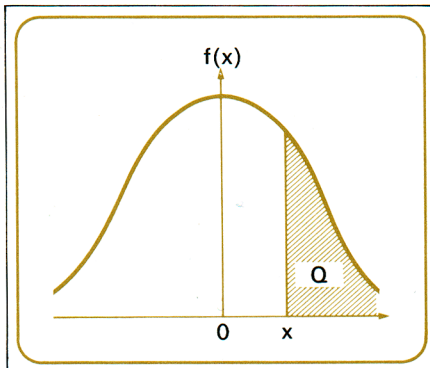
NORMALVERTEILUNG

Die standardisiert normalverteilte Zufallsvariable x hat die Dichtefunktion:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

und die Verteilungsfunktion:

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$



$Q(x)$ wird für $x \geq 0$ mit Hilfe der Approximation durch das folgende Polynom berechnet:

$$Q(x) = f(x) \cdot (b_1t + b_2t^2 + b_3t^3 + b_4t^4 + b_5t^5) + \varepsilon(x)$$

wobei $|\varepsilon(x)| < 7,5 \times 10^{-8}$

$$t = \frac{1}{1 + rx}, \quad r = 0,2316419$$

$b_1 = 0,31938153$
 $b_2 = -0,356563782$
 $b_3 = 1,781477973$

$b_4 = -1,821255978$
 $b_5 = 1,330274429$

Anmerkung:

Das Programm setzt voraus, daß $x \geq 0$. Für die Berechnung von f und Q für negative Argumente sind die folgenden Beziehungen zu verwenden:

$$f(-x) = f(x) \qquad Q(-x) = 1 - Q(x) \qquad x \geq 0$$

Beispiele:

1. $x = 1,18$
 $f(x) = 0,20$
 $Q(x) = 0,12$

2. $x = 2,28$
 $f(x) = 0,03$
 $Q(x) = 0,01$

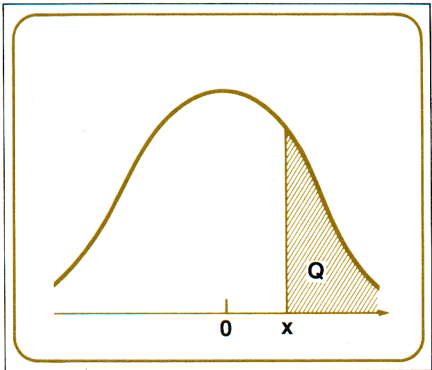
Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	r	STO	0					
2.	b ₁	STO	1					
3.	b ₂	STO	2					
4.	b ₃	STO	3					
5.	b ₄	STO	4					
6.	b ₅	STO	5					
7.	x	STO	6	x ²	2	÷		
8.		CHS	e ^x	■	π	2		
9.		×	√x	÷	STO	7	f(x)	
10.		RCL	0	RCL	6	×		
11.		1	+	1/x	↑	↑		
12.		↑	RCL	5	×	RCL		
13.		4	+	×	RCL	3		
14.		+	×	RCL	2	+		
15.		×	RCL	1	+	×		
16.		RCL	7	×			Q(x)	

INVERTIERTES NORMALVERTEILUNGSINTEGRAL

Zu gegebenem Q berechnet das Programm den Wert x in der nachfolgenden Gleichung:

$$Q = \int_{-\infty}^x \frac{e^{-\frac{t^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}} dt$$

Für Q gilt: $0 < Q \leq 0,5$



Zur Lösung des Problems verwendet das Programm die folgende rationale Approximation:

$$x = t - \frac{c_0 + c_1t + c_2t^2}{1 + d_1t + d_2t^2 + d_3t^3} + \varepsilon(Q)$$

wobei $|\varepsilon(Q)| < 4,5 \times 10^{-4}$

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{Q^2}}$$

$c_0 = 2,515517$
 $c_1 = 0,802853$
 $c_2 = 0,010328$

$d_1 = 1,432788$
 $d_2 = 0,189269$
 $d_3 = 0,001308$

Beispiele:

$Q = 0,12$ $Q = 0,05$
 $x = 1,18$ $x = 1,65$

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	c ₀	STO	0						
2.	c ₁	STO	1						
3.	c ₂	STO	2						
4.	d ₁	STO	3						
5.	d ₂	STO	4						
6.	d ₃	STO	5						
7.	Q	x ²	1/x	LN	√x	STO			
8.		6	↑	↑	↑	RCL			
9.		5	×	RCL	4	+			
10.		×	RCL	3	+	×			
11.		1	+	STO	7	CLx			
12.		RCL	2	×	RCL	1			
13.		+	×	RCL	0	+			
14.		RCL	7	÷	-		X		

KOMBINATIONEN OHNE WIEDERHOLUNG MIT
 BERÜCKSICHTIGUNG DER ANORDNUNG

Eine Kombination ohne Wiederholung mit Berücksichtigung der Anordnung ist eine geordnete Teilmenge aus einer Menge verschiedener Elemente. Dabei gibt die nachstehende Formel die Anzahl der möglichen Kombinationen an, wobei jede Kombination aus einer Anordnung von n Elementen einer Menge besteht, die aus m verschiedenen Elementen gebildet wird.

$$P_n^m = \frac{m!}{(m-n)!} = m(m-1)(m-2) \dots (m-n+1)$$

wobei m, n ganzzahlig, und 0 ≤ n ≤ m gilt.

Anmerkungen:

$$P_0^a = 1$$

$$P_1^a = a$$

$$P_a^a = a!$$

Für m muß gelten: m ≤ 69

Für P_n^m findet man in der Literatur auch die Bezeichnungen P(m, n), (m)_n, _mP_n oder auch P_mⁿ.

Beispiel:

Wieviele verschiedenen Möglichkeiten gibt es, jeweils vier Teilnehmer einer insgesamt zehn Personen umfassenden Gruppe für ein Erinnerungsphoto aufzustellen?

Ergebnis:

$$P_4^{10} = \frac{10!}{6!} = 5040 \text{ Möglichkeiten.}$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	m	<div></div>	<div>n!</div>	<div></div>	Last X	<div></div>		
2.	n	<div>—</div>	<div></div>	<div>n!</div>	<div>÷</div>	<div></div>	P _n ^m	

KOMBINATIONEN OHNE WIEDERHOLUNG OHNE
 BERÜCKSICHTIGUNG DER ANORDNUNG

Eine Kombination ohne Wiederholung und ohne Berücksichtigung der Anordnung ist eine Auswahl eines oder mehrerer Elemente aus einer Menge verschiedener Elemente, wobei die Anordnung außer Betracht gelassen wird. Das Programm benutzt die nachstehende Formel, die die Anzahl der möglichen Kombinationen angibt, wobei jede Kombination aus n verschiedenen Elementen besteht, die aus der Grundmenge von m verschiedenen Elementen gebildet wird.

$$C_n^m = \frac{m!}{(m-n)!n!} = \frac{m(m-1) \dots (m-n+1)}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n}$$

wobei m, n ganzzahlig und 0 ≤ n ≤ m ist.

Beispiel: In einer Arbeitsgruppe stehen Ihnen sieben Ingenieure zur Verfügung. Drei von ihnen wollen Sie zu einem persönlichen Beratungsteam zusammenfassen (wobei natürlich die Reihenfolge der drei Personen untereinander ohne Bedeutung ist). Wieviele verschiedenen Möglichkeiten gibt es dafür?

Ergebnis:

$$C_3^7 = 35,00$$

Anmerkung:

$$C_0^a = C_a^a = 1$$

$$C_1^a = C_{a-1}^a = a$$

Für m muß gelten: $m \leq 69$.

Für C_m^n , auch Binomialkoeffizient genannt, findet man in der Literatur auch folgende Bezeichnungen: $C(m, n)$, $\binom{m}{n}$, ${}_m C_n$ oder auch C_m^n .

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	m	<input type="text"/>	n!	<input type="text"/>	Last X	<input type="text"/>			
2.	n	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Last X	<input type="text"/>	n!			
3.		$x \neq y$	<input type="text"/>	n!	\times	\div	C_m^n		

ERZEUGUNG VON ZUFALLSZAHLEN

Das Programm berechnet gleichverteilte Pseudo-Zufallszahlen u_i im Bereich $0 \leq u_i \leq 1$ unter Verwendung folgender Rekursionsformel:

$$u_i = \text{Dezimalteil von } (997u_{i-1})$$

mit $u_0 = 0,5284163$

Beispiel: Mit obiger Formel und u_0 können Sie folgende gleichverteilte Pseudo-Zufallszahlen erzeugen:

0,83, 0,56, 0,27, 0,04, 0,20, 0,75, 0,83, 0,95, ...

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	997	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
2.	0,5284163	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
3.		\times	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D_i		Führen Sie Zeile
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			3 und 4 aus für
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	R_i		$i = 1, 2, \dots$
4.	f_i	$-$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	R_i		$f_i = \text{ganzzahliger}$
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			Anteil von D_i

MITTELWERT, STANDARDABWEICHUNG, MITTLERER FEHLER (für klassifizierte Daten)

Zu einer gegebenen Datenmenge

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

mit den jeweiligen (absoluten) Häufigkeiten

$$f_1, f_2, \dots, f_n$$

berechnet das Programm folgende statistischen Größen:

Mittelwert $\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^2 - (\sum f_i) \bar{x}^2}{\sum f_i - 1}}$

Mittlerer Fehler $s_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{\sum f_i}}$

Beispiele:

x_i	2	3,4	7	11	23	3,41
f_i	5	3	4	2	3	1

Ergebnisse:

$\bar{x} = 7,92$
 $s = 7,52$
 $s_{\bar{x}} = 1,77$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.	x_i							Führen Sie Zeile
								2 bis 5 aus für
								$i = 1, 2, \dots, n$
3.	f_i	STO	+	0	$x \rightleftharpoons y$	\times		
4.			Last X	$x \rightleftharpoons y$	\times			
5.		Last X	$\Sigma +$				i	
6.		RCL	0	STO	.	0		
7.		RCL	.	3	STO	.		
8.		2		\bar{x}			\bar{x}	
9.			S				s	
10.		RCL	0	\sqrt{x}	\div		$s_{\bar{x}}$	

CHI-QUADRAT-TEST (ungleiche Erwartungswerte)

Dieses Programm ermittelt den Wert der χ^2 -Testvariablen als Maß für die Güte der Anpassung nach folgender Gleichung:

$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

wobei gilt:

- O_i = beobachtete (absolute) Häufigkeit
- E_i = erwartete (theoretische) Häufigkeit


Die χ^2 -Testvariable liefert eine Aussage über das Maß der Übereinstimmung zwischen den absoluten und theoretischen Häufigkeiten.

Anmerkung: Um den Test für die Güte der Anpassung auf gegebene Beobachtungsdaten anwenden zu können, wird es mitunter nötig sein, einige Klassen zusammenzufassen, um sicherzustellen, daß jede einzelne erwartete Häufigkeit nicht zu klein ist (nicht kleiner als 5).

Beispiel:

O_i	8	50	47	56	5	14
E_i	9,6	46,75	51,85	54,40	8,25	9,15

Ergebnis: $\chi^2 = 4,84$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.	E_i	↑	↑					Führen Sie Zeile
3.	O_i	−	x^2	$x \neq y$	÷	+		2 und 3 aus für
								$i = 1, 2, \dots, n$

2 × k-KONTINGENZTAFEL (Unabhängigkeitstest)

Mit Hilfe von Kontingenztafeln testet man die Nullhypothese über die Unabhängigkeit zweier Variablen.

	1	2	3	...	k	Summe
A	a_1	a_2	a_3	...	a_k	N_A
B	b_1	b_2	b_3	...	b_k	N_B
Summe	N_1	N_2	N_3	...	N_k	N

Anzahl der Freiheitsgrade: $df = k - 1$

Testgröße:

$$\chi^2 = \frac{N}{N_A} \sum_{i=1}^k \frac{a_i^2}{N_i} + \frac{N}{N_B} \sum_{i=1}^k \frac{b_i^2}{N_i} - N$$

Der Kontingenz-Koeffizient C von Pearson mißt den Grad der Abhängigkeit zwischen den beiden Variablen.

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N + \chi^2}}$$



Beispiel:

	1	2	3
A	2	5	4
B	3	8	7

Ergebnis:

$$\chi^2 = 0,02$$

$$C = 0,03$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen	Ergebnisse	Bemerkungen
1.		 CLEAR <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
2.	a_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Führen Sie Zeile
		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		2 bis 7 aus für
		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		$i = 1, 2, \dots, k$
3.	b_i	STO 3 STO + 1		
4.		$x \leftrightarrow y$ STO 2 STO +		
5.		0 + \sqrt{x} RCL 3		
6.		$x \leftrightarrow y$ ÷ RCL 2 		
7.		Last X ÷ $\Sigma+$ <input type="text"/> <input type="text"/>	i	
8.		RCL . 2 RCL 0		
9.		÷ RCL . 4 RCL		
10.		1 ÷ + 1 -		
11.		RCL 0 RCL 1 +		
12.		\times <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	χ^2	
13.		↑ ↑ RCL 0 RCL		
14.		1 + + ÷ \sqrt{x}	C	

F-TEST

Dieses Programm testet die Varianzen zweier Grundgesamtheiten.

Gegeben sind die unabhängigen Stichproben $(x_1, x_2, \dots, x_{n_x})$ und $(y_1, y_2, \dots, y_{n_y})$, ausgewählt aus zwei normalverteilten Grundgesamtheiten mit den Varianzen σ_x^2 und σ_y^2 . Der F-Test (mit den Freiheitsgraden $n_x - 1$ und $n_y - 1$) kann benutzt werden, um folgende Nullhypothese zu testen:

$$H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2$$

F wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$F = \frac{s_x^2}{s_y^2}$$

mit s_x^2 = Stichproben-Varianz von x
 s_y^2 = Stichproben-Varianz von y

Beispiel:

x: 91, 103, 90, 113, 108, 87, 100, 80, 99, 54

y: 79, 84, 103, 114, 120, 103, 122, 120

$n_x = 10$

$n_y = 8$

Ergebnis:

F = 1,02 (df = 9 und 7 = Anzahl der Freiheitsgrade)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CL Σ					
2.	x_i	Σ+					i	Führen Sie Zeile 2
								aus für $i = 1, 2, \dots, n_x$
3.			S	STO	1			
4.			CL Σ					
5.	y_i	Σ+					i	Führen Sie Zeile 5
								aus für $i = 1, 2, \dots, n_y$
6.			S	x^2	RCL	1		
7.		x^2	$x \nabla y$	÷			F	

VERGLEICH ZWEIER MITTELWERTE (t-Test)

Gegeben sei eine Menge von Beobachtungspaaren zweier normalverteilter Grundgesamtheiten mit den (unbekannten) Mittelwerten μ_1 und μ_2 .

x_i	x_1	x_2	...	x_n
y_i	y_1	y_2	...	y_n

Es sei

$$D_i = x_i - y_i$$

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D_i^2 - \frac{1}{n} (\sum D_i)^2}{n-1}}$$

$$s_{\bar{D}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

Die Testvariable

$$t = \frac{\bar{D}}{s_{\bar{D}}}$$

die $n-1$ Freiheitsgrade besitzt, kann zum Testen der Nullhypothese

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

eingesetzt werden.

Beispiel:

x_i	14	17,5	17	17,5	15,4
y_i	17	20,7	21,6	20,9	17,2

Ergebnis:

$$t = -7,16 \quad (df = \text{Anzahl der Freiheitsgrade} = 4,00)$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.		<div>■</div>	CL Σ					
2.	x_i	<div>↑</div>						Führen Sie Zeile
3.	y_i	<div>−</div>	Σ+					2 und 3 aus für
								$i = 1, 2, \dots, n$
4.		<div>■</div>	S	RCL	.	0		
5.		<div>√x</div>	÷	STO	0	<div>■</div>		
6.		<div>̄x</div>	RCL	0	÷		t	
7.		RCL	.	0	1	−	df	

t-TEST FÜR DEN VERGLEICH ZWEIER MITTELWERTE

Angenommen, $(x_1, x_2, \dots, x_{n_1})$ und $(y_1, y_2, \dots, y_{n_2})$ sind unabhängige Stichproben zweier normalverteilter Grundgesamtheiten mit den unbekannten Mittelwerten μ_1, μ_2 und der gleichen unbekannten Varianz σ^2 .

