

HEWLETT-PACKARD

HP-25

Bedienungs- Handbuch





HP-25

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 echten Bedarf und haben für den Kunden einen bleibenden Wert.

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	3
HP-25 BEDEUTET PROBLEMLOSE PROGRAMMIERUNG	11
Manuelle Problemlösung	11
Programmierte Problemlösung	12
DER PROGRAMMIERBARE WISSENSCHAFTLICHE TASCHENRECHNER HP-25	17
Tastenfeld	17
Tastenfeld und Funktionen	18
Programmbefehle	19
KAPITEL 1. ZU BEGINN	21
Anzeige	21
Tastenfeld	21
Eintasten von Zahlen	22
Negative Zahlen	23
Löschen der Anzeige	23
Funktionen	23
Funktionen von einer Variablen	24
Funktionen von zwei Variablen	25
Kettenrechnungen	27
Bemerkungen zum HP-25	31
KAPITEL 2. WAHL DES ANZEIGEFORMATES	35
Tasten zur Wahl des Anzeigeformates	35
Festkommaformat	36
Wissenschaftliches Format	37
Technisches AnzeigefORMAT	38
Automatische Umschaltung des Anzeigeformates	40

6 Inhaltsverzeichnis

Eingabe des Zehnerexponenten	41
Rechner-Überlauf	43
Fehlermeldung	44

KAPITEL 3. DER AUTOMATISCHE RECHENREGISTER-STAPEL (STACK) 47

Erste Anzeige	47
Umordnen der Stackinhalte	48
Anzeige der Stackinhalte	48
Austausch von X und Y	49
Löschen der Stack-Register	49
Die ENTER -Taste	50
Wirkung von Funktionen einer Variablen auf den Stack	52
Wirkung von Funktionen zweier Variablen auf den Stack	52
Kettenrechnungen	55
Reihenfolge der Ausführung	58
Rechnen mit einer Konstanten	59

KAPITEL 4. FUNKTIONSTASTEN 63

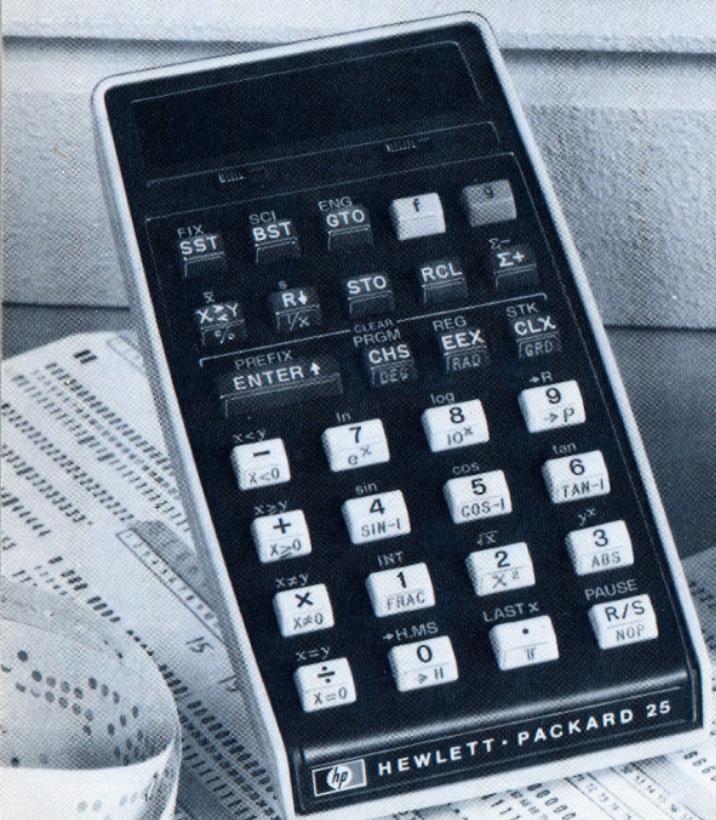
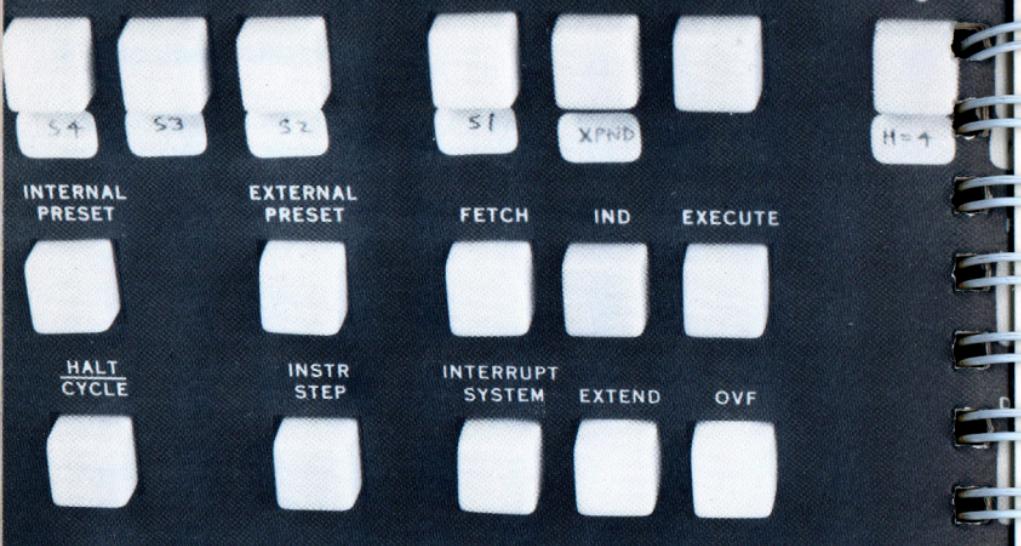
Last X	63
Korrektur von Fehlern	63
Mehrfache Verwendung eines Eingabewertes	64
Löschen eines Präfix	64
Tasten für das Verändern von Zahlen	65
Absolutwert	65
Ganzzahliger Anteil einer Zahl	65
Dezimalteil einer Zahl	66
Reziprokerwert	66
Quadratwurzel	67
Quadrat einer Zahl	67
Verwendung der Zahl Pi (π)	67
Prozent	68
Speicherregister	69
Speichern und Zurückrufen von Daten	69
Löschen der Speicherregister	71
Speicherregister-Arithmetik	71
Speicherregister-Überlauf	73

Trigonometrische Funktionen	73
Winkel-Modus	73
Funktionen	74
Stunden, Minuten, Sekunden	74
Koordinatentransformation	76
Logarithmen und Exponentialfunktionen	78
Logarithmen	78
Exponentialfunktion y^x	79
Statistik-Funktionen	81
Summationen	81
Mittelwert	83
Standardabweichung	84
Entfernen falsch eingegebener Werte	85
Vektor-Addition	86
KAPITEL 5. PROGRAMMIERUNG	89
Was ist ein Programm?	89
Warum ein Programm schreiben?	90
Drei Betriebs-Modi des HP-25	90
Der manuelle RUN-Modus	90
Der Programmier-Modus (PRGM)	91
Der automatische RUN-Modus	91
Ein Einführungsprogramm	91
Tastencode	93
Kombinierte Codes	93
Ausführung eines gespeicherten Programms	94
GTO 0 0	95
Ein zweites Programm	96
Anzeige von Programmschritten	98
Anzeige eines bestimmten Programmschrittes	98
Unterbrechung der Programmausführung	99
Anhalten eines Programms	99
Kurzfristige Unterbrechung der Programmausführung	101
Programm-Stops	103
Programmverzweigungen	104
Unbedingte Sprünge	105
Bedingte Programmverzweigungen (bedingte Sprünge)	107
Korrektur von Programmfehlern	109
Auffinden eines Fehlers	109

8 Inhaltsverzeichnis

Verwendung von SST	109
Austauschen eines Programmschrittes	112
Einfügen mehrerer Programmschritte	114
Programmbeispiele	115
n!-Fakultät	115
Folgende Reihe	116
Nachwort	117
ANHANG A. ZUBEHÖR UND WARTUNG	118
Standard Zubehör	118
Zusätzliches Zubehör	118
Netzbetrieb	118
Laden der Batterie	119
Batteriebetrieb	120
Austauschen der Batterie	120
Anzeige abfallender Batteriespannung	122
Keine Anzeige	122
Flimmernde Anzeige	123
Temperaturbereich	123
Garantie	123
Innerhalb der Garantiefrist	123
Nach Ablauf der Garantiefrist	123
Technische Änderungen	123
Versandanweisungen	124
ANHANG B. UNERLAUBTE OPERATIONEN	125
ANHANG C. STACKLIFT UND LAST X	126
Stacklift	126
Last X	126
Nützliche Umrechnungsfaktoren	127
Länge	127
Fläche	127
Volumen	127
Gewichte	127
Energie	127

Kraft	127
Leistung	128
Druck	128
Temperatur	128



HP-25 BEDEUTET PROBLEMLOSE PROGRAMMIERUNG

Herzlichen Glückwunsch!

Mit Ihrem HP-25 besitzen Sie einen überaus vielseitigen elektronischen Taschenrechner, mit dem Sie dank des leistungsfähigen Hewlett-Packard Logik-Systems die komplexesten Rechnungen durchführen können. Dabei können Sie zwischen zwei Benutzungsweisen wählen:

- **Manuelle Lösung Ihrer Probleme.** Sie berechnen die gestellten Aufgaben Schritt für Schritt, indem Sie die zahlreichen festverdrahteten Funktionen nutzen, über die Ihr HP-25 verfügt.
- **Programmierte Lösung Ihrer Probleme.** Der HP-25 kann sich bis zu 49 Rechenschritte in seinem Programmspeicher «merken» und diese Folge dann beliebig oft automatisch auf Aufgaben des entsprechenden Typs anwenden.

Ein Programm ist dabei nichts anderes als die im Rechner gespeicherte Folge von Tastenfunktionen, mit deren Hilfe Sie sonst das Problem Schritt für Schritt «von Hand» lösen würden. Daher ist für die Programmierung Ihres HP-25 keinerlei Erfahrung im Umgang mit programmierbaren Computern notwendig.

Um die Verwandtschaft zwischen der manuellen Lösung eines Problems vom Tastenfeld aus und der Verwendung eines entsprechenden Programms zu verdeutlichen, wird die nachfolgende leichte Aufgabe einmal nach beiden Verfahren gelöst.

MANUELLE LÖSUNG DES PROBLEMS

Wir verwenden zur Berechnung der Oberfläche einer Kugel die folgende Formel: $A = \pi d^2$

wobei A = Oberfläche

π = Kreiskonstante Pi ($\pi = 3,1415 \dots$)

d = Durchmesser der Kugel

12 HP-25 bedeutet problemlose Programmierung

Ganymed, einer der 12 Jupitermonde, hat einen Durchmesser von 3200 Meilen. Zur Berechnung der Oberfläche dieses Himmelskörpers können Sie in der angegebenen Reihenfolge die nachstehenden Tasten drücken:

Schalten Sie als erstes den Rechner aus und dann wieder ein. Den PRGM/RUN-Schalter (Moduswahlschalter) schieben Sie in Stellung RUN.

Drücken Sie	Anzeige	
3 2 0 0	3200.	Durchmesser von Ganymed.
g x^2	10240000.00	Quadrat des Durchmessers.
g π	3.14	Kreiskonstante Pi.
x	32169908.78	Oberfläche von Ganymed in Quadratmeilen.

PROGRAMMIERTE LÖSUNG DES PROBLEMS

Wenn Sie die Oberflächen aller 12 Monde des Jupiter berechnen wollten, müssten Sie die oben angegebenen Tasten 12 mal drücken. Wenn Sie statt dessen ein einfaches Programm erstellen, das zu gegebenem Durchmesser einer Kugel die Oberfläche berechnet, kann der Rechner die ganze Folge von Tastenoperationen selbstständig ausführen. Dazu müssen Sie zuerst das entsprechende Programm erstellen, es dann in den Programmspeicher des HP-25 eintasten und anschließend mit einem einzigen Tastendruck starten.

Erstellen des Programms

Ihr Programm existiert schon! Es ist nichts weiter als die Folge von Tastenoperationen, über die Sie gerade eben die Oberfläche von Ganymed berechnet haben. Der einzige Unterschied besteht darin, daß Sie jetzt die Oberfläche einer beliebigen Kugel berechnen können, indem Sie den speziellen Wert für den Durchmesser vor Starten des Programms eintasten.

Aufzeichnen des Programms

Um die Folge der Programmschritte in den Programmspeicher des HP-25 einzugeben:

- Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM (Programmieren).
- Drücken Sie **f PRGM** zum Löschen des Programmspeichers.
- Drücken Sie die folgenden Tasten in der angegebenen Reihenfolge. (Die dabei in der Anzeige auftretenden Zahlen sind im Augenblick noch nicht von Bedeutung. Sie stellen allerdings eine wichtige Information dar und werden an späterer Stelle genau erklärt.)



Diese Tasten müßten Sie auch drücken, wenn Sie das Problem manuell vom Tastenfeld aus lösen würden.

Verwendung des Programms

Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN zurück (PRGM ■■■■■ RUN) und drücken Sie nacheinander

GTO
0
0

Jetzt brauchen Sie zur Berechnung einer Kugeloberfläche lediglich noch den Durchmesser einzutragen und **R/S** (Start/Stop) zu drücken.

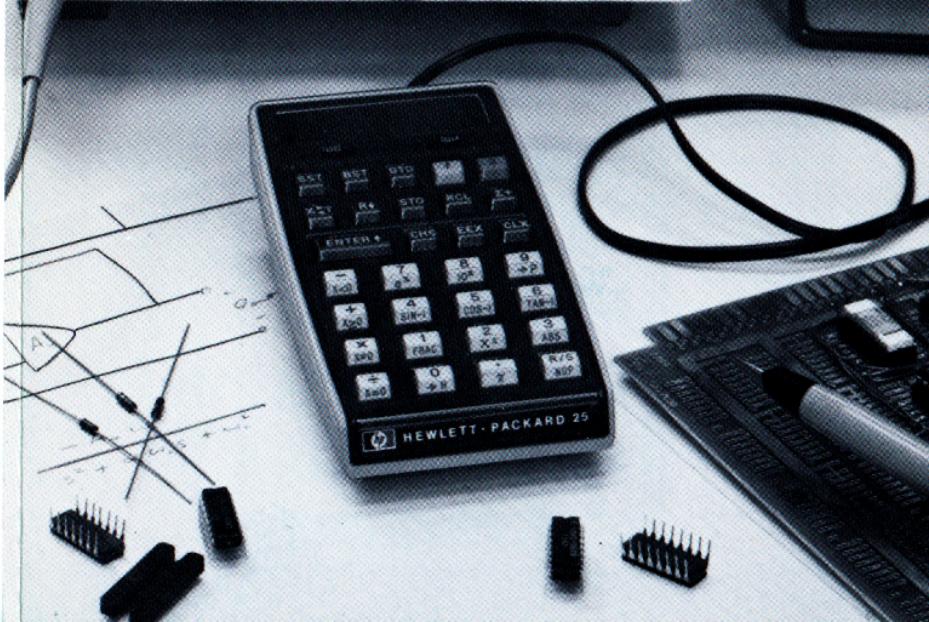
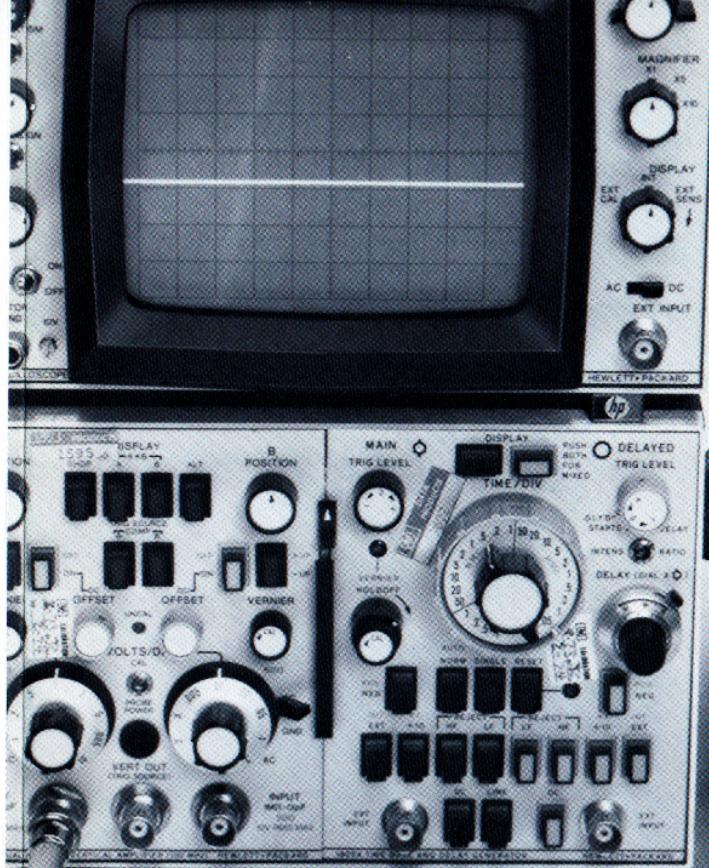
Wenn Sie **R/S** drücken, führt der Rechner die gespeicherten Programmschritte automatisch aus und kommt so zum gleichen Ergebnis, das Sie auch beim schrittweisen Rechnen von Hand erhalten hätten.

Drücken Sie	Anzeige
3200	3200.
R/S	32169908.78 Quadratmeilen.

Mit Hilfe des einmal gespeicherten Programms können Sie jetzt die Oberfläche sämtlicher Jupitermonde berechnen. Dazu genügt es, jeweils den entsprechenden Wert für den Durchmesser einzugeben und dann **R/S** zu drücken. So einfach ist die Programmierung Ihres HP-25!

14 HP-25 bedeutet problemlose Programmierung

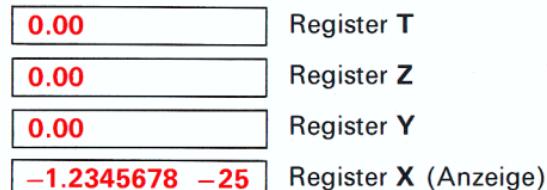
Die ersten Teile dieses Handbuchs befassen sich mit der schrittweisen Ausführung von Rechnungen, während Sie der Abschnitt 5, «*Programmierung*», ausführlich in die Programmierung Ihres Rechners einführt. Auch wenn Sie bereits im Umgang mit Taschenrechnern geübt sein sollten, raten wir Ihnen, dieses Handbuch aufmerksam durchzugehen. Auf diese Weise erfahren Sie, wie Sie die Leistungsfähigkeit Ihres HP-25 voll ausschöpfen können. Wenn Sie all die Vorzüge kennengelernt haben, die unter anderem das spezielle Hewlett-Packard Logik-System beinhaltet, werden Sie sicherlich ebenso begeistert sein, wie die ca. 700 000 weiteren Besitzer von HP-Taschenrechnern.