Wir wollen folgende Nullhypothese testen:

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = D$

wobei D gegeben ist. Hierzu definieren wir:

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} y_i$$

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - D}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n_1 \bar{x}^2 + \sum y_i^2 - n_2 \bar{y}^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Wir verwenden diese Testvariable t, die der t-Verteilung mit $n_1 + n_2 - 2$ Freiheitsgraden (df) folgt, um die Nullhypothese H_0 zu testen.

Beispiel:

x: 79, 84, 108, 114, 120, 103, 122, 120
y: 91, 103, 90, 113, 108, 87, 100, 80, 99, 54
 $n_1 = 8$ und $n_2 = 10$

Für $D = 0$ (also $H_0: \mu_1 = \mu_2$) ergibt sich:

$\bar{x} = 106,25 \quad \bar{y} = 92,5 \quad t = 1,73$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLΣ					
2.	x_i	Σ+					i	Führen Sie Zeile 2
								aus für $i=1, 2, \dots, n_1$
3.		RCL	.	0	STO	0		
4.		RCL	.	1	STO	1		
5.		RCL	.	2	STO	2		
6.			\bar{x}	STO	3		\bar{x}	
7.			CLΣ					
8.	y_j	Σ+					j	Führen Sie Zeile 8
								aus für $j=1, 2, \dots, n_2$
9.			\bar{x}	STO	4		\bar{y}	
10.	D	RCL	4	+	RCL	3		
11.		$x \rightleftharpoons y$	−	RCL	0	1/x		
12.		RCL	.	0	1/x	+		
13.		\sqrt{x}	÷	RCL	2	RCL		
14.		3	x^2	RCL	0	×		
15.		−	RCL	.	2	+		
16.		RCL	4	x^2	RCL	.		
17.		0	×	−	RCL	0		
18.		RCL	.	0	+	2		
19.		−	÷	\sqrt{x}	÷		t	

FAKULTÄT UND GAMMAFUNKTION

Dieses Programm benutzt die Approximation nach Stirling, um den Wert einer Fakultät zu berechnen. Mit Hilfe der Fakultät kann die Gammafunktion leicht berechnet werden.

$$x! \cong \sqrt{2\pi x} \cdot x^x \cdot e^{-x} \left(1 + \frac{1}{12x} + \frac{1}{288x^2} - \frac{139}{51840x^3} - \frac{571}{2488320x^4} \right)$$

Beispiel: $4,25! \cong 35,21$

Anmerkungen: Diese Approximation kann nur für Werte von $x \leq 69$, x positiv, benutzt werden, da das Ergebnis sonst größer ist als 10^{100} . Diese Approximation ist gut für große Werte von x .

Für $x < 1$ benutzen Sie besser die Polynom-Approximation.

Um die Gammafunktion zu berechnen, benutzen Sie folgende Gleichung:

$$\Gamma(x) = (x-1)!$$

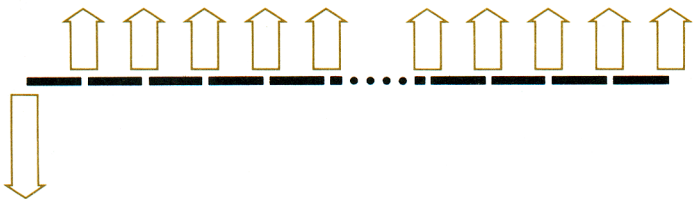
Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.		<div>■</div>	CLΣ					
2.	x	<div>↑</div>	<div>↑</div>	<div>↑</div>	y ^x	2		
3.		<div>■</div>	π	×	R↑	×		
4.		<div>√x</div>	×	R↑	CHS	e ^x		
5.		×	STO	0	R↑	1/x		
6.		<div>↑</div>	<div>↑</div>	<div>↑</div>				
7.	12	1/x	Σ+					
8.	288	1/x	×	Σ+				
9.	139	<div>↑</div>						
10.	51840	÷	×	×	CHS	Σ+		
11.	571	<div>↑</div>						
12.	2488320	÷	×	×	×	CHS		
13.		Σ+	RCL	.	5	1		
14.		+	RCL	0	×		x!	

KAUFMÄNNISCHE BERECHNUNGEN

Zinseszins-Berechnung	124
Umwandlung Nominalzinssatz in Effektivzinssatz	126
Sparprogramm	127
Annuitätentilgung von Darlehen	129
Cash Flow-Analyse (Investitionsanalyse)	132
Buchwert-Abschreibungen	133
Berechnung des Wochentages	135

ZINSESZINS-BERECHNUNG

Diese Routinen berücksichtigen die Verzinsung einer einmaligen Einlage, wobei die Zinsen dem Kapital jeweils am Ende einer jeden Zinsperiode zugerechnet werden (Zinseszins-Effekt). Wenn Sie drei der vier Größen n, i, PV und FV vorgeben, können Sie die verbleibende vierte Größe berechnen.



Es bedeutet:

- n = Anzahl der Zinsperioden
- i = Periodenzinssatz (als Dezimalzahl, nicht als %)
- PV = Gegenwärtiger oder Anfangswert des Kapitals
- FV = Endwert nach Ablauf der n Zinsperioden
- I = Zinsbetrag

BERECHNUNG DES ENDWERTES

Formel: $FV = PV (1 + i)^n$

Beispiel: Auf welchen Betrag sind 1000 DM, die Sie auf ein Konto eingezahlt haben, das diese Einlage bei jährlicher Zinszurechnung mit 6% p.a. verzinst, innerhalb von 5 Jahren angewachsen?

Ergebnis: 1338,23 DM ($i = 0,06$)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	↑	1	+				
2.	n	y^x						
3.	PV	\times					FV	

BERECHNUNG DES ANFANGSWERTES

Formel:

$$PV = \frac{FV}{(1 + i)^n}$$

Beispiel: Welche heute angelegte Summe wird in 5 Jahren auf den Betrag von 1500 DM angewachsen sein, wenn die Einlage bei jährlicher Zinszurechnung mit 6% p.a. verzinst wird?

Ergebnis: 1120,89 DM ($i = 0,06$)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	FV	↑						
2.	i	↑	1	+				
3.	n	y^x	÷				PV	

BERECHNUNG DER ZAHL DER ZINSPERIODEN

Formel:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{FV}{PV}\right)}{\ln(1 + i)}$$

Beispiel: Wie lange dauert es bei jährlicher Zinszurechnung, bis sich bei 6% Jahreszinsen die Einlage verdoppelt hat? (Als Anfangswert können Sie eine beliebige Zahl, z.B. 100 DM, eingeben; der Endwert beträgt dann 200 DM.)

Ergebnis: 11,90 Jahre ($i = 0,06$)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	FV	↑						
2.	PV	÷	LN	1	↑			
3.	i	+	LN	÷			n	

BERECHNUNG DES ZINSSATZES

Formel:

$$i = \left(\frac{FV}{PV} \right)^{1/n} - 1$$

Beispiel: Bei welchem Jahreszinssatz verdoppelt sich eine Einlage von 2000 DM bei monatlicher (!) Zinszurechnung innerhalb von 10 Jahren?

Ergebnis: 6,95% p.a. (0,0695). (Anmerkung: n=120 Monate; FV=4000 DM; das Ergebnis muß mit 12 multipliziert werden, damit man den Zinssatz pro Jahr [=12×Periodenzinssatz] erhält.)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	FV	↑						
2.	PV	÷						
3.	n	1/x	y ^x	1	–		i	

BERECHNUNG DES ZINSBETRAGES

Formel: $I = PV [(1 + i)^n - 1]$

Beispiel: Wieviel Zinsen werden bei monatlicher Verzinsung mit 5,5% p.a. (pro annum = pro Jahr) während fünf Jahren auf eine Einlage von 2000 DM gezahlt?

Ergebnis: 631,41 DM (Anmerkung: n = 60, i = 0,055/12)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	↑	1	+				
2.	n	y ^x	1	–				
3.	PV	×					I	

UMWANDLUNG NOMINALZINSSATZ IN EFFEKTIVZINSSATZ

Zu gegebenem Nominalzinssatz p.a. und bekannter Zahl der Zinsperioden pro Jahr berechnet diese Routine den auf das Jahr bezogenen Effektivzinssatz.

ENDLICH VIELE ZINSPERIODEN

Formel: Effektivzinssatz = $(1 + i)^n - 1$

Beispiel: Welchem Effektivzinssatz entspricht es, wenn bei 6% Nominalzinssatz pro Jahr die Zinsen dem Kapital monatlich zugerechnet werden?

Ergebnis: 6,17% (0,0617). (Anmerkung: $n = 12$, $i = 0,06/12$)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.		FIX	4					
2.	i	↑	1	+				
3.	n	y ^x	1	-			Effektivzinssatz	

STETIGE VERZINSUNG

Formel: Effektivzinssatz = $e^i - 1$

Beispiel: Im Angebot einer Bank ist von 5,75% Nominalzinssatz p.a. und von stetiger Verzinsung die Rede. Welchem Effektivzinssatz entsprechen diese Werte?

Ergebnis: 5,92% (0,0592)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	e ^x	1	-				
2.		FIX	4				Effektivzinssatz	

Anmerkung: Bisweilen wird auf der 360-Tage-Basis eine stetige Verzinsung über 365 Tage angeboten. Dann gilt zur Berechnung des Effektivzinssatzes die Formel:

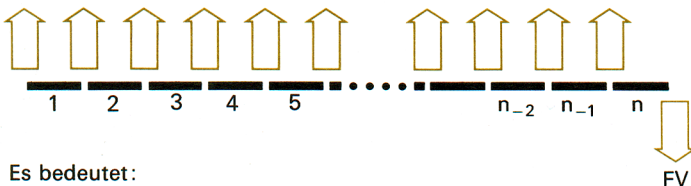
$$e^{i(365/360)} - 1$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	↑	3	6	5	×		
2.		3	6	0	÷			
3.		e ^x	1	-	FIX	4	Effektivzinssatz	

SPARPROGRAMM

Mit diesen Routinen können Sie für ein Sparprogramm wahlweise den konstanten Ratenbetrag (PMT), die Anzahl der Zahlungs- bzw. Zinsperioden (n) oder den Endbetrag (FV) berechnen. Dazu müssen zwei der genannten Größen und der Zinssatz (Periodenzinssatz i) bekannt sein.

PMT



Es bedeutet:

- n = Anzahl der Zahlungs- und Verzinsungsperioden
- i = Periodenzinssatz als dezimaler Wert (nicht %)

128 Anwendungsbeispiele

PMT = konstanter Ratenbetrag
FV = zukünftiger oder Endwert

Anmerkung: Es wird davon ausgegangen, daß die Zahlungen vorschüssig erfolgen, d. h. jeweils zu Beginn der Zinsperioden.

BERECHNUNG DER ZAHL DER ZINSPERIODEN

Formel:

$$n = \frac{\ln \left[\frac{FV \cdot i}{PMT} + (1+i) \right]}{\ln (1+i)} - 1$$

Beispiel: Sie leisten monatliche Zahlungen in Höhe von 100 DM auf ein Konto, das diese Einzahlungen mit 5½% p.a. bei monatlicher Zinszurechnung verzinst. Wie lange dauert es, bis Ihr Guthaben auf 2000 DM angewachsen ist?

Ergebnis: 19,10 Monate (i = 0,055/12)

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	STO	1						
2.	FV	×							
3.	PMT	÷	RCL	1	1	+			
4.		STO	2	+	LN	RCL			
5.		2	LN	÷	1	−	n		

BERECHNUNG DES RATENBETRAGES

Formel:

$$PMT = \frac{FV \cdot i}{(1+i)^{n+1} - (1+i)}$$

Beispiel: Wieviel müssen Sie monatlich als konstante Rate auf ein Konto einzahlen, das 6% p. a. bei monatlicher Verzinsung anbietet, damit Sie in 3 Jahren über 5000 DM verfügen können?

Ergebnis: 126,48 DM (n = 36, i = 0,06/12)

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	STO	1						
2.	FV	×	1	RCL	1	+			
3.		STO	2						
4.	n	↑	1	+	y ^x	RCL			
5.		2	−	÷			PMT		

BERECHNUNG DES ENDWERTES

Formel:

$$FV = \frac{PMT}{i} \left[(1+i)^{n+1} - (1+i) \right]$$

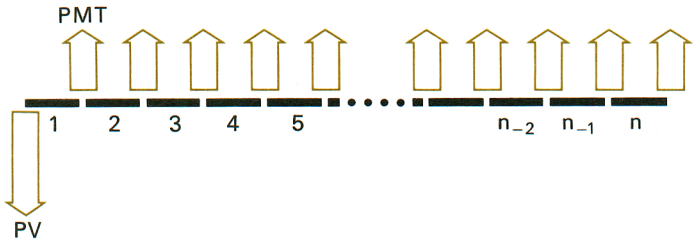
Beispiel: Wieviel steht Ihnen nach 10 Jahren zur Verfügung, wenn Sie jährlich 1000 DM auf ein Konto leisten, das Ihnen die Einlage mit 7,5% p. a. bei jährlicher Zinszurechnung verzinst?

Ergebnis: 15 208,12 DM ($i = 0,075$)

Zeile	Eingabewerte	Operationen	Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	STO 1 1 + ↑		
2.		↑		
3.	n	↑ 1 + y^x $x \neq y$		
4.		–		
5.	PMT	× RCL 1 ÷	FV	

ANNUITÄTENTILGUNG VON DARLEHEN

Diese Routinen betreffen die Tilgung von Darlehen über sogenannte Annuitäten (PMT). Dies sind periodische konstante Abzahlungsraten, die sich in einen Zins- und einen Tilgungsanteil aufspalten. Wenn drei der Variablen PV, PMT, i und n gegeben sind, können Sie die vierte Größe berechnen.



- Es bedeutet:
- n = Anzahl der Zinsperioden
 - i = Periodenzinssatz (dezimaler Wert, nicht %)
 - PMT = Höhe der Annuität
 - PV = Darlehensbetrag (Anfangswert)

BERECHNUNG DER ANNUITÄT

Formel:

$$PMT = \frac{PV \cdot i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

Beispiel: Wie hoch sind die monatlichen Annuitäten zur Tilgung eines Darlehens in Höhe von 5000 DM, wenn bei 9,5% Zinsen p. a. die Rückzahlung innerhalb von 36 Monaten erfolgen soll?

Ergebnis: 160,16 DM ($i = 0,095/12$)

130 Anwendungsbeispiele

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	STO	1					
2.	PV	×	RCL	1	1	+		
3.	n	CHS	y ^x	1	x \neq y	–		
4.		÷					PMT	

BERECHNUNG DER DARLEHENSSUMME

Formel:

$$PV = PMT \left[\frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} \right]$$

Beispiel: Sie können sich zur Rückzahlung eines Kredits monatlich 125 DM leisten. Welchen Betrag können Sie als Darlehen aufnehmen, wenn der Zinssatz 9,5% p.a. beträgt und Sie nach 36 Monaten wieder schuldenfrei sein wollen?

Ergebnis: 3902,23 DM (i = 0,095/12)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	STO	1	1	+			
2.	n	CHS	y ^x	1	x \neq y	–		
3.		RCL	1	÷				
4.	PMT	×					PV	

BERECHNUNG DER ZAHL DER RÜCKZAHLUNGSRATEN

(Zahl der Rückzahlungsraten = Zahl der Zinsperioden)

Formel:

$$n = - \frac{\ln (1 - i \text{ PV/PMT})}{\ln (1 + i)}$$

Beispiel: Wieviele Raten sind zur Rückzahlung eines Darlehens in Höhe von 4000 DM erforderlich, wenn bei 9,5% p.a. monatliche Annuitäten von 175 DM gezahlt werden?

Ergebnis: 25,31 Monate (i = 0,095/12)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	STO	1					
2.	PV	×						
3.	PMT	÷	1	x \neq y	–	LN		
4.		RCL	1	1	+	LN		
5.		÷	CHS				n	

BERECHNUNG DES ZINSSATZES

Es ist nicht möglich, eine geschlossene analytische Gleichung zur Berechnung von i anzugeben. Daher wird der Zinssatz nach einem Iterationsverfahren berechnet, das Näherungswerte liefert.

$$\text{Periodenzinssatz } i = \frac{\text{PMT} \left[1 - \left(\frac{1}{1+i} \right)^n \right]}{\text{PV}}$$

Zinssatz pro Jahr = $i \times A$, wobei A = Zahl der Annuitäten pro Jahr.

Beispiel: Zur Rückzahlung eines 30 000-DM-Darlehens zahlen Sie 360 monatliche Annuitäten in Höhe von 179,86 DM. Welchem Zinssatz entspricht das?

Ergebnis: 6,00% (8 Durchgänge durch die Iterationsschleife).

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.		FIX	9						
2.	n	↑	↑						
3.	PMT	↑	FIX	9					
4.	PV	÷	STO	1	CL x	+			
5.		1	+	1/x	x \rightleftharpoons y	y ^x			Führen Sie Zeile
6.		1	x \rightleftharpoons y	–	RCL	1			5–7 aus für
7.		×					i_k		k = 1, 2, ..., bis i_k
									genau genug be-
									stimmt ist
8.		EEX	2	×					
9.	A	×	FIX	2					Ergebnis in %

TILGUNGSPLAN

- I_k = Zinsanteil der k-ten Rückzahlungsrate
- PMT = Rückzahlungsrate (Annuität)
- PP_k = Tilgungsanteil der k-ten Rückzahlungsrate
- PV_k = Restschuld nach k-ter Annuität
- PV_0 = Darlehensbetrag
- i = Periodenzinssatz (dezimaler Wert)

Ein Tilgungsplan gibt Auskunft darüber, wieviel Zinsen und welcher Tilgungsbetrag in jeder der k Annuitäten ($k=1, 2, \dots$) enthalten ist und wie hoch die verbleibende Restschuld ist.

Diese Beträge werden nach den folgenden Formeln berechnet:

1. $I_k = i PV_{k-1}/100$
2. $PP_k = \text{PMT} - I_k$
3. $PV_k = PV_{k-1} - PP_k$

Beispiel: Entwickeln Sie einen Tilgungsplan für die ersten zwei Monate der Rückzahlung eines Darlehens in Höhe von 40 000 DM bei 9% Zinsen und monatlichen Annuitäten in Höhe von 321,85 DM. (Anmerkung: Für i ist 9/12 einzugeben.)

Ergebnis:

$I_1 = 300,00 \text{ DM}$
 $PP_1 = 21,85 \text{ DM}$
 $PV_1 = 39\,978,15 \text{ DM}$

$I_2 = 299,84 \text{ DM}$
 $PP_2 = 22,01 \text{ DM}$
 $PV_2 = 39\,956,14 \text{ DM}$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	PMT	STO	1					
2.	i	↑	↑					i ist in % einzu-
								geben
3.	PV ₀							
4.		x ⇌ y	%				I _k	Wiederholen Sie
5.		RCL	1	x ⇌ y	–		PP _k	diese Schritte für
6.		–					PV _k	die weiteren
								Zahlungen

CASH FLOW-ANALYSE (Investitionsanalyse)

Diese Routine wird dazu verwendet, den gegenwärtigen Nettowert (NPV) einer Reihe von Cash Flows (durch Diskontieren mit dem internen Zinssatz) zu berechnen. Der Wert von NPV ergibt sich, wenn von der Summe der Barwerte aller Cash Flows der Anschaffungswert der Investition abgezogen wird.

Ist NPV nach Berücksichtigung aller Cash Flows negativ, so bedeutet das, daß die Investition unter Berücksichtigung des geforderten Zinssatzes nicht lohnend war. Positive Werte für NPV bedeuten dagegen, daß die Investition insoweit lohnend war oder ist, als der Ertrag den vorgegebenen internen Zinssatz i übersteigt. Es bedeutet:

- PV₀ = Anschaffungswert der Investition
- PV_k = k-ter Cash Flow
- i = geforderter interner Zinssatz
- NPV_k = gegenwärtiger Nettowert in der Periode k

Formel:

$$NPV_k = -PV_0 + \sum_{j=1}^n \frac{PV_j}{(1+i)^j}$$

Beispiel: Eine Maschine für 137 000 DM wird die folgenden jährlichen Cash Flow-Beträge einbringen.

Jahr	Cash Flow (DM)
1	10 000
2	13 000
3	19 000
4	152 000 (Verkauf der Anlage)

Der geforderte Mindestertrag liegt bei 10% p.a. Ist die Anschaffung der Maschine dann lohnend?

Ergebnis:

$NPV_1 = -127\,909,09$
 $NPV_2 = -117\,165,29$
 $NPV_3 = -102\,890,31$
 $NPV_4 = 927,74$

Da der gegenwärtige Nettowert (NPV) nach dem vierten Jahr positiv ist, kann die Investition als lohnend angesehen werden; der gewünschte Ertrag wird überschritten.

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	i	<input type="text" value="↑"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="+"/>	<input type="text" value="STO"/>	<input type="text" value="1"/>		
2.	PV ₁	<input type="text" value="x ⇌ y"/>	<input type="text" value="÷"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
3.	PV ₀	<input type="text" value="−"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	NPV ₁	
4.	PV _j	<input type="text" value="RCL"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Führen Sie Zeile
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		4 und 5 aus für
5.	j	<input type="text" value="y^x"/>	<input type="text" value="÷"/>	<input type="text" value="+"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	NPV _j	j = 2, 3, ..., n

BUCHWERT-ABSCHREIBUNGEN

Mit den hier vorgestellten Routinen können Sie die Abschreibungsbeträge für Anlagegüter nach den Methoden der linearen, digitalen und der geometrisch-degressiven Abschreibung berechnen.

LINEARE ABSCHREIBUNG

Formel:

$D = PV/n$
 $RDV_k = PV - kD$

wobei

- PV = Anschaffungskosten (abzüglich Rest- bzw. Schrottwert)
- n = Nutzungsdauer in Jahren
- D = jährlicher Abschreibungsbetrag
- RDV_k = verbleibender abschreibungsfähiger Betrag in der k-ten Periode

Beispiel: Ein Gebäude im Wert von 40 000 DM soll über 25 Jahre linear abgeschrieben werden. Welches ist der jährliche Abschreibungsbetrag und welcher abschreibungsfähige Betrag verbleibt nach 5 Jahren?

Ergebnis:

$D = 1\,600\text{ DM}$
 $RDV_5 = 32\,000\text{ DM}$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	PV	<input type="text" value="↑"/>	<input type="text" value="↑"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
2.	n	<input type="text" value="÷"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D	
3.	k	<input type="text" value="×"/>	<input type="text" value="−"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	RDV _k	

GEOMETRISCH-DEGRESSIVE ABSCHREIBUNG

Formeln:

$$D_k = PV \cdot \frac{R}{n} \left(1 - \frac{R}{n}\right)^{k-1}$$

$$RDV_k = PV \left(1 - \frac{R}{n}\right)^k$$

Dabei gilt:

- PV = Anschaffungskosten
- n = Nutzungsdauer
- R = Degressionsfaktor
- D_k = Abschreibungsbetrag in k-ter Periode
- RDV_k = verbleibender abschreibungsfähiger Betrag

Beispiel: Eine Baumaschine hat einen Neuwert von 2500 DM und eine voraussichtliche Lebensdauer von 6 Jahren. Berechnen Sie nach der geometrisch-degressiven Methode den Abschreibungsbetrag und den verbleibenden Buchwert für das 4. Jahr. Der Degressionsfaktor R sei gleich 2.

Ergebnis: RDV₄ = 493,83 DM, D₄ = 246,91 DM

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	k	↑	1	↑					
2.	R	↑							
3.	n	÷	−	STO	1	x ↔ y			
4.		y ^x							
5.	PV	×					RDV _k		
6.		RCL	1	÷	1	RCL			
7.		1	−	×			D _k		

DIGITALE ABSCHREIBUNG

Formeln:

$$D_k = \frac{2(n - k + 1)}{n(n + 1)} PV$$

$$RDV_k = S + (n - k) D_k / 2$$

Dabei gilt:

- PV = Anschaffungskosten
- n = Nutzungsdauer
- S = Restwert bzw. Schrottwert
- D_k = Abschreibungsbetrag im k-ten Jahr
- RDV_k = verbleibender abschreibungsfähiger Betrag (Restbuchwert)

Beispiel: Eine Eigentumswohnung im Wert von 88 000 DM soll nach der digitalen Abschreibungsmethode über 25 Jahre abgeschrieben werden. Welches ist der Abschreibungsbetrag und der Restbuchwert am Ende des 10. Jahres?

Ergebnis:

$$D_{10} = 4332,31 \text{ DM}$$

$$RDV_{10} = 32\,492,31 \text{ DM}$$

Anmerkung: Für Belange der Steuerbilanz darf die digitale Abschreibung normalerweise nicht verwendet werden, da die Bedingungen des § 7 Abs. 2 EStG nicht erfüllt sind.

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	n	STO	1					
2.	k	STO	2	–	STO	3		
3.		1	+	RCL	1	↑		
4.		↑	×	+	÷	2		
5.		×						
6.	PV	×					D _k	
7.		RCL	3	×	2	÷		
8.	S	+					RDV _k	

BERECHNUNG DES WOCHENTAGES

Diese Routine ermittelt den Wochentag zu beliebigen Kalenderdaten ab 14. September 1752.

d = Tag im Monat

m = Monat, wobei Januar und Februar als 13. bzw. 14. Monat des vorangehenden Jahres bezeichnet werden

y = Jahr (4stellig)

$$\text{Wochentag} = d + n_1 + n_2 - n_3 + n_4 \pmod{7}$$

wobei

$$n_1 = \text{INT} \left(\frac{13}{5} (m+1) \right)$$

$$n_2 = \text{INT} \left(\frac{5}{4} y \right)$$

$$n_3 = \text{INT} \left(\frac{y}{100} \right)$$

$$n_4 = \text{INT} \left(\frac{y}{400} \right)$$

INT bezeichnet den ganzzahligen Anteil einer Zahl.

Das errechnete Ergebnis ist wie folgt zu interpretieren:

0 = Samstag

1 = Sonntag

2 = Montag

3 = Dienstag

4 = Mittwoch

5 = Donnerstag

6 = Freitag

Beispiel: Auf welchen Wochentag fiel der 29. Februar 1972?

Ergebnis: Dienstag (d = 29, m = 14, y = 1971)

136
Anwendungsbeispiele

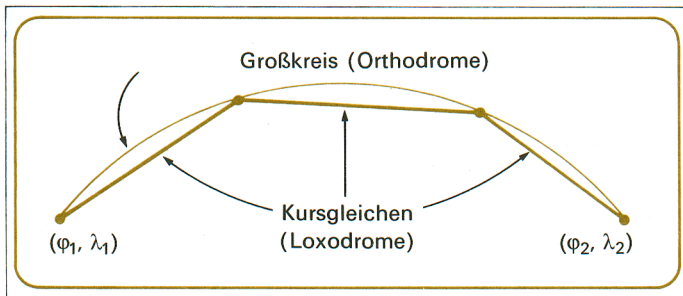
Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	d	↑						
2.	m	↑						
3.	y	STO	1	R↓	1	+		
4.		1	3	×	5	÷	E ₁	Setze: e ₁ = ganz-
								zahliger Anteil von
								E ₁
5.		CL x						
6.	e ₁	+	RCL	1	x ⇌ y	STO		
7.		1	x ⇌ y	↑	↑	↑		
8.		5	×	4	÷		E ₂	Setze: e ₂ = ganz-
								zahliger Anteil von
								E ₂
9.		CL x						
10.	e ₂	RCL	1	+				Für Daten des
								20. Jahrhunderts,
								gehen Sie nach
								Zeile 18
11.		STO	1	R↓	EEX	2		
12.		÷					E ₃	Setze: e ₃ = ganz-
								zahliger Anteil von
								E ₃
13.		CL x						
14.	e ₃	CHS	STO	+	1	R↓		
15.		4	0	0	÷		E ₄	Setze: e ₄ = ganz-
								zahliger Anteil von
								E ₄
16.		CL x						
17.	e ₄	RCL	1	+				Gehen Sie nach
								Zeile 19
18.		6	+					
19.		↑	↑	7	÷		E ₅	Setze: e ₅ = ganz-
								zahliger Anteil von
								E ₅
20.		CL x						
21.	e ₅	↑	7	×	–			

NAVIGATION

Navigation nach Kursgleiche	137
Großkreisnavigation	139
Höhe und Azimut eines Himmelskörpers	143
Wahrscheinlicher Standort	144

NAVIGATION NACH KURSGLEICHE

Diese Routine berechnet zu gegebenen geographischen Koordinaten von zwei Punkten auf der Erdoberfläche die Länge der Loxodrome (Kursgleiche) sowie den Kurs. Die Erde wird dabei als Kugel angenommen. Sie können mehrere Kursgleichen aneinanderhängen, ohne die Koordinaten des ersten Punktes erneut eingeben zu müssen.



Es bedeutet:

- φ_1 = Breite des Startpunktes
- λ_1 = Länge des Startpunktes
- φ_2 = Breite des Zielpunktes
- λ_2 = Länge des Zielpunktes
- C = Kurs entlang der Kursgleiche
- DIST = Entfernung (Länge der Kursgleiche)

Formel:

$$C = \left[\tan^{-1} \left(\frac{\pi \sin^{-1} \{ \sin [(\lambda_1 - \lambda_2)/2] \}}{90 \ln \frac{\tan(45 + \varphi_2/2)}{\tan(45 + \varphi_1/2)}} \right) \right]$$

Falls $\sin^{-1} [\sin(\lambda_1 - \lambda_2)] < 0$, dann $C = 360^\circ - C$

$$\text{DIST} = \begin{cases} 60(\lambda_2 - \lambda_1) \cos(\varphi), & \text{falls } \cos(C) = 0 \\ 60 \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos(C)}, & \text{falls } \cos(C) \neq 0 \end{cases}$$

Anmerkung: Der Kurs darf nicht durch Nord- oder Südpol verlaufen.

Der Kurs darf nicht nach Ost oder West über die internationale Datumslinie (Meridian 180° W oder 180° O) laufen. Berechnen Sie in einem solchen Fall einen Abschnitt bis zur Datumslinie und einen weiteren von dort aus zum Ziel.

Wenn $\cos(C)$ sehr nahe bei Null liegt, können bei der Entfernungsberechnung Fehler auftreten.

Nördliche Breiten (ϕ) und westliche Längen (λ) sind als positive Werte einzugeben; südliche Breiten und östliche Längen müssen negativ eingegeben werden.

Die Entfernungen werden in nautischen Meilen (Seemeilen) berechnet.

Beispiel: Berechnen Sie die Teilstreckenentfernungen und die Kurse auf den Loxodromenabschnitten (Kursgleichen) für einen Flug von Anchorage in Alaska nach Seattle Washington über Juneau in Alaska.