DER PROGRAMMIERBARE WISSENSCHAFTLICHE TASCHENRECHNER HP-25

TASTENFELD

Automatischer
Rechenregister-Stapel
«Stack»)



Vorzeichen
Mantisse
Vorzeichen des
Zehnerexponenten
Zehnerexponent

Register X

REGISTER

Last X

SPEICHER-
REGISTER:

R₀ 0.00

R₁ 0.00

R₂ 0.00

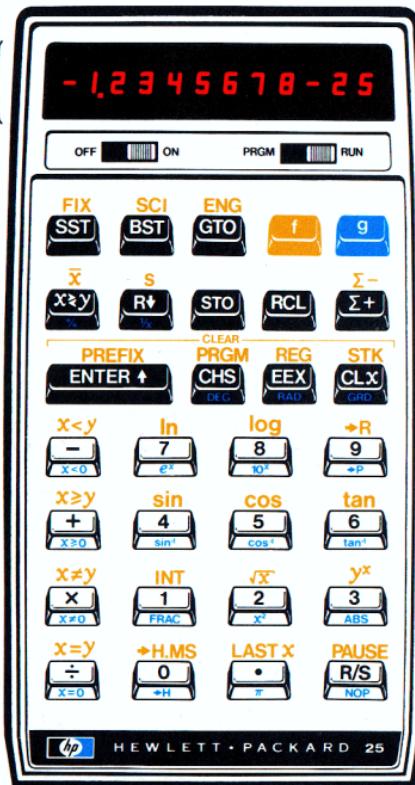
R₃ 0.00

R₄ 0.00

R₅ 0.00

R₆ 0.00

R₇ 0.00



Automatischer
Halt

PRO-
GRAMM-
SPEICHER

00
01 13 00
02 13 00
03 13 00
40 13 00
41 13 00
42 13 00
43 13 00
44 13 00
45 13 00
46 13 00
47 13 00
48 13 00
49 13 00

VERZEICHNIS DER TASTENFUNKTIONEN

OFF	ON	Ein-/Ausschalten	.....	21
PRGM	RUN	Umschalter: Programmieren/Programm ausführen	.....	97
FIX	Festkommaanzeige:	Danach wird die entsprechende Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl gedrückt	.....	36
SCI	Gleitkommaanzeige:	Danach wird die entsprechende Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl gedrückt	.....	37
ENG	Anzeige im «technischen Format»:	Danach folgt eine Zifferntaste für die gewünschte Anzahl der Nachkommastellen	.....	38
f	Vortaste für goldfarben eingezeichnete Tastenfunktionen	.....	22	
g	Vortaste für blau eingezeichnete Tastenfunktionen	.....	21	
Σ	Mittelwert:	Berechnet Mittelwert (Durchschnitt) der mit Σ im Speicherregister R ₇ aufsummierten Zahlen	.....	83
$x\bar{y}$	Vertauscht Inhalte von x- und y-Register	.....	49	
%	Prozentwert:	Berechnet x% von y.	68	
S	Standardabweichung:	Berechnet Standardabweichung der mit Σ in den Registern R ₃ bis R ₇ aufsummierten Zahlen	.....	84
R↓	Roll down:	Kontrolle der Arbeitsregister durch Verschieben der Werte in das nächstniedrige Register und Anzeige im x-Register	.....	48
\textperthousand	Kehrwert:	Berechnet Kehrwert der angezeigten Zahl	.....	66
STO	Speichertaste:	In Verbindung mit einer Zifferntaste wird die angezeigte Zahl im entsprechenden Register (0–7) gespeichert. Ermöglicht auch Registerarithmetik in Verbindung mit Arithmetiktasten	.....	70
RCL	Speicherabruf:	Abrufen eines gespeicherten Wertes aus einem Register (0–7) in Verbindung mit einer Zifferntaste	.....	70
$\Sigma-$	Korrektur von Eingabefehlern bei Summierungen in den Registern R ₃ bis R ₇ mit der Taste $\Sigma+$	.....	85	
$\Sigma+$	Summierung:	Summiert Werte der x- und y-Register in den Speicherregistern R ₃ bis R ₇	.....	81
PREFIX	Löscht die Vortasten f , g , STO , RCL oder GTO , wenn eine dieser Tasten aus Versehen gedrückt wurde	.....	64	
ENTER↑	Dupliziert angezeigte Zahl im y-Register	.....	25	
CHS	Vorzeichenumkehr der angezeigten Zahl bzw. des Exponenten	.....	23	
DEG	Schaltet den Rechner auf Altgrad bei trigonometrischen Funktionen	.....	73	
REG	Löscht Inhalte der Register R ₀ bis R ₇	.....	71	
EEX	Exponenteneingabe:	Zahl nach dieser Taste erscheint als Zehnerexponent	.....	41
RAD	Bogenmaß:	Stellt den Rechner auf Bogenmaß bei trigonometrischen Funktionen	.....	73
STK	Löschen des Arbeitsspeichers:	Löscht Inhalte des x-, y-, z- und t-Registers	.....	49
CLX	Löschen des x-Registers:	Löscht angezeigte Zahl	.....	23
GRD	Neugrad:	Schaltet Rechner auf Neugrad für trigonometrische Funktionen	73	
- + × ÷	Grundrechenarten	.....	25	
ln	Natürlicher Logarithmus:	Berechnet natürlichen Logarithmus (zur Basis e = 2,718...) der angezeigten Zahl	.....	78

e^x	Umkehrfunktion des natürlichen Logarithmus: Erhebt e (2,718...) zur Potenz des angezeigten Wertes	78
log	Dekadischer Logarithmus: Berechnet dekadischen Logarithmus (zur Basis 10) des angezeigten Wertes	78
10^x	Umkehrfunktion des dekadischen Logarithmus: Erhebt 10 zur Potenz der angezeigten Zahlen	78
→R	Umwandlung von Radiusvektor und Polarwinkel in die rechtwinkligen Koordinaten x und y	76
→P	Umwandlung der rechtwinkligen Koordinaten x, y in Radiusvektor und Polarwinkel	76
sin cos tan	Tasten zur Berechnung von Sinus, Cosinus und Tangens des angezeigten Wertes	74
sin⁻¹ cos⁻¹ tan⁻¹	Berechnung von Arcussinus, Arcuscosinus und Arcustangens des angezeigten Wertes	74
INT	Ganzzahliger Wert: Diese Taste beläßt nur den ganzzahligen Teil der angezeigten Zahl in der Anzeige	65
FRAC	Gebrochener Anteil: Darstellung des gebrochenen Anteils der angezeigten Zahl durch Abtrennen des ganzzahligen Anteils	66
✓x	Quadratwurzel der angezeigten Zahl	67
x²	Quadrat der angezeigten Zahl	67
y^x	Erhebt Zahl im y-Register zur Potenz der Zahl im x-Register	79
T	Abruf der Konstanten π (3,14159...) in das Anzeigeregister	67
→H.MS	Verwandelt dezimal angezeigte Stunden in <i>Stunden, Minuten und Sekunden</i>	74
→H	Verwandelt einen in Stunden, Minuten und Sekunden angezeigten Wert in Dezimalschreibweise	75
LASTx	Abruf des letzten angezeigten Wertes vor der letzten Rechenoperation	63
ABS	Gibt den Absolutwert der angezeigten Zahl an	65

VERZEICHNIS DER PROGRAMMIERFUNKTIONEN

PROGRAMMBEFEHLE IM RUN-BETRIEB (PRGM ■■■■■ RUN)

SST Einzelschritt: Solange die Taste gedrückt wird, erscheint in der Anzeige die Nummer des Programmschrittes und der Tasten-Code des nächsten Befehls. Nach Loslassen der Taste wird dieser Befehl ausgeführt 109

BST Vorheriger Schritt: Solange die Taste gedrückt wird, erscheint in der Anzeige die Schritt-Nummer und der Tasten-Code des vorherigen Befehls. Nach Loslassen der Taste erscheint wieder der Inhalt des x-Registers 110

GTO **n** **n** Sprung zum angegebenen Programmschritt. Dient zur Anzeige des jeweiligen Schrittes im Programmspeicher. Zur Anzeige muß auf PRGM-Betrieb umgeschaltet werden 98

R/S Run/Stop: Ausführen eines gespeicherten Programms 99

f **PRGM** Befehl für den Rechner, die Programmausführung bei Schritt 00 zu beginnen, wenn **R/S** gedrückt wird 95

20 Der programmierbare wissenschaftliche Taschenrechner HP-25

PROGRAMMBEFEHLE IM PRGM-BETRIEB (PRGM [] RUN)

SST Einzelschritt: Anzeige des nächsten Programmschritts 98

BST Vorheriger Schritt: Anzeige des vorherigen Programmschritts 98

f [**PRGM**] Programm löschen: Der Programmspeicher wird nur mit **GTO** 0 0-Befehlen gefüllt, wobei Schritt 00 angezeigt wird 95

BEFEHLE WÄHREND DES PROGRAMMLAUFES

R/S Run/Stop: Anhalten eines laufenden Programms beim nächsten Schritt ..

99

f [**PAUSE**] Unterbricht Programmausführung, um für 1 Sekunde Inhalt des x-Registers anzuzeigen 101

g [**NOP**] Leerbefehl: Gibt dem Rechner Anweisung, bei diesem Programmschritt keine Operation auszuführen und beim nächsten Befehl weiterzuarbeiten 112

GTO n n Sprung zum angegebenen Programmschritt 105

f [**X<Y** **X≥Y** **X=Y** **X= Y**] Bedingte Sprungbefehle: Vergleich der Werte des x-Registers mit den Werten des y-Registers nach den angegebenen Bedingungen. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird ein Programmschritt übersprungen.

107

g [**X<0** **X≥0** **X≠0** **X=0**] Bedingte Sprungbefehle: Vergleich des Wertes im x-Register mit Null nach den angegebenen Bedingungen. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird ein Programmschritt übersprungen 107

KAPITEL 1. ZU BEGINN

Sie haben Ihren HP-25 mit eingesetzter wiederaufladbarer Batterie in funktionsbereitem Zustand erhalten. Falls Sie ihn sofort in Betrieb nehmen wollen, schließen Sie das Kabel des Netzladegerätes an den Rechner an und stecken Sie den Ladestecker in eine Steckdose. Bevor Sie den HP-25 zum ersten Mal netzunabhängig verwenden, sollten Sie die Batterie ca. 6 Stunden lang laden. Diese wieder-aufladbare Batterie muß auch dann im Rechner eingesetzt bleiben, wenn Sie ihn am angeschlossenen Netzladegerät betreiben.

Zu Beginn: Schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN (PRGM ■■■■■RUN).

Schieben Sie den OFF/ON-Schalter in Stellung ON (OFF ■■■■■ON).

ANZEIGE

Wenn Sie den Rechner einschalten und der Modus-Wahlschalter in Stellung RUN steht, erscheinen in der hellen roten Anzeige

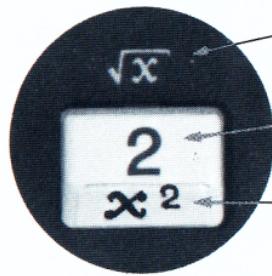
1. alle Zahlen, die Sie eintasten,
2. alle Zwischen- und Endergebnisse im Anschluß an die Ausführung der entsprechenden Rechenschritte.

TASTENFELD

Den meisten Tasten auf dem Tastenfeld des HP-25 sind drei verschiedene Funktionen zugeordnet. Die Symbole zu diesen Funktionen sind einmal auf der Tastenoberseite, in blauer Schrift auf der abgeschrägten Tastenvorderseite und als goldfarbenes Symbol auf dem Rechnergehäuse über der Taste angeordnet.

- Zur Ausführung der Funktion, deren Symbol in blauer Farbe auf der abgeschrägten Tastenvorderseite steht, drücken Sie die blaue Präfixtaste **g** und anschließend die Funktionstaste.
- Zur Ausführung der Funktion, deren Symbol auf der Tastenoberseite steht, drücken Sie einfach diese Funktionstaste.

- Zur Ausführung der Funktion, deren goldfarbenes Symbol über der Taste steht, drücken Sie die goldfarbene Präfixtaste **f** und anschließend die Funktionstaste.



Drücken Sie zur Ausführung dieser Funktion zuerst **f** und dann



Um diese Ziffer in die Anzeige zu tasten, drücken Sie



Drücken Sie zur Ausführung dieser Funktion zuerst **g** und dann



In diesem Handbuch werden die Symbole der Funktionen stets in der entsprechenden Farbe und von einem Kästchen umrahmt wiedergegeben, z. B. \sqrt{x} , x^2 .

EINTASTEN VON ZAHLEN

Zahlen werden eingegeben, indem Sie die Zifferntasten in der Reihenfolge drücken, wie Sie die Zahl auch auf einem Stück 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

1 **4** **8** **•** **8** **4**

Anzeige

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 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

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.

FUNKTIONEN

Obwohl der HP-25 über eine Fülle verschiedener Funktionen verfügt, ist er sehr einfach zu bedienen. Bezuglich der festverdrahteten Funktionen gilt eine überaus einfache Regel:

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

24 Zu Beginn

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
f	148.84
\sqrt{x}	12.20

Um das Resultat jetzt zu quadrieren:

Drücken Sie	Anzeige
g	12.20
x^2	148.84

\sqrt{x} und x^2 sind Beispiele für Funktionen, die sich auf nur eine Zahl beziehen. Alle Funktionen, über die der HP-25 verfügt, beziehen sich entweder auf eine oder auf zwei Zahlen (mit Ausnahme der Statistik-Tasten $\Sigma+$ und S, 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 zugehörige Präfixtaste und dann die Funktionstaste).

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

Drücken Sie	Anzeige
4	4.
g	4.00
1/x	0.25

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

$$\frac{1}{25} = 0.04$$

$$\sqrt{2500} = 50.00$$

$$10^5 = 100000.00 \text{ (verwenden Sie } \boxed{10^x}\text{)}$$

$$\sqrt[3]{3204100} = 1790.00$$

$$\log 12.58925411 = 1.10$$

$$71^2 = 5041.00$$

FUNKTIONEN VON ZWEI VARIABLEN

Funktionen von zwei Variablen sind solche, die sich auf zwei Zahlen beziehen, die zuvor im Rechner 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.

26 Zu Beginn

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 zugehörige Präfixtaste).

Um beispielsweise 12 und 3 zu addieren:

Drücken Sie	Anzeige	
12	12.	Die 1. Zahl.
ENTER↑	12.00	Trennt die 1. Zahl von der 2. Zahl.
3	3.	Die 2. Zahl.
+	15.00	Das Ergebnis.

Das Resultat, **15.00**, wird angezeigt.

Die übrigen arithmetischen Operationen werden auf gleiche Weise ausgeführt:

Operation	Drücken Sie	Anzeige
12–3	12 ENTER↑ 3 –	9.00
12×3	12 ENTER↑ 3 ×	36.00
12÷3	12 ENTER↑ 3 ÷	4.00

Die Funktion **yx** 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 **f** und dann **yx**).

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 $\frac{1}{\sqrt{x}}$ «Reziproker Wert der angezeigten Zahl» usw.

Um beispielsweise 3^6 zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige	
3	3.	
ENTER↑	3.00	
6	6.	Die angezeigte Zahl x.
f	6.00	
y^x	729.00	Das Resultat.

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
160.25	(4. Wurzel aus 16)	= 2.00

KETTENRECHNUNGEN

Der große Komfort, den das HP-25 Logik-System bei der Durchführung von Rechnungen bietet, wird bereits im Zusammenhang mit einfachen Kettenrechnungen deutlich. Auch bei sehr langen Rechenketten 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 Hewlett-Packard speichert dabei ganz selbstständig bis zu vier Zwischenresultate und fügt sie an entsprechender Stelle wieder in die Rechnung ein. Damit wird das Rechnen sehr einfach, da Sie stets so vorgehen, wie Sie es vom handschriftlichen Rechnen auf dem Papier gewohnt sind – nur, daß der HP-25 die «Arbeit» übernimmt.

* Diese Aufgabe könnten Sie auch mit Hilfe von x^2 als Funktion von nur einer Variablen rechnen.

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

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...

$$\begin{array}{r} (\cancel{1}2\cancel{+}\cancel{3}) \times 7 = \\ 15 \end{array}$$

... und diesen Wert dann mit 7 multiplizieren.

$$\begin{array}{r} (\cancel{1}2\cancel{+}\cancel{3}) \times 7 = \\ 15 \quad \times 7 = 105 \end{array}$$

Mit Ihrem HP-25 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	12.
ENTER↑	12.00
3	3.
[+]	15.00 Zwischenresultat

... und berechnen dann das Endergebnis. Zum Speichern des Zwischenergebnisses brauchen Sie *nicht* **ENTER↑** zu drücken; bei der Eingabe einer neuen Zahl speichert der HP-25 das Zwischenresultat selbstständig.

Drücken Sie	Anzeige	
7	7.	Das Zwischenergebnis wird beim Eintasten dieser Zahl automatisch im Rechner gespeichert
[x]	105.00	Jetzt wird das Zwischenergebnis mit 7 multipliziert und das Endresultat angezeigt

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

Rechnung

$$\begin{array}{r} (2+3) \\ - 10 \end{array}$$

Drücken Sie

2	→	2.
ENTER↑	→	2.00
3	→	3.
+	→	5.00
10	→	10.
÷	→	0.50

$$3(16-4)$$

16	→	16.
ENTER↑	→	16.00
4	→	4.
-	→	12.00
3	→	3.
×	→	36.00

$$\begin{array}{r} 14 + 7 + 3 - 2 \\ - 4 \end{array}$$

14	→	14.
ENTER↑	→	14.00
7	→	7.
+	→	21.00
3	→	3.
+	→	24.00
2	→	2.
-	→	22.00
4	→	4.
÷	→	5.50

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

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

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-25. Als erstes berechnen Sie das Zwischenergebnis von $(2+3) \dots$

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) × (4 + 5) 5	4 ENTER↑ 5 [+]	9.00

Jetzt multiplizieren Sie die beiden Zwischenergebnisse miteinander:

Verfahren	Drücken Sie	Anzeige
(2×3) × (4×5) 5 × 9	[×	45.00 Endergebnis

Beachten Sie, daß es nicht nötig war, das Zwischenergebnis einer der beiden Klammern vor der Multiplikation zu notieren oder erneut einzutasten – der HP-25 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 $\frac{(9 \times 8) + (7 \times 2)}{(4 \times 5)}$ zu lösen:

Drücken Sie	Anzeige
9 ENTER↑ 8 [×	72.00
7 ENTER↑ 2 [×	14.00
[+]	86.00
4 ENTER↑ 5 [×	20.00
[÷]	4.30
	= $(9 \times 8) + (7 \times 2)$
	= (7×2)
	= $(9 \times 8) + (7 \times 2)$
	= (4×5)
	= Endergebnis

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-25 für Sie.

Beispiele:

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

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

$$\frac{\sqrt{16.3805} \times 5}{.05} = 181.00$$

$$[(17 - 12) \times 4] \div (10 - 5) = 4.00$$

$$\sqrt{(2 + 3) \times (4 + 5)} + \sqrt{(6 + 7) \times (8 + 9)} = 21.57$$

EINIGE BEMERKUNGEN ZUM HP-25

Nachdem Sie jetzt erfahren haben, wie der HP-25 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 ist innerhalb eines Programms ebenso wertvoll wie beim «manuellen» Rechnen vom Tastenfeld aus.

- Sie führen zu jedem Zeitpunkt stets nur eine Funktion aus. Der HP-25 vereinfacht auf diese Weise alle Probleme anstatt sie noch komplexer zu machen.
- Wenn Sie eine Funktionstaste drücken, wird diese 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.

32 Zu Beginn

- Zwischenresultate werden vom automatischen Rechenregister-Stapel des HP-25 («Stack») selbständig in die Rechnung eingefügt; Sie brauchen sich also nicht zu merken, wohin diese Werte gespeichert wurden.
- Sie können nach genau der gleichen Methode an die Lösung Ihres Problems herangehen, wie Sie es bisher beim 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 des HP-25 ist eine lohnende Investition; sie erspart Ihnen später eine Unmenge «mathematischer Strapazen».