Anchorage	61° 13' N	149° 54' W
Juneau	58° 18' N	134° 25' W
Seattle	47° 36' N	122° 20' W

Ergebnisse:

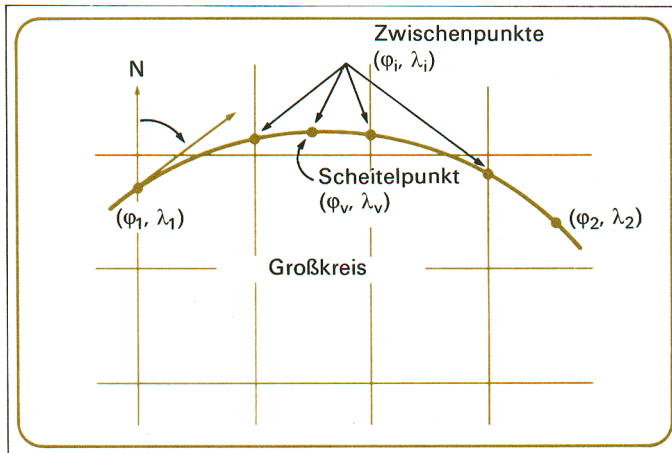
Anchorage – Juneau	C = 110,52°	DIST = 499,22 nautische Meilen
Juneau – Seattle	C = 145,94°	DIST = 774,90 nautische Meilen

Zeile	Eingabewerte	Operationen						Ergebnisse	Bemerkungen
1.	ϕ_1		H.MS→	STO	1				
2.	λ_1		H.MS→	STO	3				
3.	Nächstes ϕ		H.MS→	STO	2				
4.	Nächstes λ		H.MS→	STO	4				
5.		RCL	3	RCL	4	–			
6.		STO	7	2	÷	SIN			
7.			SIN ⁻¹	9	0	÷			
8.			π	×	RCL	2			
9.		2	÷	4	5	+			
10.		TAN	RCL	1	2	÷			
11.		4	5	+	TAN	÷			
12.		LN	R→P	x^2	\sqrt{x}	$x \rightleftharpoons y$			
13.		RCL	7	SIN		SIN ⁻¹			Falls negativ,
									gehen Sie nach
									Zeile 15
14.		$x \rightleftharpoons y$					C		C in dezimalen
									Grad. Gehen Sie
									nach Zeile 16
15.		$x \rightleftharpoons y$	3	6	0	+	C		C in dezimalen
									Grad
16.		COS					cos (C)		Falls Null, gehen
									Sie nach Zeile 19
17.		RCL	2	RCL	1	–			

18.		$x \neq y$	\div	6	0	\times	DIST	DIST in Seemeilen.
								Gehen Sie nach
								Zeile 21
19.		RCL	7	RCL	2	COS		
20.		\times	6	0	\times		DIST	DIST in Seemeilen
21.		RCL	2	STO	1	RCL		
22.		4	STO	3				Gehen Sie für den
								nächsten Abschnitt
								nach Zeile 3

GROSSKREISNAVIGATION

Zu gegebenen geographischen Koordinaten von zwei Punkten auf der Erdoberfläche berechnet diese Routine die Entfernung und den Anfangskurs für einen Großkreis (Orthodrome) zwischen diesen Punkten. Die Erde wird dazu als Kugel angenommen. Außerdem können die Koordinaten des Scheitelpunktes und die Entfernung vom Startort zum Scheitelpunkt berechnet werden. Darüber hinaus können Sie zu einer vorgegebenen Länge diejenige Breite berechnen, in der der Großkreis diesen Meridian schneidet (erleichtert das Eintragen von Großkreisen in Navigationskarten).



Es bedeutet:

- φ_1 = Breite des Startortes
- λ_1 = Länge des Startortes
- φ_2 = Breite des Zielortes
- λ_2 = Länge des Zielortes
- DIST = Entfernung entlang des Großkreises
- C_i = Anfangskurs
- φ_v = Breite des Scheitelpunktes
- λ_v = Länge des Scheitelpunktes
- λ'_v = Länge des gegenüberliegenden Scheitelpunktes

DIST_v = Entfernung vom Startort zum Scheitelpunkt

φ_i = Breite eines Zwischenpunktes

λ_i = Länge eines Zwischenpunktes

Formeln:

$$\text{DIST} = 60 \cos^{-1} [\sin(\varphi_1) \sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \cos(\lambda_1 - \lambda_2)]$$

$$C_i = \cos^{-1} \left(\frac{\sin(\varphi_2) - \cos(\text{DIST}/60) \sin(\varphi_1)}{\sin(\text{DIST}/60) \cos(\varphi_1)} \right)$$

Falls $\sin(\lambda_1 - \lambda_2) < 0$, dann $C_i = 360 - C_i$

$$\varphi_i = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\varphi_1) \sin(\lambda_i - \lambda_2) - \tan(\varphi_2) \sin(\lambda_i - \lambda_1)}{\sin(\lambda_1 - \lambda_2)} \right)$$

$$\lambda_v = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\varphi_2) \cos(\lambda_1) - \tan(\varphi_1) \cos(\lambda_2)}{\tan(\varphi_1) \sin(\lambda_2) - \tan(\varphi_2) \sin(\lambda_1)} \right)$$

$$\lambda_v' = \lambda_v \pm 180^\circ$$

$$\text{DIST}_v = 60 \sin^{-1} \left(\frac{\cos(C_i) \cos(\varphi_1)}{\sin(\varphi_v)} \right)$$

Anmerkungen: Der Großkreis darf nicht durch Nord- oder Südpol gehen.

Ein Abschnitt darf nicht länger als der halbe Erdumfang sein.

Verwenden Sie keine Orte, die auf genau gegenüberliegenden Punkten der Erde liegen, da sich durch diese dann beliebig viele Großkreise legen lassen.

C_i kann nicht immer berechnet werden, wenn der Kurs entlang einem Meridian verläuft.

Das Kreuzen des Äquators erfolgt bei $\lambda = \lambda_v \pm 90^\circ$.

Nördliche Breiten und westliche Längen werden positiv, südliche Breiten und östliche Längen dagegen negativ eingegeben. Die gleiche Konvention gilt für berechnete Werte.

Beispiel: Ein Schiff segelt von Manila nach Los Angeles. Dabei folgt es einem Großkreis zwischen den geographischen Punkten $12^\circ 45' 12''$ N, $124^\circ 20' 06''$ O (negativ eingeben) und $33^\circ 48' 48''$ N, $120^\circ 07' 06''$ W.

Berechnen Sie den Anfangskurs entlang der Orthodrome (Großkreis), die Gesamtentfernung, Breite und Länge des Scheitelpunktes, die Entfernung bis zum Scheitelpunkt sowie die Breite, auf der sich das Schiff befindet, wenn seine Position genau auf der Datumslinie liegt ($\lambda = 180^\circ$).

Ergebnisse:

$\text{DIST} = 6185,88$ nautische Meilen (Seemeilen)

$C_i = 50,32^\circ$

$\lambda_v = 19^\circ 26' 00''$ O (negativ angezeigt)

$\lambda_v' = 160^\circ 34' 00''$ W

$\varphi_v = 41^\circ 21' 08''$ N

$\text{DIST}_v = 4228,83$ Seemeilen

$\varphi_i = 39^\circ 41' 33''$ N (Breite bei $\lambda_i = 180^\circ$)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	φ_2		H.MS→	STO	2	1		
2.		P→R						
3.	φ_1		H.MS→	STO	1	1		
4.		P→R	STO	5	$x \neq y$	STO		
5.		6	R↓	×	R↓	STO		
6.		7	×	R↑				
7.	λ_1		H.MS→	STO	3			
8.	λ_2		H.MS→	STO	4	–		
9.		STO	0	COS	×	+		
10.			COS ⁻¹	STO	8	6		
11.		0	×				DIST	DIST in nautischen
								Meilen
12.		RCL	7	RCL	6	RCL		
13.		8	COS	×	–	RCL		
14.		8	SIN	÷	RCL	5		
15.		÷		COS ⁻¹	RCL	0		
16.		SIN	STO	0				Falls negativ,
								gehen Sie nach
								Zeile 18
17.		$x \neq y$	STO	9			C _i	C _i in dezimalen
								Grad. Gehen Sie
								nach Zeile 20
18.		$x \neq y$	3	6	0	$x \neq y$		
19.		–	STO	9			C _i	C _i in dezimalen
								Grad
20.		RCL	1	TAN	STO	1		
21.		RCL	2	TAN	STO	2		Wenn die Scheitel-
								punktkoordinaten
								nicht benötigt wer-
								den, gehen Sie
								nach Zeile 32
22.		RCL	4	RCL	1	P→R		
23.		$x \neq y$	RCL	3	RCL	2		
24.		P→R	R↓	–	R↓	–		

25.		R↑	÷	■	TAN ⁻¹	↑		
26.		■	→H.MS				λ_v	Falls negativ, gehen Sie nach Zeile 29
27.		x \rightleftharpoons y	1	8	0	-		
28.		■	→H.MS				λ'_v	Gehen Sie nach Zeile 31
29.		x \rightleftharpoons y	1	8	0	+		
30.		■	→H.MS				λ'_v	
31.								Setzen Sie zur Be- rechnung von φ_v $\lambda_i = \lambda_v$ oder λ'_v und gehen Sie nach Zeile 32
32.	λ_i	■	H.MS→	↑	↑	RCL		
33.		4	-	SIN	RCL	1		
34.		×	x \rightleftharpoons y	RCL	3	-		
35.		SIN	RCL	2	×	-		
36.		RCL	0	÷	■	TAN ⁻¹		
37.		■	→H.MS				φ_i	Gehen Sie für ein weiteres λ_i nach Zeile 32 oder, wenn φ_v soeben berech- net wurde, gehen Sie nach Zeile 38 und berechnen Sie DIST _v
39.		COS	RCL	5	×	÷		
40.		1/x	■	SIN ⁻¹	6	0		
41.		×					DIST _v	DIST _v in nauti- schen Meilen
42.								Gehen Sie zur Be- rechnung von Zwischenpunkten nach Zeile 32

HÖHE UND AZIMUT EINES HIMMELSKÖRPERS

Diese Routine berechnet die Höhe und das Azimut eines Himmelskörpers zu gegebener geographischer Breite des Beobachtungsstandortes und zu den lokalen Werten für Stundenwinkel und Deklination des Himmelskörpers. Damit werden eine Reihe nautischer Tafeln (HO-Tafeln) ersetzt.

Es bedeuten:

- DEC = Deklination des Himmelskörpers
- LHA = lokaler Stundenwinkel
- L = Breite des Beobachtungsstandortes
- Z_n = Azimut des Himmelskörpers
- H_c = berechnete Höhe des Himmelskörpers

Formeln:

$$H_c = \sin^{-1} [\sin(\text{DEC}) \sin(L) + \cos(\text{DEC}) \cos(L) \cos(\text{LHA})]$$

$$Z = \cos^{-1} \left(\frac{\sin(\text{DEC}) - \sin(L) \sin(H_c)}{\cos(H_c) \cos(L)} \right)$$

$$Z_n = \begin{cases} Z, & \text{wenn } \sin(\text{LHA}) < 0 \\ 360 - Z, & \text{wenn } \sin(\text{LHA}) > 0 \end{cases}$$

Anmerkungen: Nördliche Breiten, nördliche Deklinationen und westliche Stundenwinkel sind als positive Werte einzugeben; südliche Breiten, südliche Deklinationen und östliche Stundenwinkel sind dagegen negativ einzugeben.

Sie können diese Routine auch zur Identifizierung von Himmelskörpern verwenden, indem Sie anstatt des lokalen Stundenwinkels das beobachtete Azimut und anstatt der Deklination die beobachtete Höhe eingeben. Dann erhalten Sie als Ergebnis die Deklination und den Stundenwinkel an Stelle von Höhe und Azimut. Sie können dann den Stern durch Vergleich dieser Werte mit nautischen Tafelwerken identifizieren.

Beispiel: Berechnen Sie Höhe und Azimut der Sonne, wenn der lokale Stundenwinkel $333^\circ 01' 54''$ W und die Deklination der Sonne $12^\circ 28' 06''$ S (negativ eingeben!) beträgt. Die angenommene Beobachterbreite beträgt $34^\circ 11' 06''$ S (negativ eingeben!).

Ergebnis:

$$H_c = 57^\circ 15' 58''$$

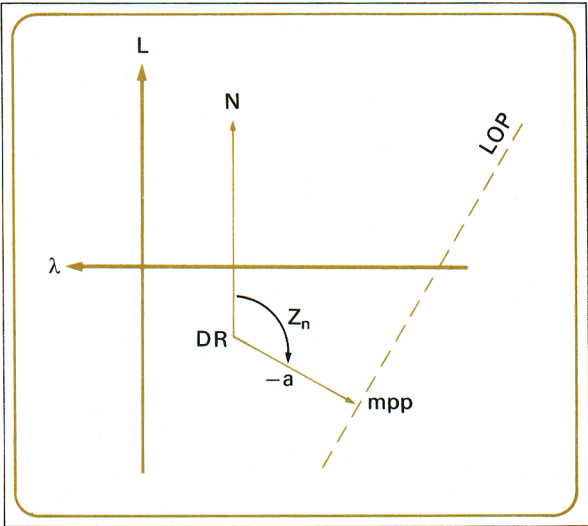
$$Z_n = 54,97^\circ$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	DEC	<input type="button" value="■"/>	H.MS→	1	P→R	<input type="button" value=""/>		
2.	L	<input type="button" value="■"/>	H.MS→	1	P→R	STO		
3.		1	x ≠ y	STO	2	R↓		
4.		x	R↓	STO	3	x		
5.		R↑						
6.	LHA	<input type="button" value="■"/>	H.MS→	1	P→R	x ≠ y		
7.		STO	4	R↓	x	+		
8.		<input type="button" value="■"/>	SIN ⁻¹	STO	5			
9.		<input type="button" value="■"/>	→ H.MS				H_c	

10.		RCL	3	RCL	2	RCL		
11.		5	1	P→R	R↓	×		
12.		−	R↑	RCL	1	×		
13.		÷	■	COS ^{−1}	STO	6	Z	
14.		RCL	4					Falls negativ,
								gehen Sie nach
								Zeile 17
15.		3	6	0	RCL	6		
16.		−					Z _n	Z _n in dezimalen
								Grad
17.		RCL	6				Z _n	Z _n in dezimalen
								Grad

WAHRSCHEINLICHER STANDORT

Diese Routine berechnet von der Beobachtung eines einzelnen Himmelskörpers ausgehend die wahrscheinliche Position, indem vom Koppelort (DR = Dead Reckoning) das Lot auf die Standlinie (LOP) dieses Himmelskörpers gefällt wird.



- Dabei bedeutet:
- L_1 = Breite des Koppelortes DR
 - λ_1 = Länge des Koppelortes DR
 - L_{mpp} = Breite des wahrscheinlichen Standortes
 - λ_{mpp} = Länge des wahrscheinlichen Standortes
 - H_c = berechnete Höhe des Himmelskörpers
- geographische Koordinaten

H_o = korrigierte Sextanthöhe
 a = Differenz $H_c - H_o$
 Z_n = Azimut des Himmelskörpers

Formeln:

$$a = H_c - H_o$$
$$\lambda_{mpp} = \lambda_1 + \frac{a \sin(Z_n)}{\cos(L_1)}$$
$$L_{mpp} = L_1 - a \cos(Z_n)$$

Anmerkungen: Nördliche Breiten und westliche Längen werden als positive Werte eingegeben und berechnet; südliche Breiten und östliche Längen sind dagegen negativ einzugeben und werden auch als negative Zahlen angezeigt.

Beispiel: Ein Navigator bestimmt seinen Koppelort als 40°12'S (negativ eingeben) und 159°57'O (negativ eingeben). Er beobachtet Procyon in einer Höhe von 11°11'18" über dem Horizont. Die berechnete Höhe beträgt 10°57' und das Azimut 73,4°. Welches ist sein wahrscheinlicher Standort?

Ergebnis:

L_{mpp} = 40°07'55" S (wird negativ angezeigt)
 λ_{mpp} = 160°14'56" O (wird negativ angezeigt)

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.	Z_n	<div>↑</div>	<div>1</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>		Z_n in dezimalen
		<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>		Grad
2.	H_c	<div>↑</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>		
3.	H_o	<div>■</div>	<div>H.MS→</div>	<div>−</div>	<div></div>	<div></div>	a	
4.		<div>P→R</div>	<div>CHS</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>		
5.	L_1	<div>■</div>	<div>H.MS→</div>	<div>STO</div>	<div>1</div>	<div>+</div>		
6.		<div>■</div>	<div>→H.MS</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	L_{mpp}	
7.		<div>R↓</div>	<div>RCL</div>	<div>1</div>	<div>COS</div>	<div>÷</div>		
8.		<div>■</div>	<div>→H.MS</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>		
9.	λ_1	<div>■</div>	<div>H.MS+</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	λ_{mpp}	

VERMESSUNGSWESEN

Koordinatenberechnungen im Polygonzug	145
Koordinatenberechnungen im Polygonzug (Winkel oder Brechungswinkel gegeben) ...	148
Azimut und Länge von Polygonzugstrecken	150

KOORDINATENBERECHNUNGEN IM POLYGONZUG

Dieses Verfahren berechnet – vom Festpunkt P1 ausgehend – die Gauß-Krüger-Koordinaten der Neupunkte, wobei die Entfernungen und Richtungen der Einzelstrecken gegeben sein müssen. Für einen geschlossenen Polygonzug können außerdem die Fläche sowie die Entfernung und das Azimut des Abschlusses berechnet werden.

Die Eingabe der Richtungen erfolgt in Form einer Winkelangabe mit dem Zusatz, in welchem der vier Quadranten NO, SO, NW oder SW die Streckenrichtung liegt. Diese Richtungsangaben werden dann in das entsprechende Azimut ($0-360^\circ$) umgerechnet.