KAPITEL 2. WAHL DES ANZEIGEFORMATES

Normalerweise zeigt der HP-25 alle Zahlen in der Anzeige auf zwei Nachkommastellen gerundet an. 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-25 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 z. B. 2×3 berechnen, erscheint die Antwort mit nur zwei Nachkommastellen:

Drücken Sie		Anzeige
2 [ENTER] 3 [x]	—————→	6.00

Innerhalb des Rechners aber werden sämtliche Werte unabhängig von der Anzeigeweise als 10stellige Mantisse mit 2stelligem Zehnerexponenten dargestellt. Tatsächlich rechnet der HP-25 demnach:

$$2.000000000 \times 10^0 \quad \text{[ENTER]} \quad 3.000000000 \times 10^0 \quad \text{[x]}$$

$$= 6.00 \underbrace{0000000}_{\text{Angezeigt werden nur diese Ziffern...}} \underbrace{00}_{\dots \text{aber diese Ziffern sind intern ebenso vorhanden.}} \times 10^0$$

Angezeigt werden nur diese Ziffern...

... aber diese Ziffern sind intern ebenso vorhanden.

TASTEN ZUR WAHL DES ANZEIGEFORMATES

Der HP-25 verfügt über drei Tasten, **FIX**, **SCI** und **ENG**, 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} usw.

Die Wahl eines Anzeigeformates 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.

FESTKOMMAFORMAT

10stellige Zahl

Vorzeichen → **-1234.567890**

↑
Dezimalpunkt

Sie können bei der Festkommadarstellung wählen, auf wieviel Stellen hinter dem Dezimalpunkt das Ergebnis gerundet erscheinen soll. Dazu drücken Sie **f FIX** und anschließend eine der Zifferntasten **0 – 9** zur Angabe der Zahl der Nachkommastellen. Die Anzeige erfolgt stets «linksbündig» 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.

Drücken Sie	Anzeige
(Schalten Sie den	
Rechner AUS, dann	
EIN) →	0.00
123.4567 ENTER →	123.46

In der Anzeige (nur da!) erscheint der Wert auf 2 Nachkommastellen gerundet

f FIX 4 →	123.4567
f FIX 7 →	123.4567000
f FIX 0 →	123.
f FIX 2 →	123.46

Standardformat FIX 2

WISSENSCHAFTLICHES FORMAT

8stellige Mantisse

Vorzeichen → **-1.2345678 -23** ← Zehnerexponent

(Dies bedeutet $-1.2345678 \times 10^{-23}$.)

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 7) an, wobei dieser Wert mit einem Exponentialfaktor zur Basis 10 zu multiplizieren ist. Diese Darstellungsweise eignet sich besonders zur Anzeige sehr kleiner und sehr großer Zahlen.

Das wissenschaftliche Format (Exponentialdarstellung) wählen Sie, indem Sie **f SCI** und dann eine der Zifferntasten **0–7** zur Angabe der Zahl der Nachkommastellen in der Mantisse drücken. Auch dieses Anzeigeformat stellt die Zahlen «linksbündig» dar und schließt nachfolgende Nullen innerhalb der gewählten Zahl von Nachkommastellen ein. Zum Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige	
123.4567 ENTER	123.46	Standardformat FIX 2
f SCI 2	1.23	02 1.23×10^2
f SCI 4	1.2346	02 1.2346×10^2
f SCI 7	1.2345670	02 1.2345670×10^2

Obwohl der Rechner bei diesem Format maximal 7 Nachkommastellen in der Mantisse anzeigen kann, führt er sämtliche Zahlenwerte intern mit 10 wesentlichen Stellen und einem 2stelligen Exponenten. Der nicht mehr angezeigte Teil der Zahl bestimmt die Rundung in der letzten Stelle der Anzeige.

Wenn Sie beispielsweise 1.000000094 eintasten und das wissenschaftliche Anzeigeformat (**f SCI 7**) mit maximaler Stellenanzahl wählen, runden der Rechner die letzte (7.) Nachkommastelle:

1.000000094Der Rechner runden diese Ziffer im Format **SCI 7**.

38 Wahl des Anzeigeformates

Drücken Sie

1.000000094

f SCI 7

Anzeige

1.000000094

1.0000001 00

Im Format SCI 8 rundet der Rechner die 8. Nachkommastelle, die allerdings nicht mehr angezeigt werden kann:

1.000000094

Sie sehen bis hierher...

...aber der Rechner rundet
auf 8 Nachkommastellen,
wenn SCI 8 gewählt wird.

Drücken Sie

f SCI 8

Anzeige

1.0000000 00

Hätten Sie aber 1.000000095 eingetastet, hätte der Rechner auch die 7. und letzte angezeigte Stelle im Format SCI 8 zu einer (1) gerundet.

TECHNISCHES ANZEIGEFORMAT

12.345678 – 09

Die ersten 3 Ziffern werden stets angezeigt

Gewählte zusätzliche Ziffern

Zehnerexponent als Vielfaches von 3

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} , 10^9 usw.). 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 **f** **ENG**, gefolgt von einer Zifferntaste. Die ersten drei Stellen werden stets angezeigt, so daß die eingetastete Ziffer die Anzahl der zusätzlich anzugegenden Stellen angibt.

Drücken Sie **Anzeige**

0.000012345 → **0.000012345**

f **ENG** 0 → **12.3** **-06**

Technisches Anzeigeformat. Die ersten 3 Stellen werden stets angezeigt sowie der Exponent als Vielfaches von 3

f **ENG** 2 → **12.345** **-06**

Es werden 2 zusätzliche Stellen angezeigt

f **ENG** 4 → **12.34500** **-06**

Beachten Sie, daß höchstens 5 zusätzliche Stellen angezeigt werden können, da die ersten 3 Stellen immer vorhanden sind.

Drücken Sie **Anzeige**

f **ENG** 5 → **12.345000** **-06**

Maximale Zahl von Stellen

f **ENG** 6 → **12.345000** **-06**

Keine Änderung

f **ENG** 7 → **12.345000** **-06**

Keine Änderung

Die Rundung der angezeigten Zahl verhält sich bei **ENG** **5** und **ENG** **6** ähnlich wie bei **SCI** **7** und **SCI** **8**. Wie bei allen Anzeige-

formaten hat auch das technische Anzeigeformat keinen Einfluß auf die rechnerinterne Zahldarstellung und damit auf die Genauigkeit von Rechnungen bzw. Ergebnissen.

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	
f ENG 0	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

AUTOMATISCHE UMSCHALTUNG DES ANZEIGEFORMATES

Wenn die anzuzeigende Zahl sehr groß oder sehr klein ist, schaltet der HP-25 automatisch von der Festkommadarstellung zum wissenschaftlichen Format mit voller Stellenzahl (SCI 7) um. Dies geschieht immer dann, wenn die entsprechende Zahl im FIX n-Format nicht mehr darstellbar ist. Damit wird vermieden, daß ein von Null verschiedener Wert als Null dargestellt wird. Wenn Sie nämlich (.05)³ im Standardformat FIX 2 rechnen, müßte der Rechner das Ergebnis im gewählten Format als 0.00 darstellen. Statt dessen schaltet er automatisch auf SCI 7 um:

Drücken Sie	Anzeige	
CLX	0.00	00 ENG 0 vom letzten Beispiel
f FIX 2	0.00	Standardformat

.05 **ENTER↑** → 0.05

3 **f** **y^x** → 1.2500000 -04 Anzeige im Format
SCI **7**

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

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

Drücken Sie **Anzeige**

1582000

ENTER↑ → 1582000.00

1842 **[X]** → 2914044000.

Festkommaanzeige

Wenn Sie jetzt noch einmal mit 10 multiplizieren, wird das Resultat für Festkommadarstellung zu groß und der Rechner schaltet selbstständig auf **SCI** **7** um:

Drücken Sie **Anzeige**

10 **[X]** → 2.9140440 10 Exponentialdarstellung

Beachten Sie, daß die automatische Umschaltung nur zwischen Festkomma- und Exponentialdarstellung geschieht; die technische Anzeigeweise muß stets über das Tastenfeld 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 wollen, und diese Zahl dann mit 25 multiplizieren wollen:

Drücken Sie **Anzeige**

15.6 → 15.6

EEX → 15.6 00

12 → 15.6 12 (=15.6 × 10¹²)

ENTER↑ → 1.5600000 13

25 **[X]** → 3.9000000 14

Wenn Sie exakte Zehnerpotenzen eingeben wollen (z.B. 100, 10000 usw.) können Sie Zeit sparen, indem Sie einfach **EEX** und dann die Potenz eintasten. Um beispielsweise 1 Million durch 52 zu dividieren:

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 ÷	19230.77	

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

Drücken Sie	Anzeige	
f SCI 6	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	
f FIX 2	0.00	
6.625 EEX	6.625 00	
CHS	6.625 -00	
27	6.625 -27	
ENTER↑	6.6250000 -27	
50 x	3.3125000 -25	Erg sec.

Mit Hilfe der Taste **EEX** können Sie Zahlen in Form einer zehnstelligen Mantisse mit zweistelligem Exponenten zur Basis 10 eingeben. Die Anzeige stellt diese Zahlen allerdings nur als achtstellige Mantisse mit zweistelligem Exponenten dar. In einigen

Fällen muß eine Zahl bezüglich ihrer Form geringfügig abgeändert werden, bevor sie mit Hilfe von **EEX** eingegeben werden kann:

1. Wenn Sie eine Zahl eintasten, deren Mantisse mehr als 8 Stellen links vom Dezimalpunkt umfaßt, wird der **EEX** Befehl überlesen und hat keine Wirkung. Geben Sie in einem solchen Fall die Zahl in einer Form ein, daß höchstens 8 Vorkommastellen in der Mantisse auftreten, bevor Sie **EEX** drücken. (Für die Zahl $123456789.1 \times 10^{23}$ sollten Sie also beispielsweise $12345678.91 \times 10^{24}$ eintasten.)
2. Wenn eine Zahl eingetastet wird, deren erste wesentliche Stelle nach der 8. Stelle der Anzeige auftritt, wird ebenfalls der **EEX**-Befehl überlesen. In diesem Fall ist die Zahl so umzuformen, daß die erste wesentliche Stelle innerhalb der ersten 8 Stellen der Anzeige auftritt. (Die Zahl $0000.000025 \times 10^{55}$ kann beispielsweise in dieser Form nicht eingegeben werden; statt dessen können Sie zum Beispiel $0000.00025 \times 10^{54}$ oder auch 0.000025×10^{55} eintasten.)

RECHNER-ÜBERLAUF

Falls eine Zahl in der Anzeige dargestellt werden müßte, die größer als $9,9999999 \times 10^{99}$ ist, zeigt der Rechner 9.9999999 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
EEX 49 ENTER ↑	→ 1.0000000 49
EEX 50 X	→ 1.0000000 99

Wenn Sie aber jetzt versuchen, diese Zahl mit 100 zu multiplizieren, wird der Zahlenbereich, den der HP-25 darstellen kann, überschritten:

Drücken Sie	Anzeige
100 X	→ 9.9999999 99

Wenn der Überlauf nicht in der Anzeige sondern in einem der Speicherregister auftritt, zeigt der Rechner **OF** an. (Siehe Abschnitt 4, Funktionstasten; dort sind die Speicherregister beschrieben.)

FEHLERMELDUNG

Wenn Sie eine unerlaubte Operation ausführen, zeigt der Rechner dies durch das Wort **Error** («Fehler») in der Anzeige an. Versuchen Sie zum Beispiel einmal, 1 durch 0 zu dividieren (der HP-25 erkennt das als «verbogene» Operation) :

Drücken Sie	Anzeige
1 ENTER↑	1.00
0 ÷	Error

Diese Fehlermeldung können Sie wieder löschen, indem Sie **CLX** drücken oder eine andere Zahl in die Anzeige eintasten.

Drücken Sie	Anzeige
CLX	0.00

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



KAPITEL 3. DER AUTOMATISCHE RECHENREGISTER-STAPEL («STACK»)

Die automatische Speicherung von Zwischenergebnissen ist der Grund dafür, daß mit dem HP-25 auch die kompliziertesten Berechnungen leicht und übersichtlich ausgeführt werden können. Die Speicherung dieser Zwischenwerte erfolgt dabei im automatischen Rechenregister-Stapel (genannt «Stack») des HP-25.

ERSTE ANZEIGE

Wenn Sie den Rechner einschalten, erhalten Sie als erste Anzeige **0.00**. Dies ist der Inhalt des **X**-Registers, der immer angezeigt wird.

Grundsätzlich werden alle Zahlen im Innern des Rechners in sogenannten «Registern» gespeichert. Dabei belegt eine Zahl jeweils ein Register, wobei es unbedeutend ist, wie einfach (z. B. 1, 5, 0 usw.) 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 übereinander gestapelt, 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 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

UMORDNEN DER STACKINHALTE

Die Tasten **R↓** (zyklisches Vertauschen nach «unten») und **x↔y** (Austauschen von x und y) ermöglichen es, die Inhalte der anderen Stack-Register anzuzeigen oder Daten im Stack umzuordnen.

ANZEIGEN DER STACK-INHALTE

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

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

Diese Zahlen stehen jetzt in den entsprechenden Stack-Registern:

T	4.00
Z	3.00
Y	2.00
X	1. ← Anzeige

Mit jedem Drücken von **R↓** werden jetzt die Inhalte der Stack-Register um eine Position nach «unten» verschoben, wobei der zuletzt angezeigte Wert (**X**-Register) nach **T** gespeichert wird (zyklisches Vertauschen).

Wenn Sie **R↓** drücken, ändert sich der Stackinhalt wie folgt:

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

Beachten Sie in diesem Zusammenhang, daß nur die Inhalte der Register, nicht die Register selbst, verschoben werden. Da stets der Inhalt des **X**-Registers angezeigt wird, sehen Sie jetzt 2.00 in der Anzeige.

Drücken Sie jetzt noch einmal **R↓**, und die Stackinhalte werden wie folgt umgeordnet:

Vorher:	Nachher:
T 1.00	T 2.00
Z 4.00	Z 1.00

Y 3.00 ← Anzeige → Y 4.00
X 2.00 X 3.00

Wenn Sie **R** noch zweimal drücken, ändert sich der Stack zuerst

T	3.00	T	4.00
Z	2.00	Z	3.00
Y	1.00	Y	2.00
X	4.00	← Anzeige →	X 1.00

Damit stehen die Inhalte der Stack-Register wieder in der ursprünglichen Reihenfolge und es wird wieder 1.00 angezeigt. Sie sehen also, wie man mittels **R↓** die Inhalte der vier Stack-Register nacheinander zur Anzeige bringen kann. Denken Sie stets daran, daß Sie **R↓** viermal drücken müssen, bevor der Stack wieder in der alten Form geordnet ist.

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 wie folgt:



Wenn Sie jetzt ein weiteres Mal **`xzy`** drücken, stehen die Inhalte der Stack-Register wieder in der ursprünglichen Reihenfolge. Diese Taste wird in der Regel dazu verwendet, den Inhalt des Y-Registers anzuzeigen.

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 **f STK**. Damit

50 Der automatische Rechenregister-Stapel

werden alle Stack-Register mit 0.00 belegt. Der gleiche Vorgang spielt sich beim Einschalten des HP-25 automatisch ab.

Das Löschen des Stack 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 Rechner alte Rechenresultate bei Eingabe neuer Daten automatisch im Stack «anhebt».

Drücken Sie jetzt **CLX** und der Stackinhalt 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	X 0.00

Sie können sich von der Tatsache, daß **CLX** nur auf das X-Register wirkt, überzeugen, indem Sie sich die Inhalte der übrigen Stack-Register mit Hilfe von **R↓** ansehen.

Wenn Sie **f STK** drücken, ändert sich der Stackinhalt 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	X 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 Stackinhalt wie folgt:

Name des Registers	Inhalt
T	0.00
Z	0.00
Y	0.00
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.

Eine Möglichkeit, dies zu bewirken, ist das Drücken der Taste **ENTER↑**; der Stackinhalt ändert sich darauf wie angegeben:

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 Wert im **X**-Register durch Null. Eine im Anschluß daran eingetastete Zahl überschreibt ebenfalls den Inhalt des **X**-Registers (in diesem Fall Null).

Nehmen Sie doch einmal an, Sie wollten garnicht 543,28 sondern 689,4 eingeben. Sie können in dem Fall einfach **CLX** drücken, worauf sich der Stackinhalt wie gezeigt 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 können Sie den korrekten Wert eingeben:

Vorher:	Nachher:
T 0.00	T 0.00
Z 0.00	Z 0.00
Y 314.32	Y 314.32
X 0.00	X 689.4

Merken Sie sich, daß die Inhalte der Stack-Register nicht verschoben werden, wenn die Eingabe einer neuen Zahl unmittelbar auf ein **ENTER** oder **CLX** folgt.

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 Stackinhalten des letzten Beispiels jetzt die Funktion **f** **\sqrt{x}** ausführen, ändert sich der Stack 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

Die Funktionen einer Variablen beziehen sich also grundsätzlich 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-25 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 Stück Papier und setzen dann die 21 darunter:

34
21

Dann addieren Sie beide Zahlen wie folgt:

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 21 \\ \hline 55 \end{array}$$

Ihr HP-25 ordnet die Zahlen auf die gleiche Weise im Stack an:
(Wenn Sie zuvor die letzte Zahleneingabe mit **f STK** löschen, entsprechen die Stackinhalte denen, die das Beispiel hier angibt.)

Drücken Sie	Anzeige	
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	
[+] ↪	55.00	Ergebnis

Die altbekannte Schreibweise bei der handschriftlichen Ausführung arithmetischer Grundrechnungen hilft Ihnen verstehen, wie der HP-25 zu verwenden ist. Stets sind zuvor beide Zahlen im Stack in der natürlichen Folge anzutragen; 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 Reihenfolge anzutragen.

54 Der automatische Rechenregister-Stapel

Um 21 von 34 zu subtrahieren:

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

Drücken Sie **Anzeige**
34 → 34.

ENTER↑ → 34.00
21 → 21.

[-] → 13.00

34 wird nach X geschrieben
34 wird nach Y kopiert
21 überschreibt die 34 in X
Ergebnis

Um 34 mit 21 zu multiplizieren:

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

Drücken Sie **Anzeige**
34 → 34.

ENTER↑ → 34.00
21 → 21.

[x] → 714.00

34 wird nach X geschrieben
34 wird nach Y kopiert
21 überschreibt die 34 in X
Ergebnis

Um 34 durch 21 zu dividieren:

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

Drücken Sie **Anzeige**
34 → 34.

ENTER↑ → 34.00
21 → 21.

[÷] → 1.62

34 wird nach X geschrieben
34 wird nach Y kopiert
21 überschreibt die 34 in X
Ergebnis

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 der Taste **ENTER↑** im Stack in der entsprechenden Form anzugeben. Darüber hinaus ist der Stack des HP-25 aber auch in der Lage, eine ganze Reihe von Bewegungen automatisch auszuführen. Dieses selbständige Verschieben der Stackinhalte machen den Umgang mit diesem Rechner so einfach und ermöglichen zum Beispiel auch das schon kennengelernte automatische Speichern von Zwischenergebnissen. Wenn eine neue Zahl eingegeben wird, «hebt» der HP-25 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 **f STK** drücken, löschen Sie den gesamten Stack und beginnen – wie im nachstehenden Beispiel – mit Nullen in sämtlichen Stack-Registern.

Drücken Sie	Stackinhalt		
16	T	0.00	16 wird in das angezeigte X-Register geschrieben
	Z	0.00	
	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.	