Formeln:

$$HE = SE \sin(ZW)$$

$$H_{i+1} = H_i + HE \sin(AZ)$$

$$R_{i+1} = R_i + HE \cos(AZ)$$

$$\text{Fläche} = (H_2 - H_1) [(R_2 - R_1)/2] + (H_3 - H_2) [(R_3 - R_1) + (R_3 - R_2)/2] + \dots + (H_n - H_{n-1}) [(R_n - R_1) + (R_n - R_{n-1})/2]$$

dabei bedeutet:

HE = Horizontalentfernung

SE = Schrägentfernung

ZW = Zenitwinkel

AZ = Azimut der Polygonstrecke

BRG = Richtung mit Angabe des Quadranten

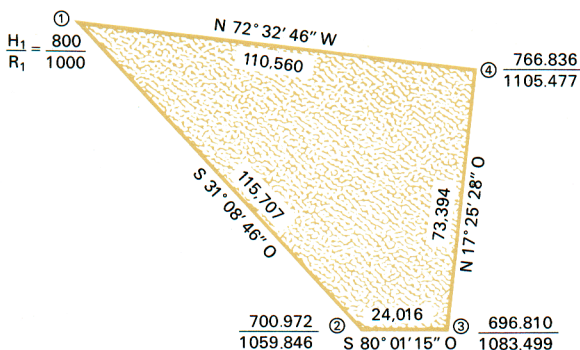
H_i = Hochwert des i-ten Punktes

R_i = Rechtswert des i-ten Punktes

HE_s = Horizontalentfernung des Abschlusses

AZ_s = Azimut des Abschlusses

Beispiel: Gegeben ist der nachstehende geschlossene Polygonzug. Berechnen Sie aus den Richtungs- und Entfernungsangaben die Hoch- und Rechtswerte aller Punkte, Entfernung sowie Azimut des Abschlusses und die eingeschlossene Fläche.



Ergebnisse:

$$H_1 \text{ (errechnet)} = 799,998$$

$$R_1 \text{ (errechnet)} = 1000,007$$

$$\text{Fläche} = 5104,08$$

$$HE_s = 0,007$$

$$AZ_s = 109^\circ 05' 49''$$

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.			CLEAR					
2.	H ₁	STO	1					
3.	R ₁	STO	2	x \rightleftharpoons y	Σ +			
4.	BRG NO		H.MS \rightarrow					
	BRG SO		H.MS \rightarrow	CHS	1	8		
		0	+					
	BRG NW		H.MS \rightarrow	CHS				
	BRG SW		H.MS \rightarrow	1	8	0		
		+						
5.	HE oder SE							
6.		\uparrow						Wenn Sie die
7.	ZW		H.MS \rightarrow	SIN	\times			Horizontalentfer-
								nung eingeben,
								sind die Zeilen 6
								und 7 zu über-
								springen
8.		P \rightarrow R	Σ +					
9.		RCL	3		Last X	+		Überspringen Sie
10.		STO	3		Last X	2		die Zeilen 9–12,
11.		\div	$-$	\times	STO	+		wenn Sie die
12.		4						Fläche nicht be-
								nötigen
13.		RCL	Σ +				H _i	
14.		x \rightleftharpoons y					R _i	Gehen Sie für den
								nächsten Eckpunkt
								nach Zeile 4
15.		RCL	4				Fläche	Minuszeichen
								ohne Bedeutung
16.		RCL	2	RCL	1			
17.		Σ -	RCL	Σ +	R \rightarrow P		HE _s	
18.		x \rightleftharpoons y		\rightarrow H.MS			AZ _s	Falls negativ,
								addieren Sie 360°
								(HMS \rightarrow)

KOORDINATENBERECHNUNGEN IM POLYGONZUG

(Winkel oder Brechungswinkel gegeben)

Hier werden nicht Richtungen (wie im vorstehenden Beispiel), sondern die Winkel zwischen den Polygonzugstrecken zur Berechnung der Gauß-Krüger-Koordinaten der Eckpunkte verwendet.

Zur Berechnung der gesuchten Hoch- und Rechtswerte können Sie wahlweise die Winkel oder Brechungswinkel mit dem Zusatz «rechts» (R) oder «links» (L) angeben. Für einen geschlossenen Polygonzug werden außerdem die Fläche sowie die Entfernung und das Azimut für den Abschluß berechnet.

Formeln:

$$HE = SE \sin (ZW)$$

$$H_{i+1} = H_i + HE \sin (AZ)$$

$$R_{i+1} = R_i + HE \cos (AZ)$$

$$\begin{aligned} \text{Fläche} = & (H_2 - H_1) [(R_2 - R_1)/2] + (H_3 - H_2) [(R_3 - R_1) + (R_3 - R_2)/2] + \dots + \\ & + (H_n - H_{n-1}) [(R_{n-1} - R_1) + (R_n - R_{n-1})/2] \end{aligned}$$

dabei bedeutet:

HE = Horizontalentfernung

SE = Schrägentfernung

ZW = Zenitwinkel

AZ = Azimut der Polygonstrecke

REF AZ = Bezugsazimut (Referenz)

WR = Winkel rechts

WL = Winkel links

BR = Brechungswinkel rechts

BL = Brechungswinkel links

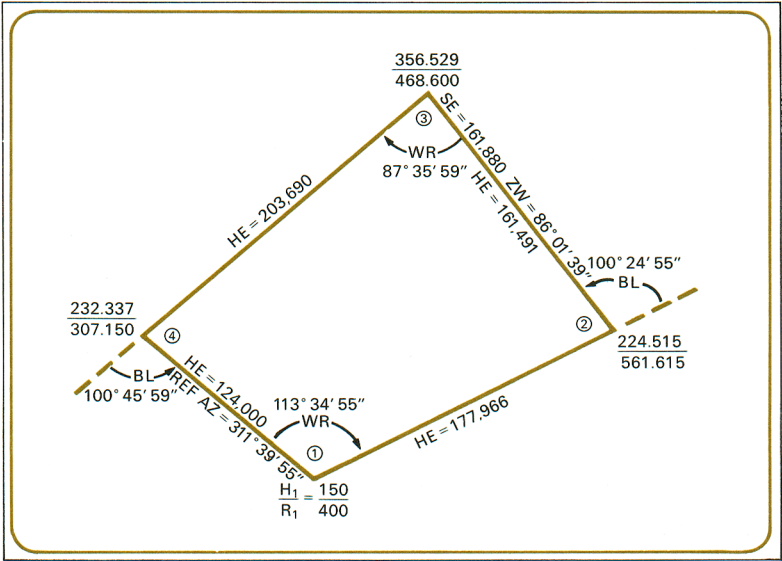
H_i = Hochwert des i-ten Punktes

R_i = Rechtswert des i-ten Punktes

HE_s = Horizontalentfernung des Abschlusses

AZ_s = Azimut des Abschlusses

Beispiel: Berechnen Sie zu dem nachfolgend gegebenen Polygonzug alle Hoch- und Rechtswerte sowie die Horizontalentfernung und das Azimut des Abschlusses und die eingeschlossene Fläche.



Ergebnisse:

H_1 (errechnet) = 149,905
 R_1 (errechnet) = 399,783
Fläche = 26558,81
 HE_s = 0,237
 AZ_s = 246° 19' 43"

Zeile	Eingabewerte	Operationen					Ergebnisse	Bemerkungen
1.		<input type="checkbox"/>	CLEAR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
2.	H_1	<input type="checkbox"/>	STO	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
3.	R_1	<input type="checkbox"/>	STO	2	$x \neq y$	$\Sigma +$		
4.	REF AZ	<input type="checkbox"/>	H.MS→	1	8	0		
5.		<input type="checkbox"/>	+	STO	5	<input type="text"/>		
6.	WR	<input type="checkbox"/>	H.MS→	1	8	0		
		<input type="checkbox"/>	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	WL	<input type="checkbox"/>	H.MS→	CHS	1	8		
		<input type="checkbox"/>	0	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	BR	<input type="checkbox"/>	H.MS→	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	BL	<input type="checkbox"/>	H.MS→	CHS	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
7.		<input type="checkbox"/>	RCL	5	+	STO	5	
8.	HE oder SE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		

9.		↑						Wenn Sie die
10.	ZW	■	H.MS→	SIN	×			Horizontalentfer-
								nung eingeben,
								sind die Zeilen 9
								und 10 zu über-
								springen
11.		P→R	Σ+					
12.		RCL	3	■	Last X	+		Überspringen Sie
13.		STO	3	■	Last X	2		die Zeilen 12–15,
14.		÷	–	×	STO	+		wenn Sie die
15.		4						Fläche nicht be-
								nötigen
16.		RCL	Σ+				H _i	
17.		x ↔ y					R _i	Gehen Sie für den
								nächsten Eckpunkt
								nach Zeile 6
18.		RCL	4				Fläche	Minuszeichen
								ohne Bedeutung
19.		RCL	2	RCL	1	■		
20.		Σ–	RCL	Σ+	R→P		HE _s	
21.		x ↔ y	■	→H.MS			AZ _s	Falls negativ,
								addieren Sie 360°
								(■ H.MS+)

AZIMUT UND LÄNGE VON POLYGONZUGSTRECKEN

Diese Routine berechnet für einen Polygonzug die Entfernungen und das Azimut zwischen den Eckpunkten aus den Eckpunktkoordinaten (Hoch- und Rechtswerte). Für ein geschlossenes Polygon kann die Fläche berechnet werden.

Formeln:

$$HE = \sqrt{(R_i - R_{i-1})^2 + (H_i - H_{i-1})^2}$$

$$AZ = \tan^{-1} \left(\frac{R_i - R_{i-1}}{H_i - H_{i-1}} \right)$$

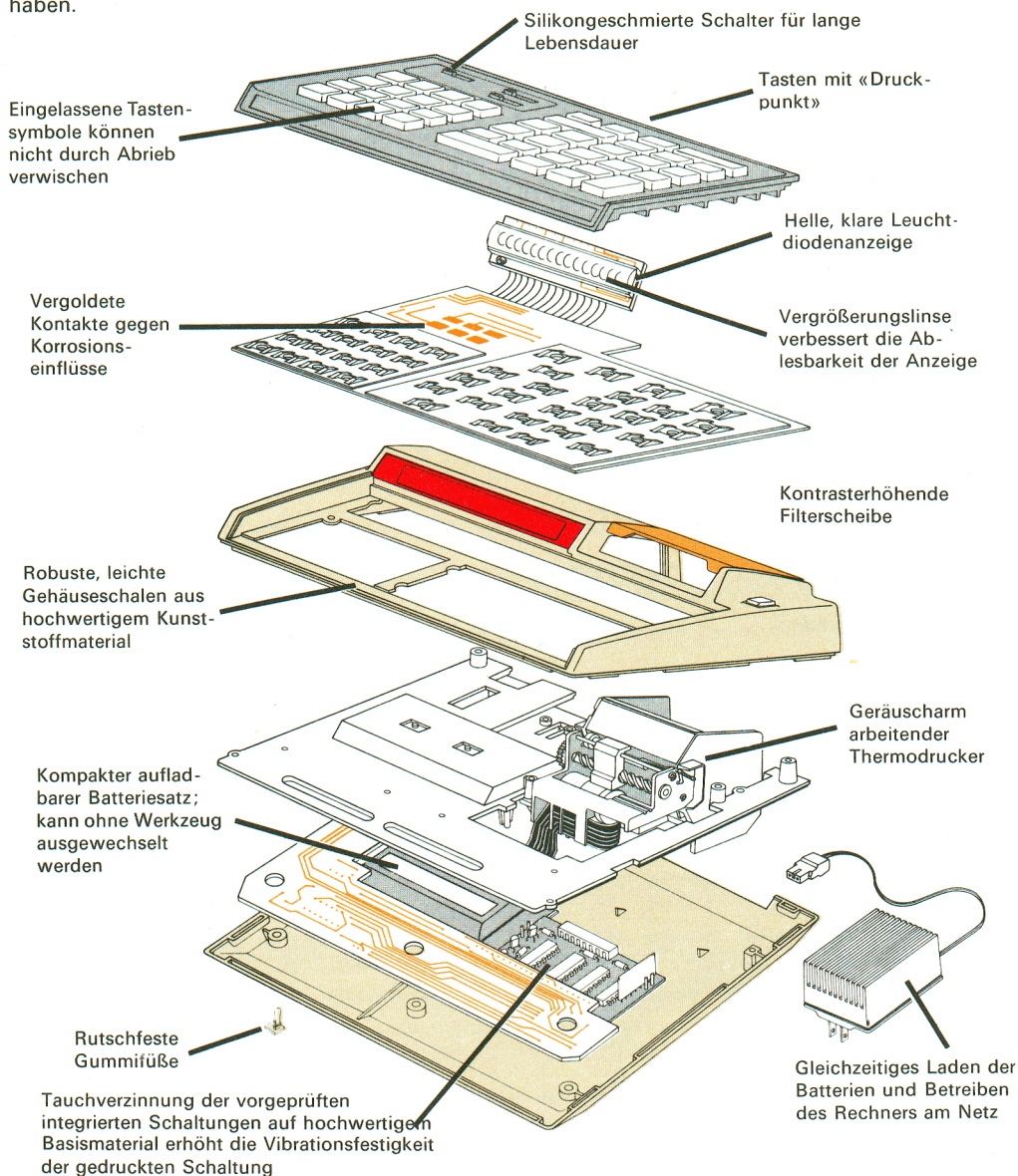
$$\begin{aligned} \text{Fläche} = & (H_2 - H_1) [(R_2 - R_1)/2] + (H_3 - H_2) [(R_3 - R_1) + (R_3 - R_2)/2] + \dots + \\ & + (H_n - H_{n-1}) [(R_{n-1} - R_1) + (R_n - R_{n-1})/2] \end{aligned}$$

16.		<div><div></div></div>	Last X	$R \rightarrow P$			HE	
17.		$x \neq y$	<div><div></div></div>	\rightarrow H.MS			AZ	Falls negativ,
								addieren Sie 360°
								(<div><div></div>H.MS+</div>)
18.								Gehen Sie für die
								nächsten Werte
								von H, R nach
								Zeile 4 – Fahren
								Sie fort, bis H ₁ und
								R ₁ erneut einge-
								geben wurden
19.		RCL	4				Fläche	

ANHANG A. ZUBEHÖR UND WARTUNG

IHR HEWLETT-PACKARD RECHNER

Die folgende Explosionszeichnung zeigt Ihnen den prinzipiellen Aufbau Ihres HP-91. Als weiteres Glied in der Reihe der fortschrittlichen Hewlett-Packard Rechner zeichnet er sich durch ein neuzeitliches Design, überragende Leistungen und die Tatsache aus, daß die HP-Ingenieure bei der Entwicklung und Fertigung auch dem kleinsten Detail große Aufmerksamkeit geschenkt haben.



Alle Hewlett-Packard Rechner sind nach ihrer Fertigung auf mechanische und elektrische Funktionsfehler geprüft; dabei werden alle Rechnerfunktionen gründlich getestet.

Hewlett-Packard steht als Weltunternehmen auf dem elektronischen Gerätesektor auch nach dem Verkauf mit Service- und Vertriebsniederlassungen in 65 Ländern hinter seinen Produkten. Durch das zahlreiche angebotene Zubehör und die Möglichkeit der schnellen Wartung und Instandsetzung wird der Nutzen, den Sie aus Ihrem HP-91 ziehen können, noch erhöht.

STANDARD-ZUBEHÖR

Zusammen mit Ihrem HP-91 werden Ihnen die folgenden Zubehörteile geliefert:

Zubehör

• Batteriesatz (bereits im Rechner eingesetzt)	1420-0227
• <i>HP-91 Bedienungs-Handbuch</i>	00091-90001
• Netzladegerät; entweder für Europa (200–254 V, 50–60 Hz)	82031A
oder für Großbritannien (200–254 V, 50–60 Hz)	82032A
• 2 Rollen Druckpapier (in Packungen zu je 6 Rollen lieferbar)	9270-0513
• Reisekassette	1540-0383

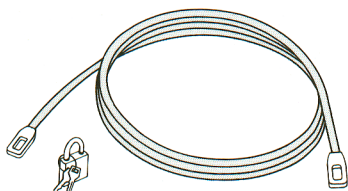
Die vorstehend aufgeführten Standard-Zubehörteile können Sie ebenso wie weiteres Sonder-Zubehör bei der nächstgelegenen HP-Niederlassung bestellen (siehe auch Anhang C).

ZUSÄTZLICHES ZUBEHÖR

Die Liste der lieferbaren Zubehörteile wird von Zeit zu Zeit erweitert. Ein Verzeichnis der verfügbaren Sonder-Zubehörteile mit Preisliste ist bei der nächstgelegenen HP-Niederlassung (Anhang C) erhältlich.

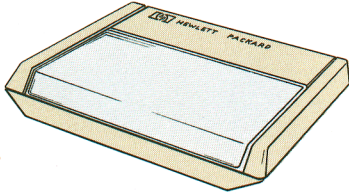
SICHERHEITS-KABEL 82044A

Sicherlich wird Ihr HP-91 nicht nur Sie begeistern; um ihn in entsprechenden Situationen vor Langfingern oder solchen Leuten zu schützen, die ihn sich «eben bloß mal ausleihen» wollen, können Sie das abgebildete Sicherheits-Kabel verwenden. Mit diesem kunststoffüberzogenen Stahlkabel kann Ihr HP-91 ständig einsatzbereit und doch wirkungsvoll diebstahlschutz auf dem Arbeitstisch verbleiben. Für die Befestigung des Kabels, das mit Schloß geliefert wird, sind keine umfangreichen Montagearbeiten erforderlich.



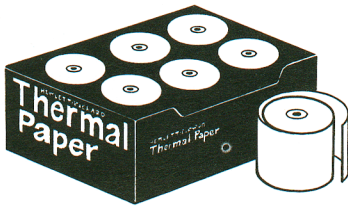
RESERVE-BATTERIESATZ 82037A

Wenn Sie Ihren Rechner häufig netzunabhängig verwenden wollen, ist dieses Zubehörteil von großem Nutzen. Zusammen mit dem Batteriesatz wird ein Batteriehalter geliefert, an den das Netzladegerät Ihres HP-91 direkt angeschlossen werden kann. Auf diese Weise können Sie einen Batteriesatz laden, während der andere im Rechner verwendet wird.



THERMO-DRUCKPAPIER 82045

Druckpapier für Ihren HP-91 ist in Packungen mit jeweils 6 Rollen erhältlich.



Wenden Sie sich für die Bestellung dieser Zubehörteile an die nächstgelegene HP-Niederlassung (siehe Anhang C).

NETZBETRIEB

Der in den Rechner eingesetzte Batteriesatz besteht aus wiederaufladbaren NC-Akkumulatoren. Wenn Sie Ihren Rechner erhalten, ist die Batterie in der Regel nicht geladen. Sie können Ihren HP-91 aber dennoch sofort verwenden, wenn Sie ihn über das mitgelieferte Ladegerät an das Netz anschließen. Wenn Sie auf solche Weise Ihren Rechner im Netzbetrieb verwenden, müssen die Batterien im Gerät eingesetzt bleiben.

Wenn Sie Ihren HP-91 im Netzbetrieb verwenden und der Batteriesatz nicht im Rechner eingesetzt ist, können Sie eine fehlerhafte oder unsinnige Anzeige erhalten.

Wenn Sie das Netzladegerät anschließen wollen, müssen Sie wie folgt vorgehen:

1. Schalten Sie den HP-91 aus.
2. Stecken Sie den Ladestecker in die rückwärtige Buchse am Rechner.
3. Stecken Sie den Netzstecker des Ladegerätes in eine Steckdose.

Vorsicht

Ihr Rechner kann beschädigt werden, wenn Sie ein anderes als das mitgelieferte HP-Netzladegerät verwenden.

LADEN DER BATTERIE

Wenn Sie das Netzladegerät wie oben beschrieben angeschlossen haben, werden die eingesetzten Batterien geladen. Dabei können Sie den Rechner abschalten oder ihn in der Stellung ON benutzen. Die Ladezeit beträgt für einen vollständig entladenen Batteriesatz:

Bei eingeschaltetem Rechner:	ca. 17 Stunden
Bei ausgeschaltetem Rechner:	ca. 6 Stunden

Nach jeweils kürzeren Ladeperioden wird auch die zur Verfügung stehende Betriebszeit des Rechners geringer sein. Unabhängig davon, ob der Rechner während des Ladevorgangs ein- oder ausgeschaltet ist, können die Batterien niemals überladen werden. Der Rechner kann daher ohne weiteres am Netz angeschlossen bleiben, wobei es normal ist, daß sowohl der Rechner als auch das Ladegerät handwarm werden.

BATTERIEBETRIEB

Wenn Sie Ihren HP-91 netzunabhängig verwenden wollen, schalten Sie ihn aus, ziehen Sie den Stecker des Ladekabels heraus und schalten Sie dann den Rechner wieder ein. (Das Netzladegerät kann dabei am Netz angeschlossen bleiben.)

Bei Batteriebetrieb können Sie Ihren HP-91 stets mit sich führen. Bei voll geladenem Batteriesatz stehen zwischen 3 und 6 Stunden Rechenzeit zur Verfügung. Wenn Sie den Rechner immer dann abschalten, wenn Sie ihn gerade nicht brauchen, reicht dies voll und ganz für einen normalen Arbeitstag.

Der Drucker Ihres HP-91 hat am Stromverbrauch den größten Anteil. Sie sollten den Drucker-Wahlschalter daher bei Batteriebetrieb in Stellung MAN (von Hand) schieben, wenn Sie keinen gedruckten Beleg Ihrer Rechnung benötigen.

AUSTAUSCHEN DES BATTERIESATZES

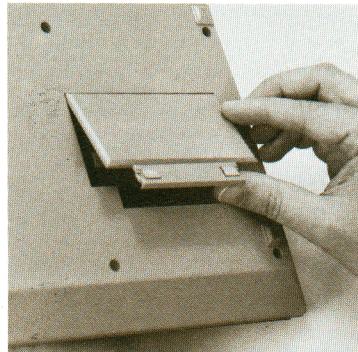
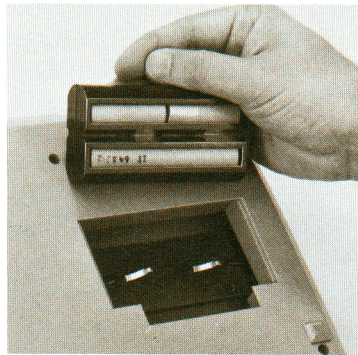
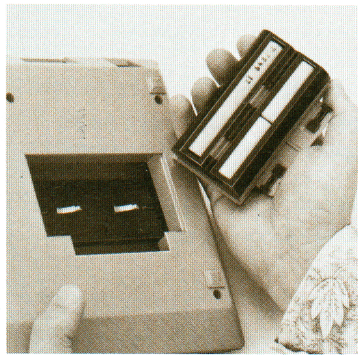
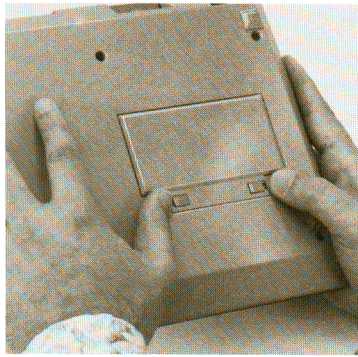
Wenn dies einmal nötig sein sollte, ersetzen Sie den mitgelieferten Batteriesatz durch einen gleichartigen von Hewlett-Packard.

Vorsicht

Wenn Sie einen anderen als den Original Hewlett-Packard Batteriesatz in Ihrem Gerät verwenden, kann dieses beschädigt werden.

Gehen Sie zum Auswechseln des Batteriesatzes wie folgt vor:

1. Schalten Sie den Rechner aus und ziehen Sie den Stecker des Ladekabels heraus.
2. Schieben Sie die beiden Riegel des Batteriefach-Deckels nach innen.



3. Lassen Sie den Deckel und den Batteriesatz herausfallen.
4. Kontrollieren Sie die Federspannung der beiden Batteriekontakte und biegen Sie diese ggf. etwas nach.

5. Setzen Sie den neuen Batteriesatz ein und achten Sie dabei auf die richtige Lage der Kontakte.

6. Batteriedeckel mit der – den Verschlussriegeln gegenüberliegenden – Seite unter den Rand des Rechnergehäuses schieben und beiklappen.

7. Sichern Sie den Batteriedeckel, indem Sie die beiden Verschlussriegel nach außen schieben.

PFLEGE DES BATTERIESATZES

Auch wenn Sie Ihren HP-91 nicht im Batteriebetrieb verwenden, entladen sich die Batterien langsam von selbst. Diese Selbstentladung ist gering und beträgt etwa 1% Kapazitätsverlust pro Tag. Es kann vorkommen, daß die Batterien nach einer Lagerung von 30 Tagen nur noch 50–75% ihrer Kapazität haben und der Rechner sich nicht einschalten läßt. In diesem Fall sollten Sie den Batteriesatz gegen einen geladenen Austausch-Batteriesatz auswechseln oder aber den teilentladenen Batteriesatz mindestens 14 Stunden lang laden.

Falls sich die Batterien in kurzer Zeit von selbst entladen oder nur eine sehr kurze Betriebszeit zulassen, kann es sein, daß sie defekt sind. Falls die Garantiezeit von einem Jahr noch nicht abgelaufen ist, senden Sie den Batteriesatz gemäß den Versandbestimmungen an Hewlett-Packard. Falls die Garantie nicht mehr wirksam ist, können Sie mit der Zubehör-Bestellkarte einen neuen Batteriesatz bestellen.

Vorsicht

Versuchen Sie nicht, einen Batteriesatz mit anderen Mitteln zu überladen oder einen alten Batteriesatz ins Feuer zu werfen – die NC-Akkumulatoren können dabei platzen oder giftige Stoffe freisetzen.

Achten Sie darauf, die Kontakte Ihres Batteriesatzes niemals kurzzuschließen. Der dabei fließende extrem große Strom kann zum Schmelzen des Batteriesatzes oder gar zu ernststen Verbrennungen führen.

Wenn Sie Ihren Batteriesatz in Hinsicht auf eine maximale Lebensdauer schonen wollen, sollten Sie so wenig Stellen wie möglich anzeigen und im Batteriebetrieb den Drucker nur dann verwenden, wenn Sie ihn auch benötigen.

HP-91-THERMODRUCKER

Der Drucker Ihres HP-91 besitzt einen beweglichen Druckkopf, der auf einem speziellen hitzeempfindlichen Papier schreibt. Wenn der Druckkopf vom Rechner angesteuert wird, heizt er sich und die umliegende Zone des Druckpapiers auf. Dadurch wird auf dem Druckpapier ein chemischer Vorgang ausgelöst, der das Material verfärbt. Der Drucker Ihres HP-91 arbeitet bei geringem Stromverbrauch nahezu geräuschlos und wurde speziell für den Einsatz in tragbaren Rechnern entwickelt.

THERMODRUCKPAPIER

Da der Drucker Ihres HP-91 nach dem Thermoprinzip arbeitet, benötigt er spezielles hitzeempfindliches Druckpapier. Sie sollten nur das von Hewlett-Packard in 25-Meter-Rollen (80 Fuß) erhältliche Thermodruckpapier verwenden.

Da das benötigte Druckpapier eine spezielle hitzeempfindliche Beschichtung benötigt, lassen sich die gewöhnlichen Papierrollen, wie sie in Additionsmaschinen und Registrierkassen Verwendung finden, nicht einsetzen. Auch unter den Thermodruckpapieren gibt es bezüglich der Ansprechempfindlichkeit gewisse Unterschiede; Sie sollten daher nur das Original HP-Thermodruckpapier verwenden, für das der Drucker ausgelegt ist. Damit bewahren Sie den Drucker vor eventuellen Beschädigungen und haben die Gewähr für ein sauberes und scharfes Druckbild.

Verwenden Sie für Ihren HP-91 nur Hewlett-Packard Thermodruckpapier.

Ihren Vorrat an Druckpapierrollen sollten Sie an einem kühlen und dunklen Ort lagern. Bei direkter Sonneneinstrahlung über längere Zeit können sich Thermodruckpapiere verfärben. Das gleiche gilt für den Fall, daß das Material mit Azeton, Ammoniak oder anderen organischen Lösungsmitteln in Verbindung kommt. Aus dem gleichen Grund sollten Sie die Druckpapierrollen auch vor Temperaturen über 50°C schützen. (Benzin- und Öldämpfe können dem Material übrigens nicht schaden!)

Obwohl sich beschriftete Druckerstreifen, die 30 Tage lang mit fluoreszierendem Licht bestrahlt wurden, nicht verfärbt haben oder verblaßt sind, sollten Sie diese Aufzeichnungen an einem dunklen und kühlen Ort aufbewahren und sie vor der Einwirkung von Lösungsmitteldämpfen schützen. (Wenn dies aus Sicherheitsgründen notwendig erscheint, können Sie von diesen Druckerstreifen auf normalen Bürokopierern Duplikate herstellen.)

AUSWECHSELN DER DRUCKPAPIERROLLE



Verfahren Sie zum Auswechseln der Druckpapierrolle wie folgt:

1. Öffnen Sie die Abdeckung über der Papierrolle und entfernen Sie den leeren Kern der alten Rolle.

2. Wickeln Sie vor dem Einsetzen der neuen Rolle die ersten zwei oder drei Windungen ab und überzeugen Sie sich davon, daß sich auf dem Rest der Rolle keine Klebstoffrückstände mehr befinden.

3. Knicken Sie den Papieranfang einmal um und fahren Sie den Falz mit dem Fingernagel nach.





4. Legen Sie die Rolle vorübergehend in der Abdeckung ab und führen Sie den Papieranfang in den Schlitz nahe dem Boden des Papierrollenbehälters ein.
5. Schalten Sie den Rechner ein und drücken Sie die Papiervorschub-Taste so oft, bis die Papiervorderkante hinter der durchsichtigen Abreißkante sichtbar wird.



6. Legen Sie die Rolle jetzt in den Papierrollenbehälter und schließen Sie die Abdeckung.

Wenn sich kein Papier im Rechner befindet, funktioniert zwar die Papiervorschub-Taste, der Drucker arbeitet aber nicht.

PFLEGE DES DRUCKERS

Der Drucker Ihres HP-91 ist, wie der übrige Rechner auch, für einen wartungsfreien Betrieb ausgelegt. Alle beweglichen Stellen befinden sich an selbstschmierenden Lagern, so daß ein Ölen oder Reinigen dieser Teile fortfällt. Sie können von Zeit zu Zeit die abnehmbare Kunststoff-Abreißschiene mit Wasser und einem milden Reinigungsmittel säubern. (Sie dürfen dazu *keinesfalls* Azeton oder Alkohol verwenden!)

Sie sollten *niemals* versuchen, mit einem Werkzeug wie beispielsweise einem Schraubenzieher oder Bleistift an den beweglichen Teilen des Druckers zu arbeiten. Wenn sich das Papier verklemmt hat und nicht einwandfrei zu transportieren ist, können Sie den Schaden meist schon dadurch beheben, daß Sie den Papierstreifen von Hand in beiden Richtungen durch die Papierführung ziehen. (Sie können zur besseren Erreichbarkeit dieser Teile die Abreißschiene abnehmen.)

Wenn der Papiervorschub arbeitet, aber auf dem Druckerstreifen keine Schrift erscheint, ist die Papierrolle wahrscheinlich in der falschen Richtung eingelegt. (Das Druckpapier ist nur einseitig mit der hitzeempfindlichen Chemikalie behandelt.) Reißen Sie das vorstehende Papierstreifenstück ab, öffnen Sie die Papierabdeckung und ziehen Sie das Papier an der Rolle aus der Führung heraus. Drehen Sie dann die Rolle um und legen Sie sie so ein, wie es im Absatz «Auswechseln der Druckpapierrolle» beschrieben ist.

ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn Sie den Rechner netzunabhängig verwenden und die Batterie nahezu entladen ist, warnt Sie der Rechner durch einen hellen roten Leuchtpunkt in der Anzeige:

1*23

-23

Anzeige abfallender Batteriespannung

Sie müssen dann entweder das Netzladegerät anschließen oder einen anderen geladenen Batteriesatz in den Rechner einsetzen.