	[+]	T 0.00 Z 0.00 Y 0.00 X 46.00	16 und 30 werden addiert und das Ergebnis 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 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
	[+]	T 0.00 Z 0.00 Y 0.00 X 74.00	57 und 17 werden addiert und das Ergebnis angezeigt Endergebnis

Im Anschluß an jeden Rechenschritt und jede sonstige Beeinflussung von Zahlen wird der Stack beim Eintasten einer neuen Zahl automatisch nach «oben» verschoben. Da die Rechenoperationen mit jedem Drücken einer Funktionstaste sofort ausgeführt werden, ist die Länge solcher Rechenketten 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, selbstständig nach «unten» verschoben. Dieser Vorgang hat sich bereits in dem vorstehenden Beispiel bei jedem Drücken von **[+]** ereignet. Wir wollen die gleiche Aufgabe jetzt auf eine etwas andere Art rechnen, um dieses automatische Verschieben der Stackinhalte nach «unten» deutlicher erkennen zu können. Drücken Sie zuvor **CLx** zum Löschen des X-Registers und rechnen Sie erneut $16 + 30 + 11 + 17 = ?$

Drücken Sie	Stackinhalt	
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
ENTER↑	T 0.00 Z 16.00 Y 30.00 X 30.00	30 wird nach Y kopiert, 16 nach Z geschoben
11	T 0.00 Z 16.00 Y 30.00 X 11.	11 wird nach X geschrieben; die 30 in X wird dabei überschrieben
ENTER↑	T 16.00 Z 30.00 Y 11.00 X 11.00	11 wird nach Y kopiert, 30 nach Z und 16 nach T geschoben
17	T 16.00 Z 30.00 Y 11.00 X 17.	17 überschreibt die 11 in X
[+]	T 16.00 Z 16.00 Y 30.00 X 28.00	17 und 11 werden addiert und der übrige Teil des Stack nach unten verschoben. Dabei wird 16 von T nach Z kopiert. 30 und 28 stehen für die Addition bereit

[+]	T 16.00	30 und 28 werden addiert
	Z 16.00	und der Stack erneut nach unten verschoben. Jetzt
	Y 16.00	können 16 und 58 addiert werden
	X 58.00	
[+]	T 16.00	16 und 58 werden addiert
	Z 16.00	und das Endergebnis wird angezeigt. Wieder wird der
	Y 16.00	Stack nach unten ver-
	X 74.00	schoben

Der gleiche Vorgang spielt sich auch im Zusammenhang mit $\boxed{-}$, $\boxed{\times}$ und $\boxed{\div}$ 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** geschrieben.

Diese automatischen Bewegungen des Rechenregister-Stapels machen die Leistungsfähigkeit des Hewlett-Packard Logik-System 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:

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

Entwicklungsingenieure von Hewlett-Packard haben ermittelt, daß Sie die Leistungsfähigkeit Ihres HP-25 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 ($3 \div 4$)
5	5.	
ENTER↑	5.00	
2	2.	
\div	2.50	$(5 \div 2)$
$-$	-1.75	$(3 \div 4) - (5 \div 2)$
4	4.	
ENTER↑	4.00	
3	3.	
\times	12.00	(4×3)
$+$	10.25	$(3 \div 4) - (5 \div 2) + (4 \times 3)$
3	3.	
ENTER↑	3.00	
.213	0.213	
\times	0.64	$(3 \times .213)$
\div	16.04	
5	5.	Die erste Zahl wird eingegeben
\times	80.20	Endergebnis

RECHNEN MIT EINER KONSTANTEN

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

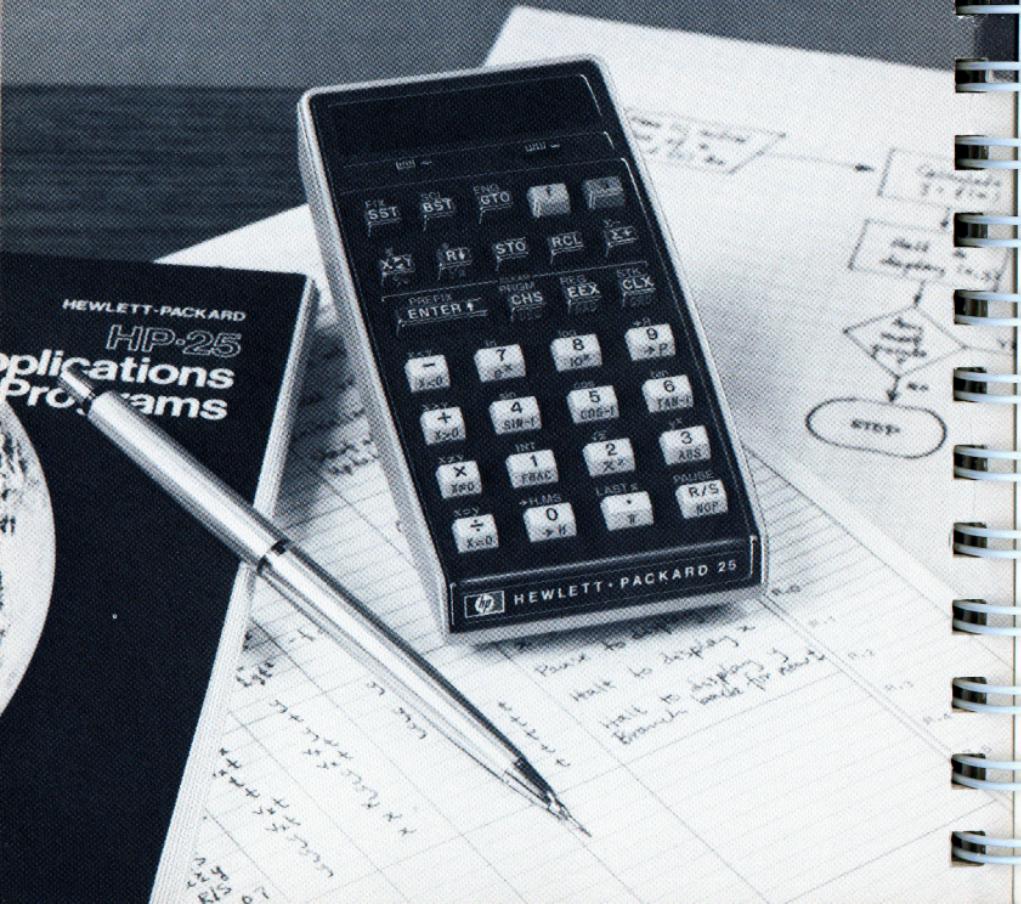
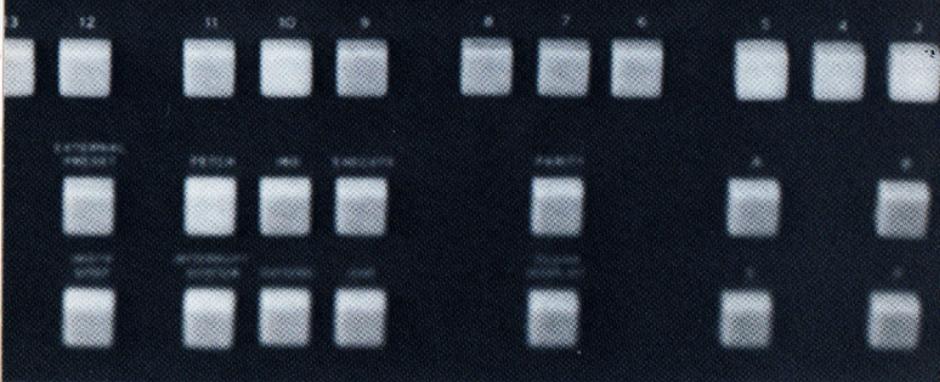
Beispiel: Ein Bakteriologe untersucht eine bestimmte Art von Einzellern, deren Anzahl sich pro Tag durch Zellteilung um typisch 15% erhöht. Wenn die Ausgangskultur 1000 Einzeller umfaßt, wie groß wird dann der Umfang der Bakterienkultur am Ende der darauf folgenden sechs Tage sein?

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 **×** zu drücken und erhalten so die jeweils nächste Anzahl.

Drücken Sie	Anzeige	
1.15	1.15	Wachstumsfaktor
ENTER↑	1.15	
ENTER↑	1.15	
ENTER↑	1.15	Wachstumsfaktor 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

Wenn Sie zum ersten Mal **X** drücken, berechnen Sie 1000×1.15 . 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 einzugeben.

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



HEWLETT-PACKARD
HP-25
Applications
Programs

KAPITEL 4. FUNKTIONSTASTEN

Die Funktionstasten des HP-25 können Sie entweder von Hand drücken oder zum Zwecke der späteren Ausführung als Bestandteil eines Programms in den Programmspeicher eintasten. Dieser Abschnitt erklärt die Wirkung der einzelnen Funktionstasten.

Wenn Sie diese Funktionen im Rahmen der manuellen Durchführung von Rechnungen verwenden, muß der PRGM/RUN-Schalter unbedingt in Stellung RUN stehen.

LAST X

Neben den vier Registern **X**, **Y**, **Z** und **T**, die den automatischen Rechenregister-Stapel (Stack) bilden, verfügt der HP-25 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 **f LAST x**.

KORREKTUR VON FEHLERN

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

Beispiel: Dividieren Sie 12 durch 2.157, nachdem Sie versehentlich durch 3.157 geteilt haben.

Drücken Sie	Anzeige
12	→ 12.
ENTER ↴	→ 12.00
3.157 ÷	→ 3.80
f LAST x	→ 3.16
x	→ 12.00
2.157 ÷	→ 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 **LASTx** gedrückt haben, haben sich die Inhalte der Stack-Register und des Last-X-Registers wie folgt geändert:

Vorher:	Nachher:	
T 0.00	0.00	T
Z 0.00	0.00	Z
Y 0.00	3.80	Y
X 3.80	3.16	X
Last X 3.16	3.16	Last X

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 Zahl öfter als einmal benötigt wird. Sie können sich das erneute Eintasten dieser Zahl ersparen, indem Sie sie aus dem Last-X-Register mit **LASTx** 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
f LASTx	3.65	Ruft 3.650112331 nach X
÷	3.01	Ergebnis

LÖSCHEN EINES PRÄFIX

Die Taste **PREFIX** hebt die Wirkung einer bereits gedrückten Präfixtaste auf. Das gilt für die blaue Präfixtaste **g**, für die goldfarbene Präfixtaste **f** sowie für die Tasten **STO**, **RCL** und **GTO** (**GTO** wird im Abschnitt 5 «Programmierung» besprochen). Wenn Sie eine falsche Präfixtaste gedrückt haben, drücken Sie **f PREFIX** als nächste Taste und dann die gewünschte Präfixtaste.

Beispiel:**Drücken Sie Anzeige**2 **g** → **2.**

Hoppla! Sie wollten das Vorzeichen der Zahl in der Anzeige ändern und haben statt dessen versehentlich die blaue Präfixtaste gedrückt

f PREFIX → **2.00**

Die Wirkung des Präfix ist aufgehoben

CHS → **-2.00**

Jetzt wird die gewünschte Operation (Vorzeichenwechsel) ausgeführt

TASTEN FÜR DAS VERÄNDERN VON ZAHLEN

Neben **CHS** gibt es noch drei weitere Tasten, die Zahlen verändern: **ABS**, **FRAC** und **INT**. Sie sind vor allem innerhalb eines Programms von großem Nutzen.

ABSOLUTWERT

Manche Rechnungen benötigen den Absolutwert oder Betrag einer Zahl. Zur Berechnung des Absolutwertes der Zahl im Anzeigeregister **X**, drücken Sie **g ABS**. Um beispielsweise den Absolutwert von -3 zu berechnen:

Drücken Sie Anzeige3 **CHS** → **-3.****g ABS** → **3.00** = $|-3|$

Zur Berechnung des Absolutwertes von $+3$:

Drücken Sie Anzeige**g ABS** → **3.00** = $|+3|$ **GANZZAHLIGER ANTEIL EINER ZAHL**

Um den ganzzahligen Anteil einer Zahl im **X**-Register zu bestimmen und anzugeben, drücken Sie **f INT**. Um beispielsweise bei der Zahl 123,456 den Dezimalteil abzuschneiden:

Drücken Sie Anzeige

123.456 → 123.456

f INT → 123.00

Es verbleibt nur der ganzzahlige Anteil

Wenn Sie f INT drücken, geht der Dezimalteil der Zahl verloren. Sie können allerdings die vollständige Zahl wieder aus dem Last-X-Register zurückrufen.

DEZIMALTEIL EINER ZAHL

Um den ganzzahligen Teil einer Zahl abzuschneiden und nur den Dezimalteil zu erhalten, drücken Sie g FRAC. Um beispielsweise nur den Dezimalteil von 123,456 zu erhalten.

Drücken Sie Anzeige

123.456 → 123.456

g FRAC → 0.46

Es verbleibt nur der Dezimalteil der Zahl, der hier entsprechend dem Format FIX 2 gerundet wird

Wenn Sie g FRAC drücken, geht der ganzzahlige Anteil der Zahl verloren. Natürlich ist die vollständige Zahl in Last X verfügbar.

REZIPROKWERT

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

Drücken Sie Anzeige

25 g 1/x → 0.04

Sie können ebenso den Reziprokwert eines Ergebnisses einer vorangegangenen Rechnung berechnen, ohne diesen Wert erneut einzugeben. Um zum Beispiel $\frac{1}{1/3+1/6}$ zu berechnen:

Drücken Sie Anzeige

3 g 1/x → 0.33

Reziprokwert von 3

6 g 1/x → 0.17

Reziprokwert von 6

+ → 0.50

Summe der Reziprokwerte

g 1/x → 2.00

Reziprokwert der Summe

QUADRATWURZEL

Wollen Sie die Quadratwurzel einer Zahl im Anzeigeregister X berechnen, drücken Sie f \sqrt{x} . Um beispielsweise die Quadratwurzel von 16 zu berechnen:

Drücken Sie Anzeige

16 f \sqrt{x} → 4.00

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

Drücken Sie Anzeige

f \sqrt{x} → 2.00

QUADRAT EINER ZAHL

Um die Zahl im Anzeigeregister X zu quadrieren, drücken Sie g x^2 .

Um zum Beispiel das Quadrat von 45 zu berechnen:

Drücken Sie Anzeige

45 g x^2 → 2025.00

Um das Resultat wiederum zu quadrieren:

Drücken Sie Anzeige

g x^2 → 4100625.00

VERWENDUNG DER KREISZAHL PI (π)

Der Wert der Kreiszahl 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 g T in das X-Register speichern. Um beispielsweise 3π zu berechnen:

Drücken Sie Anzeige

3 g T → 9.42

Beispiel: Ein kreisförmiger Tanzboden mit einem Durchmesser von 21 Metern soll mit einem neuen Bodenbelag versehen werden. Wieviel Quadratmeter dieses Materials sind dafür nötig?

$$\text{Fläche} = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \left(\frac{21}{2}\right)^2$$

Drücken Sie Anzeige

21	ENTER↑	→	21.00
2	÷	→	10.50
g	x²	→	110.25
g	T	→	3.14
X		→	346.36 m ² Bodenbelag

Wenn Sie **g T** drücken, wird der Stack automatisch angehoben, wie dies beim Eintasten einer neuen Zahl geschieht.

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 **ENTER↑**.
3. Tasten Sie die Prozentzahl (%) ein.
4. Drücken Sie **g %**.

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

Drücken Sie Anzeige

1500	ENTER↑	→	1500.00	Grundzahl
6.5		→	6.5	Prozentzahl
g	%	→	97.50	Ergebnis in DM

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

Wenn Sie wie im obigen Beispiel **g %** drücken, wird die Prozentzahl im **X**-Register vom Ergebnis überschrieben während die Grundzahl im **Y**-Register erhalten bleibt.

Wenn Sie **g %** drücken, ändern sich die Inhalte der Stackregister wie folgt:

Vorher:

T	0.00
Z	0.00
Y	1500.00
X	6.5

← Anzeige →

Nachher:

T	0.00
Z	0.00
Y	1500.00
X	97.50

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

SPEICHERREGISTER

Neben den vier Stack-Registern und dem Last-X-Register verfügt der HP-25 weiter über 8 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 und können sowohl beim manuellen Rechnen als auch innerhalb eines Programms verwendet werden.

Automatischer Speicher

T
Z
Y
X
Last X

Daten-Speicherregister

R ₀
R ₁
R ₂
R ₃
R ₄
R ₅
R ₆
R ₇

Die Adressen der Speicherregister werden durch die Zifferntasten **0** bis **7** gebildet.

SPEICHERN UND ZURÜCKRUFEN VON DATEN

Um die Zahl im angezeigten X-Register in eines der Speicherregister zu schreiben, drücken Sie **STO** und anschließend eine der Zifferntasten **0** bis **7** zur Angabe, in welches der Register der Wert gespeichert werden soll. Wollen Sie beispielsweise die Avogadro'sche Gaskonstante (ungefähr $6,02 \times 10^{23}$) nach R₂ speichern:

70 Funktionstasten

Drücken Sie	Anzeige
6.02 EEX 23	6.02 23
STO 2	6.0200000 23

Die Zahl steht jetzt (auch) in R₂

Wenn eine Zahl in eines der Speicherregister gespeichert wird, wird sie lediglich dorthin kopiert, so daß der Wert im **X**-Register verbleibt.

Um umgekehrt eine Zahl aus einem der Speicherregister in das **X**-Register zu kopieren, drücken Sie **RCL** und anschließend eine der Zifferntasten **0** bis **7** zur Angabe des gewünschten Registers. Um beispielsweise die zuvor nach R₂ gespeicherte Konstante wieder in das **X**-Register zurückzurufen:

Drücken Sie	Anzeige
CLX	0.00
RCL 2	6.0200000 23

Wenn Sie eine Zahl aus einem der Speicherregister in das **X**-Register (Anzeige) zurückrufen, wird dabei der Stack automatisch angehoben, wie dies auch beim Eintasten einer neuen Zahl geschieht. Dies gilt nicht, wenn zuvor **ENTER**, **CLX** oder **$\Sigma+$** gedrückt wurde (**$\Sigma+$** wird an späterer Stelle besprochen).

Wenn Sie einen gespeicherten Wert in das Anzeigeregister zurückrufen, wird lediglich eine Kopie des Wertes nach **X** geschrieben. Der Inhalt des entsprechenden Speicherregisters bleibt unverändert, so daß Sie dort gespeicherte Daten beliebig oft abrufen können. Der Wert ändert sich erst dann, wenn Sie eine andere Zahl in dieses Speicherregister schreiben (die dann den alten Wert überschreibt) oder die Speicherregister löschen.

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

Drücken Sie	Anzeige	
CLX	0.00	
f FIX 3	0.000	Wahl des Anzeigeformates
3.785 STO 0	3.785	Speichern der Konstante nach R ₀

2 [X]	7.570	Volumen des 1. Tanks in Liter
14.4 RCL 0 [X]	54.504	Volumen des 2. Tanks in Liter
55 RCL 0 [X]	208.175	Volumen des 3. Tanks in Liter
f [FIX] 2	208.18	Zurücksetzen des Anzeigeformates

LÖSCHEN DER SPEICHERREGISTER

Wenn Sie ein einzelnes der Speicherregister löschen wollen, speichern Sie einfach Null in dieses Register. Drücken Sie dazu 0 **STO** und dann eine der Zifferntasten zur Angabe des Registers, das Sie löschen wollen.

Um alle 8 Speicherregister gleichzeitig zu löschen, drücken Sie **f [REG]**. Dadurch werden sämtliche Speicherregister mit Null besetzt. Der gleiche Vorgang spielt sich automatisch ab, wenn Sie den Rechner aus- und dann wieder einschalten.

SPEICHERREGISTER-ARITHMETIK

Sie können unmittelbar in den Speicherregistern 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 im 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.

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 wird dem Farmer von der Konservenfabrik ausbezahlt, wenn diese 2% vom Preis für Montag und Dienstag und 3% vom Preis für Mittwoch wegen zum Teil 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 +	94.00	Gesamtmenge Montag und Dienstag
19 + 23 +	5170.00	Bruttobetrag Montag und Dienstag
STO 5	5170.00	Speichern nach R ₅
2 g %	103.40	Abzüge Montag und Dienstag
STO - 5	103.40	Subtraktion vom Inhalt von R ₅
26 ENTER 28 +	54.00	Gesamtmenge am Mittwoch
57.50 x	3105.00	Bruttobetrag Mittwoch
STO + 5	3105.00	Addition zum Inhalt von R ₅
3 g %	93.15	Abzüge für Mittwoch
STO - 5	93.15	Subtraktion vom Inhalt von R ₅
RCL 5	8078.45	Gesamt-Nettobetrag, der dem Farmer ausgezahlt wird

SPEICHERREGISTER-ÜBERLAUF

Wenn die Zahl in einem der 8 Speicherregister $9.999999999 \times 10^{99}$ übersteigt, zeigt der HP-25 **OF** in der Anzeige an um mitzuteilen, daß in einem der Register ein Überlauf eingetreten ist.

Wenn Sie beispielsweise mit Hilfe der Speicherregister-Arithmetik das Produkt aus 1×10^{50} und $7,5 \times 10^{50}$ berechnen wollen, tritt im entsprechenden Register ein Überlauf ein und Sie erhalten als Anzeige **OF**:

Drücken Sie	Anzeige	
EEX 50	1. 50	
STO 0	1.0000000 50	1×10^{50} wird nach R ₀ gespeichert
7.5 EEX 50	7.5 50	
STO <input checked="" type="checkbox"/> 0	OF	Wenn Sie die Multiplikation ausführen, tritt in R ₀ ein Überlauf ein

Die Anzeige eines Speicherregister-Überlaufs (**OF**) können Sie jederzeit löschen, indem Sie einfach **CLX** drücken.

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Ihr HP-25 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.

WINKEL-MODUS

Wenn Sie den HP-25 einschalten, ist automatisch der Winkel-Modus «dezimale Grad» gewählt. Wenn Sie entweder den Winkel-Modus «Bogenmaß» oder «Neugrad» wählen wollen, drücken Sie die Präfixtaste **g** und anschließend entweder **RAD** (Rad, Bogenmaß) oder **GRD** (Neugrad, Gon). Wollen Sie wieder in den Winkel-Modus «dezimale Grad» zurückschalten, drücken Sie **g DEG**.

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

FUNKTIONEN

Der HP-25 verfügt über die folgenden sechs trigonometrischen Funktionen:

f	sin	(Sinus)
g	sin⁻¹	(Arkussinus)
f	cos	(Kosinus)
g	cos⁻¹	(Arkuskosinus)
f	tan	(Tangens)
g	tan⁻¹	(Arkustangens)

Sämtliche diese trigonometrischen Funktionen erwarten, daß die Argumente in entweder dezimalen Grad, Neugrad oder im Bogenmaß gegeben sind (in Abhängigkeit vom vorherrschenden Winkel-Modus). Trigonometrische Funktionen sind Funktionen 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° .

Drücken Sie	Anzeige	
35	35.	Winkel-Modus dezimale Grad wird beim Einschalten automatisch gewählt
f cos	0.82	Ergebnis

Beispiel 2: Berechnen Sie den Arkussinus von .964 in Neugrad.

Drücken Sie	Anzeige	
g GRD	0.00	Wahl des Winkel-Modus «Neugrad»
.964	0.964	
g sin⁻¹	82.87	Ergebnis in Neugrad

STUNDEN, MINUTEN UND SEKUNDEN

Sie können in dezimaler Form gegebene Stunden (oder Grad) jederzeit mit Hilfe der Taste **H.MS** in Stunden (oder Grad), Minuten und Sekunden umwandeln. Um auch die Ziffern für die Sekunden zu sehen, müssen Sie als Anzeigeformat **FIX** **4** wählen.

Um beispielsweise 12,56 Stunden in Stunden, Minuten und Sekunden umzuwandeln:

Drücken Sie	Anzeige	
f FIX 4	82.8660	Wahl des Anzeigeformates FIX 4
12.56	12.56	Dezimale Stunden
f ►H.MS	12.3336	Das Resultat bedeutet 12 Stunden, 33 Minuten und 36 Sekunden

Umgekehrt können Sie mit **►H** Stunden (bzw. Grad), Minuten und Sekunden in die Form «dezimale Stunden» (bzw. Grad) umwandeln.

Um zum Beispiel die 12 Stunden, 33 Minuten und 36 Sekunden wieder in dezimale Stunden zurückzuverwandeln:

Drücken Sie	Anzeige	
g ►H	12.5600	Dezimale Stunden

Ebenso können Sie Winkel in die Form Grad, Minuten und Sekunden bzw. dezimale Grad umwandeln. Um beispielsweise $137^{\circ} 45' 12''$ in dezimale Grad umzuformen:

Drücken Sie	Anzeige	
137.4512	137.4512	
g ►H	137.7533	Dezimale Grad

Diese Umformung ist insoweit von Bedeutung, als die trigonometrischen Funktionen wohl das Argument in dezimalen Grad annehmen, nicht aber in der Form Grad, Minuten und Sekunden. Falls die Winkel in dieser Weise gegeben sind, müssen sie zuerst mittels **►H** in dezimale Grad umgewandelt werden.

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

$$\text{Großkreisentfernung} = \cos^{-1} [\sin LAT_s \sin LAT_d + \cos LAT_s \cos LAT_d \cos (LNG_d - LNG_s)] \times 60$$

76 Funktionstasten

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 zuvor in die Form dezimale Grad umzuwandeln. Dann können die einzelnen Funktionswerte berechnet werden. Es ist der folgende Ausdruck zu berechnen:

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

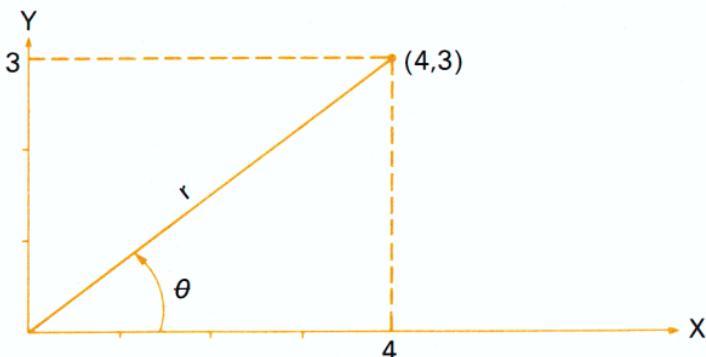
Drücken Sie	Anzeige	
CLX g DEG	0.0000	Wahl des Winkel-Modus «Grad»
f FIX 2	0.00	Wahl des Formates FIX 2
5.43 g →H 12.18		
g →H -	-6.58	
f cos	0.99	
15.55 g →H		
STO 1	15.92	
f cos	0.96	
x 37.03 g →H		
STO 0	37.05	
f cos	0.80	
x RCL 0 f sin	0.60	
RCL 1 f sin	0.27	
x	0.17	
+	0.93	
g cos⁻¹	21.92	
60 x	1315.41	Großkreisentfernung in Seemeilen (nautische Meilen)

KOORDINATENTRANSFORMATION

Es stehen zwei Funktionen für die Umwandlung zwischen Polarkoordinaten und rechtwinkligen Koordinaten zur Verfügung. Um die rechtwinkligen (x, y)-Koordinaten (die in den entsprechenden Registern **X** und **Y** stehen) in die Polarkoordinaten (r, θ) umzuwandeln, drücken Sie **g** **→P**. Im **X**-Register steht dann der Betrag r und im **Y**-Register der Winkel θ .

Um umgekehrt die Polarkoordinaten (r, θ) , die im X- und Y-Register stehen, in rechtwinklige Koordinaten (x, y) umzuwandeln, drücken Sie f [→R].

Beispiel 1: Wandeln Sie die rechtwinkligen Koordinaten $(4, 3)$ in Polarkoordinaten um, wobei der Winkel im Bogenmaß (Rad) ausgedrückt werden soll.



Drücken Sie

g RAD

Anzeige

1315.41

Wahl des Winkel-Modus
Rad

3 ENTER↑ 4

4.

g →P

5.00

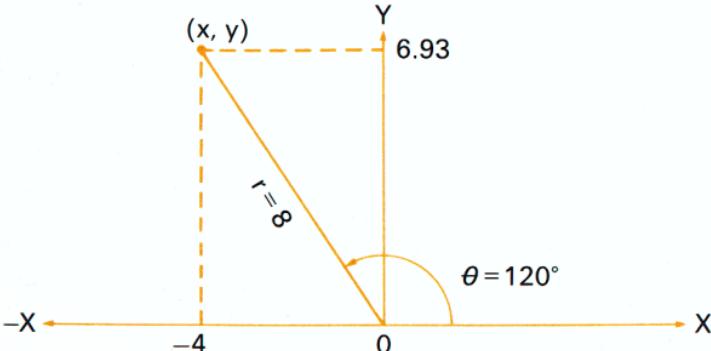
xxy

0.64

Betrag r

θ im Bogenmaß

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



Drücken Sie	Anzeige	
9 [DEG]	0.64	Wahl des Winkel-Modus Grad
120 [ENTER] 8	8.	
f [→R]	-4.00	x-Koordinate
x:y	6.93	y-Koordinate

LOGARITHMEN UND EXPONENTIAL-FUNKTIONEN

LOGARITHMEN

Der HP-25 berechnet sowohl den natürlichen als auch den dekadischen Logarithmus. Außerdem berechnet er die entsprechenden Umkehrfunktionen (Exponentialfunktionen):

- f [ln]** \log_e (natürlicher Logarithmus); berechnet den Logarithmus der Zahl im **X**-Register zur Basis e (2,718...).
- g [e^x]** (natürliche Exponentialfunktion): berechnet e^x , wobei e die Euler'sche Zahl (2,718...) und x der Wert in **X** ist.
- f [log]** (dekadischer Logarithmus); berechnet den Logarithmus der Zahl im **X**-Register zur Basis 10.
- g [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

$$R_1 = R_2 - \log \frac{M_2}{M_1} = 8,25 - \left(\log \frac{105}{1} \right)$$

Lösung :

Drücken Sie	Anzeige
8.25 ENTER↑	8.25
105 f log	2.02
[]	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 Beziehung angeben:

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

Lösung :

Drücken Sie	Anzeige
7620 ENTER↑	7620.00
1013 ENTER↑	1013.00
319	319.
[÷]	3.18
f ln	1.16
[X]	8804.76

Ergebnis in Meter

Offensichtlich befinden Sie sich auf dem Mt. Everest!

EXPONENTIALFUNKTION y^x

Mit **f yx** können Sie eine beliebige positive Zahl (sie muß nicht ganzzahlig sein) in eine beliebige Potenz erheben. Um beispielsweise 2^9 ($2 \times 2 \times 2$) zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
2 ENTER↑ 9 f yx	512.00

Berechnen Sie jetzt $8 - 1.2567$.

Drücken Sie	Anzeige
8 ENTER	8.00
1.2567 CHS f y^x	0.07

In Verbindung mit **y^x** können mit **f** **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 g y^x	0.33	Reziprokwert von 3
f y^x	1.71	Kubikwurzel von 5

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

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

entspricht das, wenn die folgende Beziehung gilt:

$$M = \sqrt[5]{5 \left[\left(\left(\left(1 + 0.2 \left[\frac{350}{661.5} \right]^2 \right)^{3.5} - 1 \right] \times \right. \right.} \\ \left. \left. \times [1 - (6.875 \times 10^{-6}) \times 25500]^{-5.2656} \right\} + 1 \right)^{0.286} - 1 \right]$$

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 weiter.

Drücken Sie	Anzeige	
350 ENTER		
661.5 ÷	0.53	
g x²	0.28	Quadrat der Klammer
.2 × 1 +	1.06	
3.5 f y^x 1 -	0.21	Die linken Klammern sind damit berechnet

1 [ENTER] \uparrow 6.875

EEX \longrightarrow 6.875 00

CHS 6 [ENTER] \uparrow \longrightarrow 6.8750000 -06

25500 \times \square \longrightarrow 0.82

5.2656 CHS

f yx \longrightarrow 2.76

Die rechten Klammern
sind jetzt berechnet;
die Zwischenergeb-
nisse werden automa-
tisch im Stack geführt

\times 1 + \longrightarrow 1.58

.286 f yx 1 - \longrightarrow 0.14

5 \times f \sqrt{x} \longrightarrow 0.84

Machzahl (Ergebnis)

Wenn Sie so komplexe Ausdrücke wie den obenstehenden, der immerhin sechsfach geklammert ist, berechnen, erkennen Sie die besonderen Vorteile des Hewlett-Packard Logik-Systems. Da Sie zu jedem Zeitpunkt nur jeweils einen Rechenschritt ausführen, gehen Sie nicht bei der Lösung der Aufgabe «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 $\Sigma+$ drücken, werden gleichzeitig mehrere Summen und Produkte der Inhalte im X- und Y-Register berechnet. Um diese Summen für die verschiedenen statistischen Funktionen verfügbar zu halten, werden sie automatisch in die Speicherregister R₃ bis R₇ geschrieben. *Die einzige Situation, in der Daten in den Speicherregistern automatisch aufaddiert werden, ist im Zusammenhang mit der Taste $\Sigma+$.* Bevor Sie mit Summationen beginnen, die mit der Taste $\Sigma+$ durchgeführt werden, sollten Sie mit Hilfe von f REG die Speicherregister löschen.

Wenn Sie eine Zahl in das Anzeigeregister X eintasten und $\Sigma+$ drücken, geschieht im einzelnen folgendes:

1. Die eingetastete Zahl wird zu dem Inhalt im Register R₇ addiert.
2. Das Quadrat der in das X-Register eingegebenen Zahl wird zu dem Inhalt von Register R₆ addiert.
3. Die Zahl im X-Register wird mit der im Y-Register multipliziert und das Produkt zu dem Inhalt von Register R₅ addiert.
4. Die Zahl im Y-Register des Stacks wird zu dem Inhalt des Registers R₄ addiert.
5. Der Inhalt von Register R₃ wird um eins erhöht und diese Zahl dann in das Anzeigeregister X geschrieben. (Der Stack wird dabei *nicht* angehoben.)

Mit jedem Drücken der Taste **$\Sigma+$** werden diese Summen auf den neuesten Stand gebracht und die Register haben die folgenden Inhalte:

Register	Inhalt	
Anzeige (X)	n	Anzahl der eingegebenen Daten
R ₃	n	Anzahl der eingegebenen Daten
R ₄	Σy	Summe der y-Werte
R ₅	Σxy	Summe der Produkte xy
R ₆	Σx^2	Summe der Quadrate der x-Werte
R ₇	Σx	Summe der x-Werte

Darüber hinaus ist der letzte y-Wert nach wie vor im Y-Register und der letzte x-Wert im Last-X-Register verfügbar.

Wenn Sie eine der Summen anzeigen wollen, brauchen Sie nur den entsprechenden Wert aus dem Speicherregister in die Anzeige zurückzurufen. In diesem Fall, oder wenn Sie eine neue Zahl in das X-Register eintasten, wird der Wert n in X überschrieben, *ohne daß* der Stack angehoben wird.

Beispiel: Berechnen Sie Σx , Σx^2 , Σy und Σxy für die nachstehenden Wertepaare (x,y).

y	7	5	9
x	5	3	8

Drücken Sie	Anzeige	
CLx f	0.00	Damit werden alle Speicherregister mit Null belegt
7 ENTER↑	7.00	
5 Σ+	1.00	1. Wertepaar, n=1
5 ENTER↑	5.00	
3 Σ+	2.00	2. Wertepaar, n=2
9 ENTER↑	9.00	
8 Σ+	3.00	3. Wertepaar, n=3
RCL 7	16.00	Summe der x-Werte aus R ₇
RCL 6	98.00	Summe der x ² -Werte aus R ₆
RCL 5	122.00	Summe der Produkte xy aus R ₅
RCL 4	21.00	Summe der y-Werte aus R ₄
RCL 3	3.00	Anzahl der Eingaben aus R ₃

MITTELWERT

Sie können den Mittelwert (das arithmetische Mittel) der mittels **Σ+** eingegebenen Daten berechnen, indem Sie **f** **Σ** drücken. Der Mittelwert wird mit den Daten aus den Registern R₃ und R₇ (n und Σx) nach folgender Formel berechnet:

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

Die einfachste Methode, die benötigten Daten in den entsprechenden Speicherregistern zu summieren, besteht in der Verwendung von **Σ+**. Wenn dies einmal gewünscht wird, können Sie diese Daten natürlich auch direkt in den Registern R₃ (n) und R₇ (**Σx**) speichern.

Beispiel: Eine Untersuchung ergab, daß zehn der reichsten Personen in den Vereinigten Staaten die folgenden Alter besitzen:

62 84 47 58 68 60 62 59 71 73

Berechnen Sie jetzt das Durchschnittsalter dieser 10 Personen.

Drücken Sie	Anzeige	
f REG	0.00	Speicherregister werden gelöscht
62 $\Sigma+$ 84 $\Sigma+$ 47 $\Sigma+$		
58 $\Sigma+$ 68 $\Sigma+$ 60 $\Sigma+$		
62 $\Sigma+$ 59 $\Sigma+$ 71 $\Sigma+$		
73 $\Sigma+$	10.00	Anzahl der Eingaben
f S	64.40	Durchschnittsalter (Mittelwert)

STANDARDABWEICHUNG

Mit den aufsummierten Daten in den Speicherregistern R_3 (n), R_6 (Σx^2) und R_7 (Σx) können Sie mit Hilfe der Taste **S** die Standardabweichung (als Maß für die Verteilung um den Mittelwert) berechnen. Wenn Sie **f S** drücken, wird die Standardabweichung nach folgender Formel berechnet:

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

Berechnen Sie zum Beispiel die Standardabweichung zu der vorstehenden Aufgabe:

Drücken Sie	Anzeige	
f S	10.10	Standardabweichung

Wären die 10 Personen, von denen im Beispiel die Rede ist, tatsächlich die 10 reichsten Personen in den USA, wären die angegebenen Daten als eine Grundgesamtheit und nicht als eine Stichprobe aufzufassen. Die Relation zwischen der Stichproben-Standardabweichung (s) und der Standardabweichung einer Grundgesamtheit (s') ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$s' = s \times \sqrt{\frac{n-1}{n}}$$

Da n im Register R_3 gespeichert ist, ist es leicht, aus der eben berechneten Stichproben-Standardabweichung die Standardabweichung der Grundgesamtheit zu berechnen.

Wenn die Summationsdaten in den Registern R₃ bis R₇ noch unverändert sind, können Sie die Standardabweichung der Grundgesamtheit auf folgende Weise leicht ermitteln:

Drücken Sie	Anzeige	
f S	10.10	Stichproben-Standardabweichung (s)
RCL 3	10.00	Rückrufen von n in die Anzeige
1 -	9.00	n - 1
RCL 3 ÷	0.90	(n - 1)/n
f ✓x X	9.58	Standardabweichung der Grundgesamtheit (s')

ENTFERNEN FALSCH EINGEGEBENER WERTE

Wenn Sie eine falsche Zahl eingetastet und $\Sigma+$ noch nicht gedrückt haben, drücken Sie **CLX** und geben Sie den richtigen Wert ein.

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

1. Geben Sie das fehlerhafte Datenpaar in X- und Y-Register ein.
2. Drücken Sie f **$\Sigma-$** , womit diese Daten wieder aus den Summen entfernt werden.
3. Geben Sie die korrekten Werte für x und y ein. (Auch wenn nur einer der Werte x oder y zu korrigieren war, sind beide Werte zu entfernen und erneut einzugeben.)
4. Drücken Sie **$\Sigma+$** .

Jetzt können Sie die korrekten Werte für den Mittelwert (\bar{x}) und die Stichproben-Standardabweichung (s) berechnen, indem Sie f **\bar{x}** bzw. f S drücken.