KEINE ANZEIGE

Wenn die Anzeige dunkel bleibt oder erlischt, schalten Sie den HP-91 aus und dann wieder ein. Wenn Sie nicht die Anzeige **0.00** erhalten, überprüfen Sie die folgenden Punkte:

1. Falls das Ladegerät angeschlossen ist, sollten Sie prüfen, ob die verwendete Steckdose auch unter Spannung steht. War das Ladegerät noch nicht angeschlossen, ist der Rechner auszuschalten, bevor Sie das Kabel des Netzladegerätes an den HP-91 anschließen.
2. Überprüfen Sie, ob vielleicht die Kontakte des Batteriesatzes verschmutzt sind.
3. Tauschen Sie den Batteriesatz, wenn möglich, gegen einen geladenen Reserve-Batteriesatz aus.
4. Wenn die Anzeige noch immer ausbleibt, versuchen Sie, den Rechner (mit eingesetztem Batteriesatz) am angeschlossenen Netzladegerät zu betreiben.
5. Wenn Sie jetzt immer noch keine Anzeige erhalten, ist der Rechner defekt. (Siehe Absatz «Garantie».)

TEMPERATURBEREICH

Der Rechner kann im folgenden Temperaturbereich eingesetzt werden:

Betrieb	0° bis 45° C	32° bis 113° F
Laden	15° bis 40° C	59° bis 104° F
Lagerung	-40° bis 55° C	-40° bis 131° F

GARANTIE

Auf den HP-91 erhalten Sie eine Garantie von 12 Monaten. Sie erstreckt sich auf Material- und Verarbeitungsfehler. Dabei werden fehlerhafte Teile instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn Sie den Rechner nach den unten angegebenen Versandanweisungen an Hewlett-Packard einsenden.

Die Garantie erstreckt sich nicht auf solche Schäden, die durch Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparatur oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Hewlett-Packard haftet insbesondere nicht für eventuelle Folgeschäden.

Nach Ablauf der Garantiezeit wird der Rechner gegen eine geringe Berechnung repariert. Auf solche Arbeiten sowie Serviceleistungen im Rahmen der einjährigen Garantie wird dann wiederum eine Garantie von 90 Tagen Dauer gewährt.

REPARATURDAUER

Normalerweise kann die Instandsetzung eingesandter Geräte und der Rückversand innerhalb von fünf Werktagen erfolgen. Dieser Wert ist allerdings als Mittelwert anzusehen. In Abhängigkeit von der Belastung der Service-Abteilung kann im Einzelfall diese Frist von fünf Tagen auch einmal überschritten werden.

VERSANDANWEISUNGEN

Bei fehlerhaftem Arbeiten des Ladegerätes oder des Rechners senden Sie uns:

- Ihren HP-91 mit allen Standard-Zubehörteilen.
- Eine komplett ausgefüllte Service-Karte.

Schicken Sie Ihren Rechner in der Originalverpackung an die in der Service-Karte angegebene Anschrift der nächsten Servicestelle in Ihrem Land. Das Porto geht zu Lasten des Einsenders, wobei es unerheblich ist, ob die Garantiefrist bereits abgelaufen ist oder nicht. Innerhalb der Garantiezeit werden die Kosten für die Rücksendung des instandgesetzten Gerätes von Hewlett-Packard getragen.

TECHNISCHE ÄNDERUNGEN

Hewlett-Packard behält sich technische Änderungen vor. Die Produkte werden auf der Basis der Eigenschaften verkauft, die am Verkaufstag gültig waren. Eine Verpflichtung zur Änderung einmal verkaufter Geräte besteht nicht.

SONSTIGES





















Service-Verträge werden zu diesem Rechner nicht angeboten. Ausführung und Entwurf des Rechners und der Elektronik sind geistiges Eigentum von Hewlett-Packard; Service-Handbücher können daher an Kunden nicht abgegeben werden.

Sollten weitere servicebezogene Fragen auftreten, so rufen Sie eine der im Anhang C angegebenen Telefonnummern an.

ANHANG B. UNERLAUBTE OPERATIONEN

Wenn Sie versuchen, eine der folgenden unerlaubten Operationen, wie beispielsweise die Division durch Null, auszuführen, zeigt der Rechner in der Anzeige das Wort «Error» an. Steht der Drucker-Wahlschalter in der Stellung NORM oder ALL, erscheint das Wort «Error» ebenso auf dem Druckerstreifen.

Unerlaubte Operationen:

	wenn $x = 0$
	wenn $y = 0$ und $x \leq 0$
	wenn $y < 0$ und x nicht ganzzahlig
	wenn $x < 0$
	wenn $x = 0$
	wenn $x \leq 0$
	wenn $x \leq 0$
	wenn $ x > 1$
	wenn $ x > 1$
 	wenn $x = 0$
	wenn $n = 0$
	wenn $n \leq 1$
 oder 	wenn $n \sum x^2 - (\sum x)^2 = 0$
 oder 	wenn $n = 0$
	wenn $y = 0$
	wenn $\sum x = 0$
	wenn $x < 0$ oder x nicht ganzzahlig

ANHANG C. INTERNATIONALE VERKAUFS- UND SERVICE-NIEDERLASSUNGEN

Die mit (*) gekennzeichneten Stellen verfügen über Service-Möglichkeiten für Ihren HP-Taschenrechner. Wenden Sie sich mit allen diesbezüglichen Anfragen an die Service-Niederlassung Ihres Landes.

EUROPA

BELGIEN

- * Hewlett-Packard Benelux
S.A./N.V.
Avenue du Col Vert, 1
(Groenkraaglaan)
B-1170 Brussels
Tel: (02) 672 22 40
Cable: PALOBEN Brussels
Telex: 23-494 paloben bru

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

- * Hewlett-Packard GmbH
Vertriebszentrale Frankfurt
Bernerstrasse 117
Postfach 560140
D-6000 Frankfurt 56
Tel: (0611) 50 04-1
Cable: HEWPACKSA Frankfurt
Telex: 41 32 49 fra

Hewlett-Packard GmbH
D-1000 Berlin 30
Tel: (030) 24 90 86

Hewlett-Packard GmbH
D-7030 Böblingen, Württemberg
Tel: (07031) 66 72 87

Hewlett-Packard GmbH
D-4000 Düsseldorf
Tel: (0211) 63 80 31/5

Hewlett-Packard GmbH
D-2000 Hamburg 1
Tel: (040) 24 13 93

Hewlett-Packard GmbH
D-8012 Ottobrunn
Tel: (089) 601 30 61/7

Hewlett-Packard GmbH
D-3000 Hannover-Kleefeld
Tel: (0511) 55 60 46

Hewlett-Packard GmbH
D-8500 Nürnberg
Tel: (0911) 57 10 66/75

DÄNEMARK

- * Hewlett-Packard A/S
Datevej 52
DK-3460 Birkerød
Tel: (01) 81-66-40
Cable: HEWPACK AS
Telex: 16640 hp as

Hewlett-Packard A/S
DK-8600 Silkeborg
Tel: (06) 8271 66

FINNLAND

- * Hewlett-Packard Oy
Bulevard 26
P.O. Box 185

SF-00120 Helsinki 12
Tel: (90) 13730
Cable: HEWPACKOY Helsinki
Telex: 12-15363 hel

FRANKREICH

- * Hewlett-Packard France
Quartier de Courtaubœuf
Boîte Postale N° 6
F-91401 Orsay
Tel: (1) 907 78 25
Cable: HEWPACK Orsay
Telex: 60048

Hewlett-Packard France
F-69130 Ecully
Tel: (78) 33 81 25/83 65 25

Hewlett-Packard France
F-31770 Colomiers
Tel: (61) 78 11 55

Hewlett-Packard France
F-13721 Aéroport de Marignane
Tel: (91) 89 12 36

Hewlett-Packard France
F-35000 Rennes
Tel: (99) 36 33 21

Hewlett-Packard France
F-67000 Strasbourg
Tel: (88) 35 23 20/21

GRIECHENLAND

- * Kostas Karayannis
18 Ermou Str.
Athens 126
Tel: 3230-303
Telex: 315962

* Hewlett-Packard Athens
Kolokotroni Str. 35
Platia Kefallariou/Kifissia
Athens
Tel: 8080337/8080359/
8080429/8018693
Telex: 216588

GROSSBRITANNIEN

- * Hewlett-Packard Ltd.
King Street Lane
GB-Winnersh, Wokingham
Berk. RG11 5 AR.
Tel: Wokingham 784774
Telex: 847178 & 9

Hewlett-Packard Ltd.
GB-Altrincham, Cheshire
Tel: (061) 928-9021

Hewlett-Packard Ltd.
c/o Makro
GB-Halesowen, Worcs.
Tel: Birmingham 7860

Hewlett-Packard Ltd.
GB-Thornton Heath CR4 6XL,
Surrey
Tel: (01) 684 0105

Hewlett-Packard Ltd.
c/o Makro
GB-New Town, County Durham
Tel: Washington 464001,
ext 57/58

IRLAND

- * Hewlett-Packard Ltd.
King Street Lane
GB-Winnersh, Wokingham
Berk. RG11 5AR.
Tel: Wokingham 784774
Telex: 847178 & 9

Hewlett-Packard Ltd.
GB-Altrincham, Cheshire
Tel: (061) 928-9021

ISLAND

Skrifstofuvelur H.F.
Reykjavik
Tel: 20560

ITALIEN

- * Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
Via Amerigo Vespucci, 2
I-20124 Milano

Tel: (2) 62 51
Cable: HEWPACKIT Milano
Telex: 32046

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
I-00143 Roma-Eur
Tel: (6) 5912544/5, 5915947

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
I-10121 Torino
Tel: 53 82 64

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
I-95126 Catania
Tel: (095) 370504

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
I-35100 Padova
Tel: 66 40 62, 66 31 88

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
I-56100 Pisa
Tel: (050) 500022

LUXEMBURG

- * Hewlett-Packard Benelux
S.A./N.V.
Avenue du Col Vert, 1
(Groenkraaglaan)
B-1170 Brussels
Tel: (02) 672 22 40
Cable: PALOBEN Brussels
Telex: 23-494 paloben bru

NIEDERLANDE

- * Hewlett-Packard Benelux N.V.
Van Heuven Goedhartlaan 121
P.O. Box 667
NL-1134 Amstelveen
Tel: (020) 5411522
Cable: PALOBEN Amsterdam
Telex: 13 216 hepa nl

NORWEGEN

- * Hewlett-Packard Norge A/S
Box 149
Nesveien 13
N-1344 Haslum
Tel: (02) 53 83 60
Telex: 16621 hpnas n

* Taschenrechner-Service

ÖSTERREICH

- * Hewlett-Packard Ges. m.b.H.
Handelskai 52/53
P.O. Box 7
A-1205 Vienna
Tel: (0222) 35 15 21 to 32
Cable: HEWPACK Vienna
Telex: 75923 hewpack a

POLEN

- * Hewlett-Packard
Warsaw Technical Office
Ul. Szpitalna 1/Apartment 50
00-120 Warsaw
Tel: 268031
Telex: 812453

PORTUGAL

Telectra Empresa Técnica de
Equipamentos Eléctricos
Lisbon
Tel: 686072/3/4

SCHWEDEN

- * Hewlett-Packard Sverige AB
Enighetsvägen 1-3, Fack
S-161 20 Bromma 20
Tel: (08) 730 05 50
Cable: MEASUREMENTS
Stockholm
Telex: 10721

Hewlett-Packard Sverige AB
S-431 41 Mölndal
Tel: (031) 27 68 00/01

SCHWEIZ

- * Hewlett-Packard (Schweiz) AG
Zürcherstrasse 20
P.O. Box 64
CH-8952 Schlieren-Zürich
Tel: (01) 98 18 21/24/98 52 40
Cable: HPAG CH
Telex: 53933 hpag ch

Hewlett-Packard (Schweiz) AG
CH-1214 Vernier-Geneva
Tel: (022) 41 49 50

SPANIEN

- * Hewlett-Packard Española S.A.
Jerez No. 3
E-Madrid 16
Tel: 458 26 00
Telex: 23515 hpe

Hewlett-Packard Española S.A.
E-Sevilla
Tel: 64 44 54/58

Hewlett-Packard Española S.A.
E-Barcelona, 17
Tel: (3) 2036200-08 &
2044098/9

Hewlett-Packard Española S.A.
E-Bilbao
Tel: 23 83 06/23 82 06

UDSSR

- * Hewlett-Packard
Representative Office USSR
Hotel Budapest/Room 201
Petrovskie Linii 2/18
Moscow
Tel: 221-79-71

FÜR NICHT AUFGEFÜHRTE
EUROPÄISCHE LÄNDER,
WENDEN SIE SICH AN:

Hewlett-Packard S.A.
7, Rue du Bois-du-Lan
P.O. Box
CH-1217 Meyrin 2
Geneva, Switzerland
Tel: (022) 41 54 00
Cable: HEWPACKSA Geneva
Telex: 2 24 86

FÜR NICHT AUFGEFÜHRTE
LÄNDER IM MITTLEREN OSTEN
UND MITTELMEERRAUM,
WENDEN SIE SICH AN:

Hewlett-Packard S.A.
Mediterranean & Middle East
Operations
35, Kolokotroni Str.-Platia
Kefallariou

GR-Kifissia-Athens
Tel: 8080337, 8080359,
8080429, 8018693
Telex: 21-6588
Cable: HEWPACKSA Athens

FÜR SOZIALISTISCHE LÄNDER,
WENDEN SIE SICH AN:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H.
Handelskai 52/53
P.O. Box 7
A-1205 Vienna
Tel: (0222) 35 16 20 to 29
Cable HEWPACK Vienna
Telex: 75923 hewpack a

NORTH AND SOUTH AMERICA

- * ARGENTINA
- * Hewlett-Packard Argentina
S.A.C.e.l.
Lavalley 1171 3° Piso
Buenos Aires
Tel: 35-0436, 35-0341, 35-0627
Telex: 012-1009
Cable: HEWPACK ARG

BOLIVIA

- * Stambuk & Mark (Bolivia) Ltda.
Av. Mariscal Santa Cruz 1342
La Paz
Tel: 40626, 53163, 52421
Telex: 3560014
Cable: BUKMAR

BRASIL

- * Hewlett-Packard Do Brasil
I.E.C. Ltda.
Rua Frei Caneca, 1.152-Bela Vista
01307-São Paulo-SP
Tel: 288-71-11, 287-81-20,
287-61-93
Telex: 309151/2/3
Cable: HEWPACK São Paulo
- * Hewlett-Packard Do Brasil
I.E.C. Ltda.
Praça Dom Feliciano, 78-8º andar
(Sala 806/8)
- 90000-Porto Alegre-RS
Tel: 25-84-70-DDD (0512)
Cable: HEWPACK Porto Alegre
- * Hewlett-Packard Do Brasil
I.E.C. Ltda.
Rua Siqueira Campos, 53-
4º andar-Copacabana
20000-Rio de Janeiro-GB
Tel: 257-80-94-DDD (021)
Telex: 210079 HEWPACK
Cable: HEWPACK Rio de Janeiro

CANADA

- * Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
275 Hymus Boulevard
Pointe Claire, Quebec H9R 1G7
Tel: (514) 697-4232
TWX: 610-422-3022
Telex: 01-20607
- * Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
837 E. Cordova Street
Vancouver 6, British Columbia
Tel: (604) 254-0531
TWX: 610-922-5059
- Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Winnipeg, Manitoba R3H 0L8
Tel: (204) 786-7581
- Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Calgary, Alberta
Tel: (403) 287-1672
- Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Dartmouth, Nova Scotia B3C 1L1
Tel: (902) 469-7820
- Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Ottawa 3, Ontario K2C 0P9
Tel: (613) 225-6180, 225-6530
- Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Mississauga, L4V 1L9 Ontario
Tel: (416) 678-9430

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Edmonton, Alberta T5G 0X5
Tel: (403) 452-3670

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Ste. Foy, Quebec G1N 4G4
Tel: (418) 688-8710

CHILE

- * Calcagni y Metcalfe Ltda.
Calle Lira 81, Oficina 5
Casilla 2118
Santiago, 1
Tel: 398613
Cable: CALMET

COLOMBIA

- * Instrumentación
H.A. Langebaek & Kier S.A.
Carrera 7 No. 48-59
Apartado Aéreo 6287
Bogotá 1, D.E.
Tel: 45-78-06, 45-55-46
Cable: AARIS Bogotá
Telex: 44400INSTCO