Nehmen Sie beispielsweise an, daß die im Beispiel genannte 62jährige Person wegen einer Folge schlechter Kapitalinvestitionen ihre Position in der Stichprobe verliert. An ihre Stelle rückt ein 21 Jahre alter Rockmusiker. Um dieser Änderung Rechnung zu tragen:

Drücken Sie	Anzeige	
62	62.	Zu ändernder Wert
f [Σ-]	9.00	Jetzt nur noch 9 Eingaben
21	21.	Der neue Wert
[Σ+]	10.00	Jetzt sind wieder 10 Werte berücksichtigt

Um jetzt den neuen Mittelwert und die neue Stichproben-Standardabweichung zu berechnen:

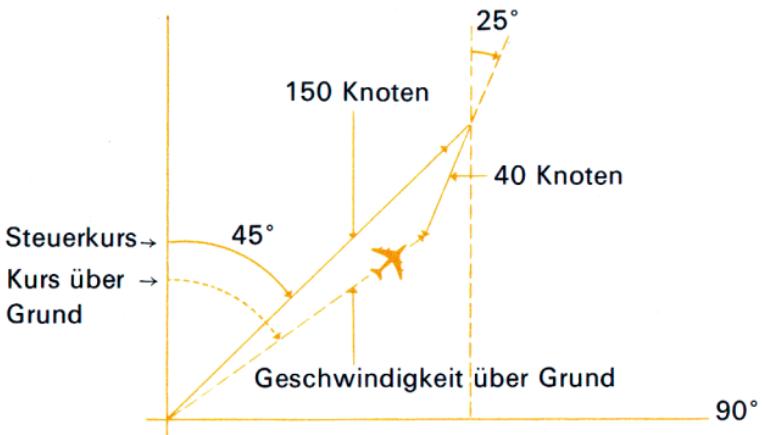
Drücken Sie	Anzeige	
f [x̄]	60.30	Der neue Mittelwert (Durchschnittsalter)
f [S]	17.09	Die neue Stichproben-Standardabweichung

VEKTOR-ADDITION

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 der Taste [→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 es 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°).



Drücken Sie

f REG → 0.00

g DEG → 0.00

45 ENTER↑ → 45.00

150 f →R Σ+ → 1.00

25 ENTER↑ → 25.00

40 f →R

f Σ- → 0.00

RCL 4 → 89.16

RCL 7 → 69.81

g →P → 113.24

xzy → 51.94

Anzeige

Löscht die Speicherregister
Wählt Winkel-Modus Grad

1. Vektor wird addiert
(zu Null)

2. Vektor wird subtrahiert
Rückruf der Summe der
y-Werte

Rückruf der Summe der
x-Werte

Geschwindigkeit über
Grund

Tatsächlicher Kurs über
Grund



guide couplers to accomplish this. Reflectometers permit oscilloscope displays or permanent recordings of reflection coefficient and loss across complete frequency bands.

The microguide reflectometer shown in Figure 3 is designed to measure the incident power constant by leveling. With automatic leveling, only the relative amplitude of the reflected wave need be measured to determine reflection coefficient.

To calibrate the reflectometer, a short circuit is placed at the output port, thus reflecting all of the incident power (zero dB return loss). The detector in the reference-arm coupler samples the reflected power and provides a proportional dc voltage for readout. By placing a calibrated attenuator ahead of the detector specific amounts of return loss may be pre-inserted for calibrating the recorder system. The attenuator is then returned to zero. The short removed, and the test device connected and measured on the pre-amplified display. Measurements are calibrated without the pre-insertion attenuator if the detector remains within

$$\frac{dV}{dz^2} = 2\beta \rightarrow V = V_0 e^{-\sqrt{\beta}z} + V_{10} e^{\sqrt{\beta}z}$$

$$\sqrt{\beta} = \pm i\sqrt{-2Y} = \pm j\beta$$

$$\frac{d^2V}{dz^2} = 2\beta^2$$

$$I = \frac{i}{2} \frac{dV}{dz} = \frac{i}{2} (\sqrt{\beta} V_0) e^{-\sqrt{\beta}z} + \frac{V_0}{2} (+\sqrt{\beta}) e^{+\sqrt{\beta}z}$$

$$= \frac{V_0}{2} e^{-\sqrt{\beta}z}$$

$$Z_0 = \frac{V_0}{2} e^{-\sqrt{\beta}z}$$

$$I_0 e^{j\beta z} - \frac{V_0}{Z_0} e^{j\beta z}$$

characteristic imp.



measurements of attenuation and return loss over a continuous 60 dB dynamic range. Readout is either on a CRT display or calibrated directly in dB or a X-Y recorder. The 382A has a frequency range from 100 MHz to 18 GHz.

IF substitution technique

Attenuation measurements up to 60 dB can be made using the IF substitution technique. Coupler tracking and calibration errors are eliminated by plotting the measured values against the actual measurement. The IF substitution technique is achieved by setting in specific values of the calibration attenuators and measuring the attenuation on the 382A near the anticipated test device attenuation. The 382A is then set to 0 dB and the test device inserted as shown in Figure 6. A linear sweep plots attenuation of the test device over the calibration grid.

IF substitution technique

The IF substitution technique of attenuation measurement involves conversion of the microwave frequency to a

KAPITEL 5. PROGRAMMIERUNG

Wie wir bereits in der Einleitung kurz erklärt haben, ist die Programmierung des HP-25 nicht schwieriger als das manuelle Rechnen von Problemen vom Tastenfeld aus. Obwohl also die Programmierung Ihres HP-25 an Einfachheit kaum zu überbieten ist, bietet sie eine Fülle von Möglichkeiten und verfügt unter anderem über:

- Eine unkomplizierte Programmiersprache.
- 49 verfügbare Programmspeicherzeilen.
- Die Möglichkeit, mehrere Tastenbefehle in einem Programmsschritt unterzubringen.
- Die Fähigkeit, innerhalb eines Programms vorprogrammierte Entscheidungen zu treffen und Programmschleifen zu bilden.
- Mehrere Korrekturoperationen, die die Berichtigungen von Programmfehlern und das Ändern von Programmen erleichtern.

Diese Eigenschaften bilden in ihrer Gesamtheit ein wertvolles und überaus leistungsfähiges Werkzeug zur Berechnung selbst komplizierter Rechenausdrücke, ohne daß Sie dabei mit Programmierungsproblemen zusätzlich belastet werden.

WAS IST EIN PROGRAMM?

Ein Programm ist nichts weiter als eine Folge von Tastenbefehlen, die sich der Rechner für eine spätere Ausführung «merkt». Wenn diese Tastenfolge erst einmal im Programmspeicher gespeichert ist, können Sie das Programm beliebig oft ausführen, wobei die Wahrscheinlichkeit, daß Sie beim Drücken der Tasten doch hin und wieder mal einen Fehler machen, fortfällt. Außerdem kann der Rechner unter eigener Regie wesentlich schneller vorgehen, als das der Fall ist, wenn Sie beim manuellen Rechnen vom Tastenfeld her «das Tempo angeben». In jedem Fall ist das Resultat der Rechnung das gleiche, das Sie erhalten, wenn Sie die einzelnen Tasten eine nach der anderen von Hand drücken. Für die Programmierung des HP-25 ist, wie Sie sehen werden, keinerlei Erfahrung im Umgang mit Computern notwendig.

WARUM EIN PROGRAMM SCHREIBEN?

Programme sind besonders dann sinnvoll, wenn die Lösung einer Aufgabe die wiederholte Durchführung bestimmter Rechenschritte erfordert. Nachdem Sie einmal die zur Lösung des Problems erforderliche Tastenfolge bestimmt und in den Programmspeicher einge-tastet haben, brauchen Sie sich um die einzelnen Programmschritte keine Gedanken mehr zu machen. Jetzt nimmt Ihnen der Rechner die «Kleinarbeit» ab und Sie brauchen sich nicht mehr zu sorgen, ob Sie nun eine falsche Taste gedrückt haben oder nicht. Da Sie den Rechengang, den das Programm ausführt, leicht überprüfen können, dürfen Sie beim wiederholten Anwenden des Programms getrost auf die Richtigkeit der Ergebnisse vertrauen. Damit sind Sie in Zukunft für die kreativeren Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Lösung rechnerischer Probleme frei.

DREI BETRIEBS-MODI DES HP-25

Es stehen Ihnen drei verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, Ihren HP-25 zu verwenden:

1. Der manuelle RUN-Modus; Moduswahlschalter in Stellung RUN.
2. Der Programmier-Modus; Moduswahlschalter in Stellung PRGM.
3. Der automatische RUN-Modus; Moduswahlschalter in Stellung RUN.

DER MANUELLE RUN-MODUS

Im manuellen RUN-Modus werden die Funktionen und sonstigen Operationen, die Sie in den vorangegangenen vier Abschnitten kennengelernt haben, eine nach der anderen vom Tastenfeld aus von Hand ausgeführt, wobei der Moduswahlschalter in Stellung RUN steht. Mit Hilfe dieser Funktionen und des automatischen Rechenregister-Stapels können Sie jede Aufgabe mit Leichtigkeit rechnen.

DER PROGRAMMIER-MODUS (PRGM)

Im Programmier-Modus (Moduswahlschalter in Stellung PRGM) werden die einzelnen Funktionen nicht unmittelbar beim Drücken der Taste ausgeführt, sondern statt dessen als Programmschritt in den Programmspeicher geschrieben. Auf diese Weise können sämtliche Tastenfunktionen für eine spätere Ausführung gespeichert werden. Dabei gibt es drei Operationen, die nicht als Bestandteil eines Programms gespeichert werden können:

Es sind **SST**, **BST**, **f PRGM**.

Diese drei Operationen sind als einzige im PRGM-Modus aktiv und werden beim Erstellen und Speichern eines Programms benötigt.

DER AUTOMATISCHE RUN-MODUS

Im automatischen RUN-Modus (Moduswahlschalter in Stellung RUN) wird eine Folge von Tastenfunktionen, die zuvor im Programmspeicher abgelegt wurde, vom Rechner automatisch ausgeführt. Anstatt sämtliche Tasten von Hand zu drücken, führt der Rechner die Tastenfolge selbstständig aus, wenn Sie **R/S** (Start/Stop) drücken. Damit ist für eine ganze Reihe von Operationen nur noch eine einzige Taste zu drücken. Der Rechner führt die Tastenfolge automatisch und wesentlich schneller aus, als Sie das könnten.

EIN EINFÜHRUNGS-PROGRAMM

Das Programm zur Berechnung der Kugeloberfläche, das Sie in der Einleitung erstellt, gespeichert und ausgeführt haben, hat Ihnen gezeigt, daß die zu speichernde Tastenfolge die gleiche ist, die Sie auch dann drücken würden, wenn Sie das Problem manuell vom Tastenfeld aus lösen würden. Wir wollen jetzt zu diesem Programm zurückgehen, und uns die Informationen ansehen, die im PRGM-Modus angezeigt werden.

Schieben Sie als erstes den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM, damit die Tastenfolge für eine spätere Ausführung in den Programmspeicher geschrieben wird. Drücken Sie dann **f PRGM**,

damit der Programmspeicher gelöscht wird. In der Anzeige steht jetzt

00

Diese Anzeige sagt Ihnen, daß Sie am Anfang des Programmspeichers stehen. Die Speicherzeile **00** enthält einen automatischen Stop-Befehl und kann nicht zur Speicherung von Programmschritten verwendet werden. Die einzelnen Schritte Ihres Programms können in den Speicherzeilen **01** bis **49** aufgezeichnet werden. (Siehe nachstehende Skizze.)

Stack

T
Z
Y
X
Last X

Daten-Speicherregister

R ₀
R ₁
R ₂
R ₃
R ₄
R ₅
R ₆
R ₇

Programmspeicher

Zeile 00
Zeile 01
Zeile 02
Zeile 03
Zeile 46
Zeile 47
Zeile 48
Zeile 49

Wie Sie sehen, ist der Programmspeicher von den Speicherregistern, dem Stack und dem Last-X Register getrennt.

Wenn Sie in der Anzeige **00** sehen, können Sie mit der Eingabe Ihres Programms beginnen. Die kurze Tastenfolge für die Berechnung der Kugeloberfläche nach der Formel $A = \pi d^2$ ist nachstehend angegeben:

Tasten**Bemerkungen**

Diese Tasten quadrieren den Durchmesser n

Diese Tasten speichern n nach X

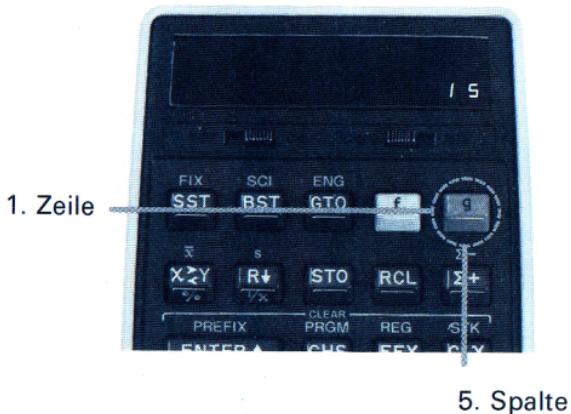
Diese Taste multipliziert d^2 mit π

TASTENCODE

Drücken Sie die erste Taste des Programms und die Anzeige ändert sich in:

15

Diese beiden Ziffern geben den Programmschritt an, der in dieser Zeile gespeichert ist. Jeder Taste auf dem Tastenfeld ist ein zweistelliger Tastencode zugeordnet. Der Code für die Zifferntasten ist entsprechend **00** bis **09**. Für alle übrigen Tasten wird der Code aus der Position der Taste auf dem HP-25 Tastenfeld abgeleitet. Die erste Ziffer gibt die Zeile und die zweite Ziffer die Spalte an, in der die Taste auf dem Tastenfeld angeordnet ist. Der Code 15 besagt demnach, daß es sich um die Taste in der ersten Zeile und fünften Spalte auf dem Tastenfeld, also um die Präfixtaste **g**, handelt.



Dieses praktische Matrix-System ermöglicht es Ihnen, den Code zu jeder der Tasten auf einfache Weise zu bestimmen, ohne daß dazu irgendeine Tabelle nötig ist.

KOMBINIERTE CODES

Um wertvollen Speicherplatz zu sparen, werden die Codes der Präfixtaste und der entsprechenden Folgetaste zu einem kombinierten Code zusammengefaßt, der dann nur eine Speicherzeile belegt. Sie werden dies sofort am Beispiel sehen. Drücken Sie jetzt

die zweite Taste der Programm-Schrittfolge, x^2 , und die Anzeige ändert sich wie folgt:

01 15 02

Wie Sie sehen, sind beide Tasten (g und x^2) zu einem kombinierten Code zusammengefaßt und in einem Schritt gespeichert worden. Die Ziffern **1** und **5** stehen für die Taste **g**, die Ziffern **0** und **2** für die Taste **[2]**, deren Alternativfunktion die Funktion x^2 ist. Die beiden Ziffern **0** und **1** auf der linken Seite geben die Nummer des Programmschritts an, der gerade angezeigt wird. In diesem Fall ist es der erste Programmschritt mit der Nummer **01**.

Generell gilt, daß jede einzelne Operation (z. B. **f sin**, **STO + [1]**, **xyz**) jeweils nur einen einzigen Programmschritt im Programmspeicher bildet.

Jede Operation, ob mit oder ohne Präfix, belegt nur eine Zeile im Programmspeicher.

Die Tastenfolge für die Berechnung der Kugeloberfläche und die entsprechenden Anzeigen sind nachstehend noch einmal angegeben. Geben Sie die einzelnen Schritte ein und prüfen Sie jedesmal den angezeigten Code.

Taste	Anzeige
g x^2	01 15 02
g T	02 15 73
x	03 61

In diesem Fall hat ein Programm, das insgesamt fünf Tasten umfaßt, nur drei Zeilen im Programmspeicher belegt.

AUSFÜHRUNG EINES GESPEICHERTEN PROGRAMMS

Die einmal gespeicherten Programme werden im automatischen RUN-Modus ausgeführt. Schalten Sie daher als erstes den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN. Drücken Sie jetzt **GTO 0 0**.

Damit wird der Rechner wieder an den Anfang des Speichers zurückgesetzt, so daß die Ausführung des Programms ab Zeile **00** beginnt. (Das gleiche können Sie bewirken, indem Sie im RUN-Modus **f PRGM** drücken.)

Drücken Sie jetzt zum Starten des Programms **R/S** im RUN-Modus. Die im Programmspeicher stehenden Schritte werden jetzt nacheinander automatisch ausgeführt, wobei der Rechner bei Zeile **00** beginnt. Als erstes wird der Programmschritt **01** ausgeführt, dann **02, 03** und schließlich der Schritt **04**, der eine spezielle Anweisung enthält: **GTO 0 0**.

GTO 0 0

Die Anweisung in Zeile **04** des Programmspeichers, **GTO 0 0**, haben Sie nicht selbst eingegeben. Sie stand bereits an dieser Stelle. Wenn Sie im PRGM-Modus **f PRGM** drücken oder den Rechner aus- und dann wieder einschalten, werden sämtliche Positionen des Programmspeichers mit **GTO 0 0** Anweisungen belegt. Die drei Schritte des eingegebenen Programms haben die entsprechenden drei Anweisungen überschrieben, wobei sich der Inhalt des Programmspeichers wie folgt geändert hat:

Vorher:

00	
01 13 00	
02 13 00	
03 13 00	
04 13 00	
05 13 00	
06 13 00	
47 13 00	
48 13 00	
49 13 00	

Nachher:

00	
01 15 02	
02 15 73	
03 61	
04 13 00	
05 13 00	
06 13 00	
47 13 00	
48 13 00	
49 13 00	

Die Skizze auf der linken Seite zeigt den Programmspeicher unmittelbar nach Drücken von **f PRGM**. Auf der rechten Seite ist gezeigt, wie die Tastenfolge des gespeicherten Programms die **GTO 0 0** Anweisungen in den ersten drei Speicherzeilen über schrieben hat.

GTO 0 0 ist eine Sprunganweisung, die den Rechner auffordert, zu Zeile **00** zu gehen. Da dort ein automatischer Stopbefehl steht, hält der Rechner bei Zeile **00** selbstständig an. Wenn Sie jetzt erneut **R/S** drücken, starten Sie die Programmausführung automatisch wieder ab Zeile **00** wie beim ersten Mal. Nach jeder Ausführung des Programms hält der Rechner so bei Zeile **00** an und kann jederzeit erneut ab da gestartet werden.

Wenn Ihr Programm sämtliche 49 Speicherzeilen belegt, geht der Rechner ebenfalls im Anschluß an Zeile **49** zur Zeile **00** zurück und hält bei dem automatischen Stoppbefehl in Zeile **00** an. Ab dieser Stelle kann dann das Programm mit **R/S** erneut gestartet werden.

Beispiel: Berechnen Sie die Oberfläche einer Glaskugel (Murmel) mit dem Durchmesser $d=1,3$ cm und anschließend die Oberfläche eines Ballons von 2,5 Meter Durchmesser.

Drücken Sie	Anzeige	
1.3 R/S	5.31	Oberfläche der Murmel in cm^2
2.5 R/S	19.63	Oberfläche des Ballons in m^2

EIN ZWEITES PROGRAMM

Wir wollen jetzt ein weiteres Programm erstellen, um daran weitere Einzelheiten zur Programmierung des HP-25 aufzuzeigen. Nehmen Sie einmal an, Sie wollen ein Programm schreiben, das die Volumenänderung eines kugelförmigen Ballons bei Veränderung des Durchmessers berechnet. Dazu verwenden wir die Formel:

$$\text{Volumenänderung} = 1/6\pi (d_1^3 - d_0^3)$$

Dabei ist mit d_0 der ursprüngliche Durchmesser des Ballons und mit d_1 der neue Durchmesser gemeint. Wenn Sie d_0 in das **Y**-Register und d_1 in das **X**-Register eingeben, könnten Sie die Rechnung manuell ausführen, indem Sie die Tasten drücken, die in der folgenden Tabelle auf der linken Seite angegeben sind.