COSTA RICA

- * Lic. Alfredo Gallegos Gudián
Apartado 10159
San José
Tel: 21-86-13
Cable: GALGUR San José

ECUADOR

Oscar Gonzalez Artigas
Compania Ltda.
Avda. 12 De Octubre No. 2207
Sagitra-Quito
Tel: 233-869, 236-6783

EL SALVADOR

- * IPESA
Bulevar de Los Heroes 11-48
San Salvador
Tel: 252-787

GUATEMALA

- * IPESA
Avenida La Reforma 3-48, Zona 9
Guatemala City
Tel: 63-6-27, 64-7-86
Telex: 4192 Teletro Gu

MEXICO

Hewlett-Packard Mexicana,
S.A. de C.V.
Mexico 12, D.F.
Tel: (905) 543-42-32

Hewlett-Packard Mexicana,
S.A. de C.V.
Monterrey, N.L.
Tel: 48-71-32, 48-71-84

NICARAGUA

- * Roberto Terán G
Apartado Postal 689
Edificio Terán
Managua
Tel: 3451, 3452
Cable: ROTERAN Managua

PANAMA

- * Electrónico Balboa, S.A.
P.O. Box 4929
Calle Samuel Lewis
Ciudad de Panama
Tel: 64-2700
Cable: ELECTRON Panama
Telex: 3431103 Curundu,
Canal Zone

PARAGUAY

Z.J. Melamed S.R.L.
División: Aparatos y Equipos
Médicos
División: Aparatos y Equipos
Científicos y de Investigación
P.O.B. 676
Chile-482, Edificio Victoria
Asunción
Tel: 4-5069, 4-6272
Cable: RAMEL

PERU

- * Compañía Electro Médica S.A.
Ave. Enrique Canaval 312
San Isidro
Casilla 1030
Lima
Tel: 22-3900
Cable: ELMED Lima

PUERTO RICO

- * HP Puerto Rico
P.O. Box 41224
Minillas Station
San Juan PR 00940
- Mobil Oil Caribe Building
272 Street
Carolina PR 00630

UNITED STATES OF AMERICA

- * Hewlett-Packard
APD Service Department
P.O. Box 5000
Cupertino, CA 95014
Tel: (408) 996-0100
TWX: 910-338-0546

VENEZUELA

- * Hewlett-Packard de Venezuela C.A.
Apartado 50933
Edificio Segre
Tercera Transversal
Los Ruices Norte
Caracas 107
Tel: 35-00-11
Telex: 21146 HEWPACK
Cable: HEWPACK Caracas

FOR COUNTRIES NOT LISTED, CONTACT:

Hewlett-Packard Inter-Americas
3200 Hillview Avenue
Palo Alto, California 94304
Tel: (415) 493-1501
TWX: 910-373-1260
Telex: 034-8300, 034-8493
Cable: HEWPACK Palo Alto

ASIA, AFRICA AND AUSTRALIA
AMERICAN SAMOA

- * Oceanic Systems Inc.
P.O. Box 777
Pago Pago Bayfront Road
Pago Pago 96799
Tel: 633-5513
Cable: OCEANIC-Pago Pago

ANGOLA

- * Telectra
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.
R. Barbosa Rodrigues, 42-1º DT.
Caixa Postal, 6487-Luanda
Tel: 35515/6
Cable: TELETRA Luanda

AUSTRALIA

- * Hewlett-Packard Australia Pty., Ltd.
31-41 Joseph Street
Blackburn, Victoria 3130
P.O. Box 36
Doncaster East, Victoria 3109
Tel: 89-6351, 89-6306
Telex: 31-024
Cable: HEWPAARD Melbourne
- * Hewlett-Packard Australia Pty., Ltd.
31 Bridge Street
Pymble,
New South Wales, 2073
Tel: 449-6566
Telex: 21561
Cable: HEWPAARD Sydney
- Hewlett-Packard Australia Pty., Ltd.
Prospect, South Australia
Tel: 44-8151

Hewlett-Packard Australia Pty., Ltd.
Claremont, W.A. 6010
Tel: 86-5455

Hewlett-Packard Australia Pty., Ltd.
Fyshwick, A.C.T. 2609
Tel: 95-3733

Hewlett-Packard Australia Pty., Ltd.
Spring Hill, 4000 Queensland
Tel: 29-1544

BAHARAIN

Green Salon
Arabian Gulf
Tel: 5503

BURUNDI

Typomeca S.P.R.L.
B.P. 533
Bujumbura

CYPRUS

Kypronics Ltd.
Nicosia
Tel: 45628/29

ETHIOPIA

- * EMESCO Ltd.
P.O. Box 2550
Kassate Teshome Bldg.
Omedla Square
Addis Ababa
Tel: 12-13-87
Cable: EMESCO Addis Ababa

GUAM

- * Guam Medical Supply, Inc.
Jay Ease Building, Room 210
P.O. Box 8383
Tamuning 96911
Tel: 646-4513

HONG KONG

- * Schmidt & Co. (Hong Kong) Ltd.
P.O. Box 297
Connaught Road, Central
Hong Kong
Tel: 240168, 232735
Telex: HX4766
Cable: SCHMIDTCO Hong Kong

INDIA

- * Blue Star Ltd.
Sahas
414/2 Vir Savarkar Marg
Prabhadevi
Bombay 400 025
Tel: 45 78 87
Telex: 4093
Cable: FROSTBLUE

Blue Star Ltd.
Bombay 400 020
Tel: 29 50 21

Blue Star Ltd.
Bombay 400 025
Tel: 45 73 01

Blue Star Ltd.
Kanpur 208 001
Tel: 6 88 82

Blue Star Ltd.
Calcutta 700 001
Tel: 23-0131

Blue Star Ltd.
New Delhi 110 024
Tel: 62 32 76

Blue Star Ltd.
Secunderabad 500 003
Tel: 7 63 91, 7 73 93

Blue Star Ltd.
Madras 600 001
Tel: 23954

Blue Star Ltd.
Jamshedpur 831 001
Tel: 7383

Blue Star Ltd.
Bangalore 560 025
Tel: 55668

Blue Star Ltd.
Cochin 682 001
Tel: 32069, 32161, 32282

INDONESIA

- * BERCA Indonesia P.T.
P.O. Box 496
1st Floor JL, Cikini Raya 61
Jakarta
Tel: 56038, 40369, 49886
Telex: 2895 Jakarta

IRAN

- * Hewlett-Packard Iran
Daftar Machine Building (No. 19)
Roosevelt Avenue, 14th Street
Tehran
Tel: 851082/3/4/5/6
Telex: 212574

IRAQ

Electromac Services
Baghdad
Tel: 95456

JAPAN

- * Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.
Ohashi Building
1-59-1 Yoyogi

Shibuya-ku, Tokyo
Tel: 03-370-2281/92
Telex: 232-2024 YHP
Cable: YHPMARKET TOK 23 724

- * Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.
Nisei Ibaragi Bldg.
2-2-8, Kasuga
Ibaragi-shi
Osaka
Tel: 0726-23-1641
Telex: 5332-385 YHP-Osaka

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.
Nakamura-Ku, Nagoya City
Tel: 052-571-5171

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.
Yokohama, 221
Tel: 045-312-1252

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.
Mito, 310
Tel: 0292-25-7470

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.
Atsugi, 243
Tel: 0462-24-0452

KENYA

- * Business Machines Kenya Ltd.
Olivetti House
Uhuru Highway/Lusaka Road
P.O. Box 49991 NBI
Nairobi
Tel: 556066
Cable: PRESTO Nairobi

KOREA

American Trading Company
Korea, Ltd.
I.P.O. Box 1103

Dae Kyung Bldg., 8th Floor
107 Sejong-Ro
Chongro Ku, Seoul
Tel: (4 lines) 73 8924 7
Cable: AMTRACO Seoul

KUWAIT

- * Photo and Cine Equipment
P.O. Box 270 Safat
Tel: 422846/423801
Telex: 2247

LEBANON

Macridis Constantin
Beirut
Tel: 366397/8

LIBYA

Kabir Stationery
Tripoli
Tel: 35201

* Taschenrechner-Service

H.M. Zeidan and Sons
Organization
Benghazi
Tel: 94930/94963/93689

MOROCCO

Gerep Ltd.
Casablanca
Tel: 258196/279469

MOZAMBIQUE

- * A.N. Gonçalves, Lta.
162, 1^o Apt. 14 Av. D. Luis
Caixa Postal 107
Lourenço Marques
Tel: 27091, 27114
Telex: 6-203 NEGON Mo
Cable: NEGON

NEW ZEALAND

- * Hewlett-Packard (N.Z.) Ltd.
94-96 Dixon Street
P.O. Box 9443
Courtenay Place,
Wellington

Tel: 59-559
Telex: 3898
Cable: HEWPACK Wellington

- * Hewlett-Packard (N.Z.) Ltd.
Pakuranga Professional Centre
267 Pakuranga Highway
Box 51092
Pakuranga
Tel: 469-651
Cable: HEWPACK, Auckland

NIGERIA

- * The Electronics Instrumen-
tations Ltd.
38B/770 Oyo Road
Oluseun House
P.M.B. 5402
Ibadan
Tel: 22325

PAKISTAN

- * Mushko & Company Ltd.
38B, Satellite Town
Rawalpindi
Tel: 41924
Cable: REMUS Rawalpindi

Mushko & Company Ltd.
Karachi-3,
Tel: 511027, 512927

PHILIPPINES

Electronic Specialist & Pro-
ponents, Inc.
Room 417 Federation Center Bldg.
Muella de Binondo

P.O. Box 2649
Manila
Tel: 48-46-10 & 48-46-25
Cable: Espinc Manila

REUNION ISLANDS

- * ZOOM
B.P. 938, 97400 Saint Denis
85 Rue Jean Chatel
Ile de la Réunion
Tel: 21-13-75
Cable: ZOOM

RHODESIA

- * Field Technical Sales
45 Kelvin Road North
P.O. Box 3458
Salisbury
Tel: 705231 (5 lines)
Telex: RH 4122

RWANDA

- * Buromeca
R.C. Kigali 1228
B.P. 264 Kigali
Rwanda

SAUDI ARABIA

- * Modern Electronic
Establishment (M.E.E.)
P.O. Box 1228
Jeddah
Tel: 27798/31173
Telex: 40035

M.E.E.
Riyadh
Tel: 62596/29269

M.E.E.
Al Khobar
Tel: 44678/44813

Riyadh House Establishment
Riyadh
Tel: 21741/27360

SINGAPORE

- * Hewlett-Packard Singapore
(Pte.) Ltd.
Blk. 2, 6th Floor, Jalan Bukit Merah
Redhill Industrial Estate
Alexandra P.O. Box 87,
Singapore 3
Tel: 633022
Telex: HPSG RS 21486
Cable: HEWPACK, Singapore

SOUTH AFRICA

- * Hewlett-Packard South Africa
(Pty.), Ltd.
P.O. Box 31716, Braamfontein
Transvaal

Minerton
30 DeBeer Street
Johannesburg
Street Delivery Zip Code: 2001
P.O. Box Delivery Zip Code: 2017
Tel: 725-2030, 725-2080, 725-2081
Telex: 0226 JH
Cable: HEWPACK Johannesburg

* Hewlett-Packard South Africa (Pty.), Ltd.
Breecastle House
Bree Street
Cape Town
Street Delivery Zip Code: 8001
P.O. Box Delivery Zip Code: 8018
Tel: 2-6941/2/3
Telex: 0006 CT
Cable: HEWPACK Cape Town

* Hewlett-Packard South Africa (Pty.), Ltd.
641 Ridge Road, Durban
P.O. Box 37099
Overport, Natal
Street Delivery Zip Code: 4001
P.O. Box Delivery Zip Code: 4067
Tel: 88-6102
Telex: 67954
Cable: HEWPACK

Hewlett-Packard South Africa (Pty.), Ltd.
Sandton, Transvaal 2001
Tel: 802-1040/6

SYRIA

Sawah and Company
Damascus
Tel: 16367/19697

Suleiman Hilal el Mlawi
Damascus
Tel: 114663

TAHITI

* Metagraph
B.P. 1741
Papeete
Tahiti
Tel: 20/320, 29/979
Cable: METAGRAPH PAPEETE
Telex: SOMAC 033 F.P.

TAIWAN

Hewlett-Packard Taiwan
39 Chung Hsiao West Road
Section 1
Overpass Insurance Corp. Bldg.
7th Floor
Taipei
Telex: TP824 HEWPACK
Cable: HEWPACK Taipei
Tel: 3819160, 3819161, 3819162

Hewlett-Packard Taiwan
Kaohsiung
Tel: 297319

THAILAND

* UNIMESA Co., Ltd.
Elsom Research Building
Bangjak Sukumvit Avenue
Bangkok
Tel: 932387, 930338
Cable: UNIMESA Bangkok

TUNISIA

Société Samos
Tunis
Tel: 284 355

TURKEY

Melodi Records
Istanbul
Tel: 442636

Talekom
Istanbul
Tel: 494040

UNITED ARAB EMIRATES

* Emitac Limited
P.O. Box 1641
Sharjah
Tel: Sharjah 22779
Dubai 25795
Telex: Sharjah 8033

YEMEN

A. Besse and Co. Yemen Ltd.
Sanaa
Tel: 2182/2342

ZAMBIA

* R.J. Tilbury (Zambia) Ltd.
P.O. Box 2792
Lusaka
Tel: 73793
Cable: ARJAYTEE, Lusaka

FOR AREAS NOT LISTED, CONTACT:

Hewlett-Packard Export Trade Company
3200 Hillview Avenue
Palo Alto, California 94034
Tel: (415) 493-1501
TWX: 910-373-1260
Telex: 034-8300, 034-8493
Cable: HEWPACK Palo Alto

NÜTZLICHE UMRECHNUNGSFAKTOREN

Die folgenden Faktoren sind, soweit möglich, mit einer Genauigkeit bis zu 10 Stellen angegeben. Exakte Werte sind mit zwei Sternen versehen. (Referenz: Metric Practice Guide E380-74 der ASTM.)

LÄNGE

1 Zoll	= 25,4 Millimeter**
1 Fuß	= 0,3048 Meter**
1 Meile (Land-)*	= 1,609 344 Kilometer**
1 Meile (See-)*	= 1,852 Kilometer**
1 Meile (See-)*	= 1,150 779 448 Meile (Land-)*

FLÄCHE

1 Quadrat Zoll	= 6,4516 Quadratcentimeter**
1 Quadratfuß	= 0,092 903 04 Quadratmeter**
1 Acre	= 43 560 Quadratfuß
1 Quadratmeile*	= 640 Acres*

VOLUMEN

1 Kubikzoll	= 16,387 064 Kubikzentimeter**
1 Kubikfuß	= 0,028 316 847 Kubikmeter
1 Unze (flüssig)*	= 29,573 529 56 Kubikzentimeter
1 Unze (flüssig)*	= 0,029 573 530 Liter
1 Gallone (flüssig)*	= 3,785 411 784 Liter**

GEWICHTE

1 Unze (fest)	= 28,349 523 12 Gramm
1 Pfund (lb)	= 0,453 592 37 Kilogramm**
1 Tonne (U.S.)	= 0,907 184 74 Tonne**

ENERGIE

1 B.T.U. (British Thermal Unit)	= 1055,055 853 Joule
1 Kilokalorie	= 4190,02 Joule
1 Wattstunde	= 3600 Joule**

KRAFT

1 Unze (Energie)*	= 0,278 013 85 Newton
1 Pound (Energie)*	= 4,448 221 615 Newton

LEISTUNG

1 PS	= 746 Watt**
------	--------------

DRUCK

1 Atmosphäre	= 760 mm Hg auf Meereshöhe
1 Atmosphäre	= 14,7 Pound* pro Quadratzoll
1 Atmosphäre	= 101 325 Pascal

TEMPERATUR

Fahrenheit	= 1,8 Celsius + 32
Celsius	= 5/9 (Fahrenheit – 32)
Kelvin	= Celsius + 273,15
Kelvin	= 5/9 (Fahrenheit + 459,67)
Kelvin	= 5/9 Rankine

* U.S. Maße.

** Exakte Werte.



172 mal Verkauf und Service in 65 Ländern

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

Original content used with permission.

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

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