Tasten	Anzeige		
ENTER↑	01	31	
3	02	03	
f yx	03	14 03	(d_1^3)
xzy	04	21	
3	05	03	
f yx	06	14 03	(d_0^3)
-	07	41	
g π	08	15 73	
x	09	61	Multiplikation mit Pi
6	10	06	
÷	11	71	Division durch 6

Die Tastenfolge für das Programm ist genau die gleiche. Schalten Sie in Stellung PRGM (PRGM **RUN**) und drücken Sie **f PRGM** zum Löschen des Programmspeichers und zur Anzeige von **00**. Geben Sie nun die vorstehende Tastenfolge ein. Die einzelnen Funktionen werden dabei nicht ausgeführt, sondern für eine spätere automatische Ausführung in den Programmspeicher geschrieben. Dort belegen Sie die Zeilen **01** bis **10** einschließlich. Anhand der in der Anzeige erscheinenden Tastencodes können Sie stets kontrollieren, ob Sie auch die richtige Taste gedrückt haben.

Um das solchermaßen gespeicherte Programm auszuführen, schalten Sie den Moduswahlschalter in Stellung RUN (PRGM **RUN**) und drücken Sie **f PRGM** (oder **GTO 0 0**). Damit wird der Rechner die Ausführung des Programms wie gewünscht ab Zeile **00** beginnen.

Beispiel: Wie ändert sich das Volumen eines Ballons, der von einem ursprünglichen Durchmesser von 30 Meter auf 35 Meter aufblasen wird.

Drücken Sie	Anzeige	
30 ENTER↑	30.00	Eingabe des ursprünglichen Wertes für den Durchmesser (d_0)
35 R/S	8312.13	Eingabe des neuen Durchmessers nach X und Starten des Programms

ANZEIGE VON PROGRAMMSCHRITTEN

Wenn Sie sich dieses Programm ansehen möchten, müssen Sie eine Möglichkeit haben, die einzelnen Programmschritte nacheinander anzuzeigen. Dazu stehen zwei Operationen zur Verfügung: **SST** (Einzelschritt vor) und **BST** (Einzelschritt zurück).

Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN (PRGM ■■■■■ RUN) und drücken Sie **f** **PRGM**, um den Rechner an den Anfang des Programmspeichers zurückzusetzen. Schalten Sie jetzt in den PRGM-Modus (PRGM ■■■■■ RUN) um und drücken Sie einmal **SST**. Die Anzeige ändert sich daraufhin in:

01 31

Wenn Sie noch einmal **SST** drücken, ändert sich die Anzeige erneut:

02 03

Drücken Sie jetzt **BST**. Was ist passiert? Sie sind wieder bei Zeile **01** angelangt. Wenn Sie noch einmal **BST** drücken wird **00** angezeigt. Weiteres Drücken von **BST** hat keine Wirkung mehr.

SST zeigt den Inhalt der *nächstfolgenden* Programmspeicherzeile an.

BST zeigt den Inhalt der *vorangegangenen* Programmspeicherzeile an.

Da diese beiden Tasten im PRGM-Modus wirken, können Sie nicht als Bestandteil in ein Programm eingefügt werden.

ANZEIGE EINES BESTIMMTEN PROGRAMMSCHRITTES

Wenn Sie einen Programmschritt anzeigen möchten, der im hinteren Teil des Programmspeichers steht, ist die Verwendung von **SST** recht mühsam. In einem solchen Fall ist es sinnvoller, die Taste **GTO** im RUN-Modus zu verwenden. Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN, tasten Sie **GTO** und dann eine zweistellige Zahl ein, die die Schrittnummer angibt, die angezeigt werden soll. Wenn Sie jetzt in den PRGM-Modus (PRGM  RUN) zurück-schalten, wird der gewünschte Programmschritt angezeigt.

Um beispielsweise den Programmschritt 10 im letzten Beispiel anzuzeigen, schalten Sie in Stellung RUN (PRGM ■■■■■RUN) und drücken Sie **GTO 1 0**. Wenn Sie jetzt in Stellung PRGM zurückschalten, zeigt die Anzeige:

10 06

Wenn Sie auf diese Weise die **GTO**-Taste verwenden, müssen die Nummern der gewünschten Speicherzeile stets zweistellig angegeben werden. So müssen Sie beispielsweise zur Anzeige der sechsten Speicherzeile im RUN-Modus **GTO 0 6** drücken und dann in Stellung PRGM zurückschalten.

Wenn die erste auf **GTO** folgende Zifferntaste größer als 4 ist, wird der **GTO**-Befehl überlesen und die Zahl in das Anzeigeregister geschrieben. Ebenso wird, wenn eine der beiden auf **GTO** folgenden Tasten eine andere als eine Zifferntaste ist, der **GTO**-Befehl ignoriert und die dieser Taste zugeordnete Funktion ausgeführt.

UNTERBRECHEN DER PROGRAMMAUSFÜHRUNG

Von Zeit zu Zeit soll ein Programm anhalten, damit Sie Daten eingeben oder Zwischenergebnisse anzeigen können. Diese Programmunterbrechung kann auf verschiedene Art durchgeführt werden, indem Sie entweder **R/S** oder **f PAUSE** als Bestandteil eines Programms mit eingeben.

ANHALTEN EINES PROGRAMMS

R/S wirkt unterschiedlich, je nachdem ob es als Bestandteil eines gespeicherten Programms ausgeführt oder vom Tastenfeld aus gedrückt wird. Als eine im Rahmen eines Programms ausgeführte Anweisung hält **R/S** die Ausführung des Programms an und erlaubt so die Eingabe von Daten bzw. das Ablesen von Zwischenergebnissen. Wenn dann **R/S** im automatischen RUN-Modus vom Tastenfeld aus gedrückt wird, fährt der Rechner mit der Ausführung der gespeicherten Programmschritte fort.

Programmbeispiel: Eine Konservenfabrik möchte die Volumen verschiedener zylinderförmiger Blechdosen berechnen. Außerdem würden sie gerne die Grundfläche jeder Dose notieren, bevor das Volumen berechnet wird. Nachstehend ist ein Programm angegeben, das diese Aufgabe erfüllt.

Das Programm berechnet zu jeder Dose die Grundfläche und hält dann an. Wenn Sie den Wert notiert haben, können Sie das Programm erneut starten, damit es das Volumen berechnet. Die verwendete Formel lautet:

$$\text{Volumen} = \text{Grundfläche} \times \text{Höhe} = \pi r^2 \times h$$

Bevor das Programm gestartet wird, wird der Radius (r) und die Höhe der Dose (h) in die Register X und Y eingegeben. Um dieses Programm in den Programmspeicher zu schreiben, schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM (PRGM ■■■■■ RUN) und drücken Sie **f PRGM** zum Löschen des Programmspeichers. In der Anzeige erscheint **00**. Geben Sie jetzt die nachstehende Tastenfolge ein:

Drücken Sie	Anzeige	
g x^2	01 15 02	Berechnet r^2
g π	02 15 73	Speichert Pi nach X
x	03 61	Berechnet die Grundfläche
R/S	04 74	Hält zur Anzeige der Grundfläche an
x	05 61	Volumen der Dose

Schalten Sie zur Ausführung dieses Programms den Moduswahlschalter in Stellung RUN (PRGM ■■■■■ RUN) und drücken Sie **f PRGM**, damit der Rechner die Ausführung des Programms ab Zeile **00** startet. Vervollständigen Sie jetzt mit Hilfe dieses Programms die nachstehende Tabelle:

Höhe cm	Radius cm	Grundfläche cm^2	Volumen cm^3
25	10	?	?
8	4,5	?	?

Drücken Sie	Anzeige
25 [ENTER]	25.00
10 [R/S]	314.16
[R/S]	7853.98
8 [ENTER]	8.00
4.5 [R/S]	63.62
[R/S]	508.94

Höhe h nach Y speichern
Programm hält zur Anzeige der Grundfläche an
Volumen der 1. Dose
Höhe h nach Y speichern
Programm hält zur Anzeige der Grundfläche an
Volumen der 2. Dose

Nach Eingabe der Höhe in das Y- und des Radius in das X-Register wird die Grundfläche berechnet. Dann hält das Programm an. Nach erneutem Starten des Programms wird das Volumen berechnet. Jetzt geht der Rechner nach Zeile 00 und hält wegen des automatischen Stoppbefehls an. Von hier aus kann das Programm jederzeit wieder gestartet werden.

Allgemein ausgedrückt, verwendet man [R/S] innerhalb eines Programms immer dann, wenn *mehr als ein* Ergebnis angezeigt werden soll. Soll *nur ein* Resultat angezeigt werden, ist die Verwendung von GTO 0 0 bequemer; der Rechner hält dann nämlich stets am Speicheranfang an und kann von dort beliebig oft erneut gestartet werden.

KURZFRISTIGE UNTERBRECHUNG DER PROGRAMM-AUSFÜHRUNG

Eine f PAUSE -Anweisung innerhalb eines Programms unterbricht die Ausführung des Programms für einen Moment, so daß Werte angezeigt werden können, die nicht notiert werden müssen. Die Länge der Programmunterbrechung beträgt ca. 1 Sekunde. Sie können, falls Sie längere Pausenzeiten wünschen, mehrere Anweisungen f PAUSE hintereinander in das Programm einfügen.

Um zu sehen, wie f PAUSE wirkt, wollen wir das Programm zur Berechnung des Zylindervolumens etwas ändern. In dem neuen Programm wird jetzt die Grundfläche nur noch für einen Augenblick angezeigt, bevor das Programm selbständig mit der Berechnung des Volumens fortfährt.

Außerdem zeigt dieses Beispiel, wie man sich einem Problem auf verschiedene Arten nähern kann.

Schalten Sie zum Eintasten des Programms in Stellung PRGM und drücken Sie **f PRGM** zum Löschen des Programmspeichers und zur Anzeige von **00**. Geben Sie jetzt die nachfolgenden Programmschritte ein.

Drücken Sie	Anzeige	
g x^2	01 15 02	Berechnet r^2
g π	02 15 73	Speichert Pi nach X
x	03 61	Berechnet die Grundfläche
f PAUSE	04 14 74	Zeigt kurzzeitig die Fläche an
x	05 61	Berechnet das Volumen

Dieses Programm geht ebenso davon aus, daß die Höhe zuvor in das Y-Register und der Radius in das X-Register eingegeben wird. Wenn Sie die Tastenfolge eingegeben haben, schalten Sie den Moduswahlschalter in die Stellung RUN (PRGM  RUN) und drücken Sie **f PRGM**, damit die Programmausführung ab Zeile **00** beginnt.

Berechnen Sie jetzt die noch fehlenden Tabellenwerte.

Höhe cm	Radius cm	Grundfläche cm^2	Volumen cm^3
20	15	?	?
10	5	?	?

Drücken Sie	Anzeige	
20 ENTER↑	20.00	Eingabe der Höhe nach Y
15 R/S	706.86	Grundfläche wird eine Sekunde lang angezeigt
	14137.17	Volumen der ersten Dose
10 ENTER↑	10.00	Eingabe der Höhe nach Y
5 R/S	78.54	Grundfläche wird eine Sekunde lang angezeigt
	785.40	Volumen der zweiten Dose

PROGRAMM-STOPS

Gelegentlich wird es vorkommen, daß das Programm wegen eines Fehlers irgendeiner Art anhält. Die folgende Aufstellung aller möglichen Ursachen für das Anhalten eines laufenden Programms kann als Hilfe bei der Fehlersuche betrachtet werden.

Ausführung von R/S. Tritt innerhalb eines Programms ein R/S auf, hält das Programm an dem darauffolgenden Programmschritt an.

Ausführung der Programmspeicherzeile 00. Wenn der Rechner die Programmspeicherzeile 00 ausführt, hält das laufende Programm wegen des dort gespeicherten automatischen Stoppbefehls an.

Drücken einer beliebigen Taste. Ein laufendes Programm wird angehalten, wenn Sie vom Tastenfeld aus eine beliebige Taste drücken. Achten Sie daher darauf, daß Sie nicht während der Programmausführung versehentlich eine der Tasten drücken. Ist dies doch einmal geschehen, müssen Sie beim erneuten Starten des Programms vorsichtig sein. Sie dürfen das Programm nämlich nicht innerhalb einer Tastenfolge zur Zahleneingabe in das X-Register starten, wenn der Rechner an einer solchen Stelle versehentlich angehalten wurde. Wenn im unten stehenden Programmausschnitt der versehentliche Programmstop bei Zeile 23 aufgetreten wäre, würde die Zahl 13 in der Anzeige erscheinen. Nach erneutem Starten mit Hilfe von R/S würde jetzt diese 13 im Stack angehoben werden und die Zahl 4.7 würde in das X-Register geschrieben.

19	61
20	14 03
21	01
22	03
23	04
24	73
25	07
26	15 22

Um Schwierigkeiten dieser Art zu vermeiden, sollten Sie in den PRGM-Modus umschalten und sich ansehen, ob Sie sich innerhalb einer Tastenfolge zur Zahleneingabe befinden oder nicht. Falls ja, können Sie die Tasten **SST** und **BST** dazu verwenden, aus diesem Bereich herauszugehen, bevor Sie das Programm mit **R/S** erneut starten. Im vorstehenden Beispiel sollten Sie im PRGM-Modus zweimal **BST** drücken, dann in den RUN-Modus umschalten und **CLx** drücken. Jetzt können Sie das Programm wieder starten.

Überlauf. Ihr HP-25 ist so konzipiert worden, daß es jederzeit möglich ist, den Grund für ein Anhalten bei der Programmausführung in der Anzeige zu erkennen. Wenn das Ergebnis einer Rechnung im X-Register größer als $9.999999999 \times 10^{99}$ ist, zeigt der Rechner in jeder Position der Anzeige eine 9 an und ein eventuell laufendes Programm wird angehalten. Wenn Sie jetzt in den PRGM-Modus umschalten, erkennen Sie leicht, welche Operation für den Überlauf verantwortlich war.

Wenn der Überlauf in einem der Speicherregister durch Speicherregister-Arithmetik oder die Verwendung der Taste **$\Sigma+$** auftritt, erscheint **OF** in der Anzeige, um Sie über diesen Überlauf zu informieren. Prüfen Sie dann die Inhalte der Speicherregister um zu sehen, in welchem der Überlauf aufgetreten ist.

Wenn das Ergebnis einer Zahl kleiner ist als 10^{-99} , ersetzt der Rechner diese Zahl durch Null. Ein laufendes Programm wird dadurch nicht angehalten.

Stops wegen unerlaubter Operationen. Operationen, die als Anzeige «**Error**» nach sich ziehen (Fehlermeldung), halten auch ein laufendes Programm an. Den Grund für die Fehlermeldung können Sie auch hier dadurch feststellen, daß Sie kurzzeitig in den PRGM-Modus umschalten und sich den Tastencode der «unerlaubten» Operation ansehen. Eine Liste der unerlaubten Operationen finden Sie im Anhang B.

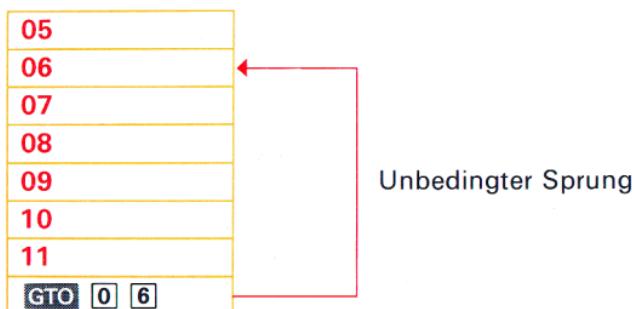
PROGRAMMVERZWEIGUNGEN

Obwohl die sequentielle Ausführung der gespeicherten Programm-Schritte der Normalfall ist, kann die Ausführung auch zu einem beliebigen Schritt innerhalb des Programmspeichers verzweigt wer-

den. Der «Sprung» kann entweder ein unbedingter Sprung, oder an Bedingungen geknüpft sein. Diese Bedingung besteht dann darin, daß die Daten im X- und Y-Register bestimmte Beziehungen zueinander haben müssen.

UNBEDINGTE SPRÜNGE

Sie haben bereits erfahren, wie man im RUN-Modus **GTO** verwenden kann, um einen bestimmten Programmschritt anzuzeigen. Innerhalb eines Programms wird mit **GTO** die Ausführung zu der angegebenen Programmspeicherzeile verzweigt, von wo sie sequentiell fortfährt. Einen solchen Fall haben Sie bereits erlebt: **GTO 0 0** hat den Rechner am Ende der Programme angewiesen, zur Zeile **00** zu verzweigen.



Wenn Sie einen solchen Sprungbefehl in den Rechner eingeben, müssen auf **GTO** stets zwei Ziffern zur Angabe der Sprungadresse folgen. So muß die Anweisung für einen unbedingten Sprung zu Zeile 6 **GTO 0 6** lauten.

Wenn die erste auf **GTO** folgende Ziffer größer ist als vier, wird die **GTO**-Taste überlesen und die Zahl in das X-Register geschrieben. Ebenso wird, wenn eine der beiden auf **GTO** folgenden Tasten keine Zifferntaste ist, der **GTO**-Befehl ignoriert und statt dessen die entsprechende Funktion in den Programmspeicher geladen.

Programmbeispiel. Das folgende Programm berechnet die Quadrate aufeinanderfolgender ganzer Zahlen, wobei es bei Null anfängt. Damit fährt das Programm solange fort, bis Sie entweder **R/S** drücken oder der Rechner überläuft. Die einfache Formel, die das

Programm verwendet, lautet $x = n^2$, wobei n mit jedem Durchgang um eins erhöht wird.

Schalten Sie zur Eingabe des Programms den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM, drücken Sie dann **f** **PRGM** zum Löschen des Programmspeichers (Anzeige **00**) und geben Sie dann die folgenden Programmschritte ein:

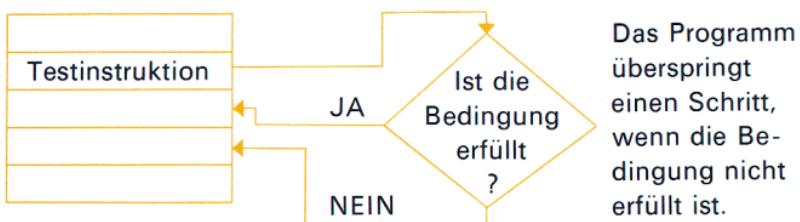
Drücken Sie	Anzeige	
0	01 00	
STO 1	02 23 01	Speichert Null nach R ₁
RCL 1	03 24 01	Ruft die jeweilige Zahl zum Quadrieren nach X zurück
g x²	04 15 02	Kurzfristiges Anzeigen des Quadrates
f PAUSE	05 14 74	
1	06 01	
STO [+ 1]	07 23 51 01	r ₁ + 1 → R ₁
GTO [0 3]	08 13 03	Programmverzweigung zum Berechnen des nächsten Quadrates

Das Programm berechnet das Quadrat der Zahl im Register R₁, das am Anfang den Inhalt Null besitzt. Es zeigt das Quadrat kurzfristig an und erhöht dann die Zahl in R₁ um eins. Der unbedingte Sprung am Ende des Programms bewirkt eine Programmverzweigung zur Zeile 03, so daß die Rechnung mit dem neuen Wert entsprechend wiederholt wird.

Um das Programm auszuführen, schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN (PRGM  RUN) und drücken Sie **f PRGM**, um den Rechner zu Zeile **00** zurückzurücken. Jetzt müssen Sie lediglich **R/S** drücken. In der Anzeige erscheinen dann in regelmäßiger Folge die Quadrate aufeinanderfolgender ganzer Zahlen, bis Sie wieder **R/S** drücken und das Programm damit anhalten.

BEDINGTE PROGRAMMVERZWEIGUNGEN (BEDINGTE SPRÜNGE)

Acht verschiedene Anweisungen befähigen den HP-25, innerhalb eines Programms Entscheidungen zu treffen. In Abhängigkeit von dem Ausgang eines Vergleichs zwischen den Inhalten von **X**- und **Y**-Register wird ein vorprogrammierter Sprung ausgeführt oder nicht. Diese Bedingungen, von denen die Programmverzweigung abhängig ist, lassen sich in Form einer Frage formulieren. Ist die Antwort JA, fährt das Programm mit der sequentiellen Ausführung der Programmschritte fort. Ist die Antwort dagegen NEIN, überspringt das Programm den nachfolgenden Programmschritt, der beispielsweise eine Sprunganweisung oder eine einfachere Instruktion beinhalten kann (z. B. **CHS**). Auf diese Weise trifft das Programm für Sie eine Entscheidung!



Die angesprochenen acht verschiedenen Bedingungen sind im folgenden zusammengestellt. Die Tests zwischen den Zahlenwerten erfolgen stets unter Zugrundelegung der vollen Genauigkeit von 10 wesentlichen Stellen einschließlich Exponenten. Eine Rundung in der Anzeige hat darauf keinen Einfluß.

- f** **$x < y$** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers kleiner als die Zahl im **Y**-Register ist.
- f** **$x \geq y$** prüft, ob die Zahl im **X**-Register größer als oder gleich dem Inhalt des **Y**-Registers ist.
- f** **$x \neq y$** prüft, ob die Inhalte von **X**- und **Y**-Register verschieden sind.
- f** **$x = y$** prüft, ob die Inhalte von **X**- und **Y**-Register gleich sind.
- g** **$x < 0$** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers kleiner als Null (d. h. negativ) ist.
- g** **$x \geq 0$** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers größer oder gleich Null ist.

- g $X \neq 0$** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers von Null verschieden ist.
- g $X = 0$** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers gleich Null ist.

Programmbeispiel: Dieses Programm berechnet den Arkussinus eines Eingabewertes x . (x muß innerhalb der Grenzen -1 und $+1$ liegen.) Das Programm prüft sodann den berechneten Winkel und addiert 360 Grad, wenn dieser nicht schon größer als Null ist. Damit ist erreicht, daß der von diesem Programm berechnete Winkel stets positiv ist.

Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter zum Eintasten des Programms in Stellung PRGM (PRGM  RUN), drücken Sie **f PRGM** zum Löschen des Programmspeichers und geben Sie dann die folgenden Programmschritte ein:

Drücken Sie	Anzeige	
g sin⁻¹	01 15 04	Arkussinus
g $X \geq 0$	02 15 51	Vergleicht das Resultat mit Null
GTO 0 0	03 13 00	Zeigt den Arkussinus an, falls größer als Null
3	04 03	
6	05 06	Addiert
0	06 00	360°
+	07 51	Zum Arkussinus

Schalten Sie zur Ausführung des Programms den Moduswahlschalter zurück in Stellung RUN (PRGM  RUN) und drücken Sie **f PRGM**, damit der Rechner die Programmausführung von Zeile **00** ab beginnt. Jetzt können Sie einen Wert für x eintasten und das Programm mit **R/S** starten. Der resultierende Winkel wird immer positiv sein.

Drücken Sie	Anzeige	
g DEG	0.00	Wahl des Winkel-Modus Grad
.5 R/S	30.00	$\text{Arcsin} (.5) = 30^\circ$
.5 CHS	-0.5	Negativer Wert für x
R/S	330.00	360° wird zum $\text{arcsin} (-.5)$ addiert, so daß der resultierende Winkel positiv ist

KORREKTUR VON PROGRAMMFEHLERN

Auch der erfahrene Programmierer findet anfänglich noch einige Fehler bzw. «schwache Stellen» in seinen Programmen. Das reicht von Fehlern im Lösungsansatz über solche beim Eintasten des Programms bis hin zu Programmteilen, die sich wesentlich vereinfachen lassen, um mit weniger Speicherraum auszukommen. Ihr HP-25 verfügt über komfortable Korrekturmöglichkeiten, die das Überarbeiten Ihrer Programme einfach gestalten.

AUFFINDEN EINES FEHLERS

Die einfachste Methode, mit der Sie untersuchen können, ob Ihr Programm einwandfrei arbeitet, besteht darin, ein Testbeispiel zu rechnen, dessen Resultat Sie bereits kennen oder dessen Ergebnis leicht mit anderen Mitteln bestimmt werden kann. Wenn Sie beispielsweise ein Programm erstellt haben, das die Kreisfläche nach der Formel $\text{Fläche} = \pi \times r^2$ berechnet, können Sie leicht erkennen, daß ein Eingabewert von 1 für den Radius eine Fläche von π ergeben muß.

VERWENDUNG VON **SST**

Wenn ein solches Testbeispiel zu einem falschen Resultat geführt hat, haben Sie damit den Fehler bei längeren Programmen in der Regel noch nicht aufgefunden. Dazu können Sie jetzt das Programm in «Zeitlupe» ablaufen lassen, indem Sie **SST** im RUN-Modus verwenden. Damit können Sie einen Programmschritt nach dem anderen beliebig langsam ausführen. Solange Sie im RUN-Modus die Taste **SST** niederhalten, zeigt der Rechner die Programmschritt-Nummer und den Tastencode an. Wenn Sie die Taste dann loslassen, wird die entsprechende Operation ausgeführt. Wir wollen dies an einem Beispiel verdeutlichen.

Programmbeispiel: Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN (PRGM  RUN) und löschen Sie den Programmspeicher mit **f PRGM** (Anzeige **00**). Geben Sie nun die nachstehende Tastenfolge ein.

Taste	Anzeige	
g x²	01 15 02	Programm zur Berechnung der Kreisfläche
g T1	02 15 73	
X	03 61	

Das Programm geht davon aus, daß ein Wert für den Radius r im X-Register steht. Um das Programm auszuführen, schalten Sie in den RUN-Modus und drücken Sie **f PRGM**. Geben Sie jetzt für r den Wert 10 ein und tasten Sie sich in Zeitlupe durch das Programm.

Drücken Sie	Anzeige	
10	10.	
SST	01 15 02	Wenn Sie SST gedrückt halten, wird der erste Programmschritt angezeigt
	100.00	Wenn Sie SST loslassen, wird der erste Programmschritt ausgeführt
SST	02 15 73	Wieder wird beim Niederhalten von SST der nächste Programmschritt angezeigt...
	3.14	... und nach Loslassen von SST ausgeführt
SST	03 61	Solange Sie SST gedrückt halten, wird der dritte Programmschritt angezeigt
	314.16	Nach Loslassen von SST wird auch dieser Programmschritt ausgeführt

Sie sehen, daß Sie auf diese Weise einem Fehler leicht und relativ schnell auf die Spur kommen können.

Wenn Sie im RUN-Modus die Taste **BST** gedrückt halten, wird die Programmschritt-Nummer und der Tastencode des vorhergehenden Programmschritts angezeigt. Nach Loslassen der Taste **BST** wird wieder der Inhalt des X-Registers angezeigt. Wenn Sie jetzt

aber in den PRGM-Modus umschalten, werden Sie sehen, daß der vorhergehende Programmschritt angezeigt wird. Wenn Sie im RUN-Modus im Anschluß an **BST** **R/S** drücken, beginnt die Ausführung des Programms auch entsprechend mit dem davorliegenden Programmschritt. Drücken Sie jetzt **BST**, um die einzelnen Schritte unseres Programmbeispiels anzuzeigen.

Drücken Sie	Anzeige	
BST	03	61
	314.16	
BST	02	15 03
	314.16	

Wenn Sie **BST** im RUN-Modus gedrückt halten, wird der vorhergehende Programmschritt angezeigt

Nach Loslassen von **BST** wird wieder das **X**-Register angezeigt

Wieder wird, solange Sie **BST** gedrückt halten, der Programmschritt angezeigt...

... und nach Loslassen von **BST** wieder der Inhalt des **X**-Registers

Wenn Sie jetzt in den PRGM-Modus schalten, wird der zweite Programmschritt angezeigt:

02 15 73

In einer Beziehung müssen Sie bei der Verwendung von **SST** im RUN-Modus vorsichtig sein. **SST** beendet keine Zahleneingaben. Daher müssen Sie darauf achten, daß Sie an die Tastenfolge zur Zahleneingabe ein **ENTER** anhängen, wenn Sie mit **SST** fortfahren wollen oder das Programm unmittelbar auf ein **R/S** eine Zahl in das **X**-Register schreibt. Wenn Sie sonst, nachdem das Programm bei dem **R/S** hält, eine Zahl eintasten und dann mit **SST** im Programm weitergehen, werden die Ziffern, die das Programm zum Aufbau einer Zahl in das **X**-Register schreibt mit der eingetasteten Zahl zusammengezogen.

Markierter Programmstop. Sofern es der Speicherplatz erlaubt, ist es oft sinnvoll, unmittelbar vor einem Programmstop zur Entgegennahme von Daten eine bekannte Zahl in die Anzeige zu schreiben, die dann beim Eintasten des Wertes überschrieben wird. Damit können Sie anzeigen, welcher von mehreren Eingabewerten jetzt erforderlich ist. Wenn Ihr Programm zum Beispiel acht Mal zur Entgegennahme von Daten anhält, ist es nützlich, wenn dabei die Zahlen 1 bis 8 in der Anzeige erscheinen, so daß Sie wissen, welcher Wert einzutasten ist.

AUSTAUSCHEN EINES PROGRAMMSCHRITTS

Das Austauschen oder Abändern eines einzelnen Programmschrittes ist beim HP-25 einfach. Wenn Sie den Fehler gefunden haben, verwenden Sie **SST** und **BST** im PRGM-Modus oder **GTO** im RUN-Modus, um den vor dem auszutauschenden Schritt liegenden Programmschritt anzuzeigen. Um also zum Beispiel den Programmschritt **06** ändern zu können, müssen Sie den Schritt **05** anzeigen. Wenn Sie diesen Schritt jetzt abändern wollen, tasten Sie einfach den entsprechend geänderten Schritt für die Speicherzeile **06** ein. Der alte Inhalt der Zeile **06** wird vom neuen Tastencode überschrieben. Falls Sie lediglich einen Schritt entfernen und nicht durch einen anderen ersetzen wollen, können Sie an diese Stelle **g NOP** (Leerbefehl) schreiben. Dieser Programmschritt hat keine Wirkung und wird vom Programm bei der Ausführung übergangen.

Programmbeispiel: Das nachstehende Programm berechnet die Kubikwurzel einer Zahl im X-Register.

Taste	Anzeige
ENTER↑	01 31
3	02 03
g $\sqrt[3]{\cdot}$	03 15 22
f y^x	04 14 03

Nachdem Sie das eingetastete Programm mittels **SST** kontrolliert haben, stellen Sie fest, daß Sie statt dessen das folgende fehlerhafte Programm eingegeben haben:

Taste	Anzeige
ENTER ↑	01 31
3	02 03
g %	03 15 21
x:y	04 21
f yx	05 14 03

Hoppla! Jetzt haben Sie die falsche Taste erwischt...
... und Sie aus Versehen auch noch zweimal gedrückt

Schalten Sie den Moduswahlschalter in Stellung PRGM, drücken Sie **f PRGM** und geben Sie die Tastenfolge für dieses zweite fehlerhafte Programm ein.

Um das Programm jetzt zu korrigieren, drücken Sie dreimal **BST**, um den Schritt **02** anzuzeigen. Jetzt können Sie den ersten Fehler berichtigen, indem Sie die korrekten Tasten für den dritten Programmschritt drücken.

Drücken Sie	Anzeige
	02 03
g 1/x	03 15 22

Zeigen Sie zuerst diesen Schritt an
Damit ist der Programmschritt 03 korrigiert

Nachdem jetzt der Schritt **03** angezeigt wird, können Sie sofort den Programmschritt **04** verbessern. Da es sich um einen unerwünschten zusätzlichen Programmschritt handelt, werden wir den Inhalt am einfachsten durch **g NOP** ersetzen.

Drücken Sie	Anzeige
	03 15 22
g NOP	04 15 74

An dieser Stelle führt der Rechner nachher keine Operation aus

Schalten Sie jetzt zurück in den RUN-Modus und stellen Sie den Rechner mit **f PRGM** an den Speicheranfang zurück. Nun können Sie anhand des folgenden Beispiel überprüfen, ob Sie das Programm richtig korrigiert haben.

Beispiel: Berechnen Sie die Kubikwurzel aus 8 und 125.

Drücken Sie	Anzeige
8 R/S	2.00
125 R/S	5.00

EINFÜGEN MEHRERER PROGRAMMSCHRITTE

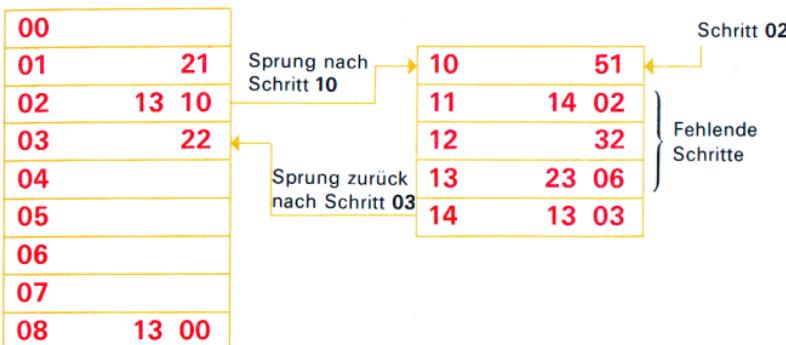
Wenn Sie ein Programm mittleren Umfangs eingetastet und dabei ausgerechnet im mittleren Teil einige Programmschritte vergessen haben, müssen Sie nicht von neuem beginnen. Die fehlende Tastenfolge kann hinter dem Programm im noch freien Teil des Speichers abgelegt werden. Sie können dann mit Hilfe von **GTO** einen unbedingten Sprung zu dieser Schrittfolge durchführen und am Ende dieses angehangenen Programmteils mit einem weiteren unbedingten Sprung zu dem «Hauptprogramm» zurückspringen.

Das folgende Programmsegment soll dies veranschaulichen. Zwischen den Schritten 02 und 03 fehlen drei Anweisungen.

00	
01	21
02	51
03	22
04	
05	
06	
07	
08	13 00

← An dieser Stelle fehlen: **f** **✓x**, **CHS** und **STO** **6**.

Um die fehlenden Schritte anzufügen, müssen wir zu einem der noch freien Plätze im Programmspeicher springen. Das abgeänderte Programm ist nachstehend angegeben.



Beachten Sie, daß die ursprünglich im Schritt **02** stehende Anweisung jetzt im Schritt **10** abgespeichert ist. Damit ist im Schritt **02** Platz für einen Sprungbefehl zum Schritt **10** freigeworden. An die fehlenden Anweisungen in den Schritten **11** bis **13** ist ein weiterer Sprungbefehl angehängt, der die Programmausführung wieder ab Schritt **03** weiterführt.

PROGRAMMBEISPIELE

An den beiden folgenden Programmbeispielen können Sie selbst überprüfen, wie tief Sie in die Programmiertechnik eingedrungen sind. Es ist jeweils nur der Zweck des Programmes erklärt. Versuchen Sie herauszufinden, wie jedes einzelne Programm funktioniert.

n!-FAKULTÄT

Dieses Programm berechnet die Fakultät zu jedem eingegebenen Wert n . $[n(n-1)(n-2)\dots 3 \times 2 \times 1]$. (Für den Spezialfall $n=0$ gilt $0!=1$.)

Schalten Sie auf Stellung PRGM (PRGM RUN) und drücken Sie **f** **PRGM** bevor Sie die folgende Tastenreihenfolge eingeben.

Taste	Anzeige
g ABS	→ 01 15 03
f INT	→ 02 14 01
STO [1]	→ 03 23 01
g X=0	→ 04 15 71

GTO [1] [4]	→	05	13 14
[1]	→	06	01
f [x=y]	→	07	14 71
GTO [1] [6]	→	08	13 16
x>y	→	09	21
[1]	→	10	01
-	→	11	41
STO [x] [1]	→	12 23 61 01	
GTO [0] [6]	→	13	13 06
[1]	→	14	01
GTO [0] [0]	→	15	13 00
RCL [1]	→	16	24 01

Schalten Sie zurück auf Stellung RUN (PRGM [] RUN) und drücken Sie f [PRGM]. Nun können Sie das folgende Beispiel versuchen.

Beispiel: Berechnen Sie die verschiedenen Möglichkeiten eines Gruppenbildes, für das sich 6 Teilnehmer aufstellen könnten. ($P_6 = 6!$)

Geben Sie ein	Anzeige
6 [R/S]	→ 720.00
	($6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$)

FOLGENDE REIHE

Dieses Programm verwendet die folgende Reihe, um eine Näherung an «e» zu erhalten.

$$e = \frac{1}{0!} + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \dots + \frac{1}{n!}$$

Das Programm testet jeden einzelnen Näherungswert und vergleicht diesen gegen das bereits im Rechner enthaltene «e». Die Differenz wird angezeigt. Sind beide Werte gleich, hält das Programm an und zeigt Ihnen die Anzahl der erforderlich gewesenen Iterationen.

Schalten Sie auf Stellung PRGM (PRGM [] RUN) und drücken Sie f [PRGM] bevor Sie die folgende Tastenreihenfolge eingeben.

Taste	Anzeige
[1]	→ 01 01
STO [0]	→ 02 23 00
STO [1]	→ 03 23 01
ENTER↑	→ 04 31

g	1/x	→	05	15	22
RCL	0	→	06	24	00
+		→	07	51	
STO	0	→	08	23	00
1		→	09	01	
g	e^x	→	10	15	07
f	X=Y	→	11	14	71
GTO	2 6	→	12	13	26
x:y		→	13	21	
f	FIX 9	→	14	14	11 09
f	PAUSE	→	15	14	74
f	PAUSE	→	16	14	74
-		→	17		41
f	PAUSE	→	18	14	74
R↓		→	19		22
RCL	1	→	20	24	01
1		→	21		01
+		→	22		51
STO	1	→	23	23	01
x		→	24		61
GTO	0 4	→	25	13	04
RCL	1	→	26	24	01
f	FIX 2	→	27	14	11 02

Schalten Sie zurück auf Stellung RUN (PRGM ■■■■■ RUN) und drücken Sie **f** **PRGM** bevor Sie das Programm mit **R/S** starten.

Sie sollten nach 11 Durchläufen Konvergenz erreichen.

NACHWORT

Wenn Sie dieses Handbuch aufmerksam studiert haben, werden Sie sämtliche grundlegenden Funktionen des HP-25 kennen. Sie haben damit aber erst begonnen, die vielfältigen Möglichkeiten, die Ihnen dieser programmierbare Taschenrechner bietet, zu nutzen. Das werden Sie bestätigen, wenn Sie ihn erst einmal einige Monate bei sich getragen und täglich für die verschiedensten Aufgaben eingesetzt haben. Mit dem HP-25 ist Ihnen ein Werkzeug sprichwörtlich «in die Hand» gegeben, über das kein Archimedes, Galileo oder Einstein verfügen konnten. Die einzigen Grenzen der Anwendbarkeit Ihres HP-25 sind die Grenzen Ihrer Vorstellungskraft.

ANHANG A. ZUBEHÖR UND WARTUNG

STANDARD-ZUBEHÖR

Zusammen mit dem HP-25 werden Ihnen die folgenden Zubehörteile geliefert:

- Batteriesatz (bereits im Rechner eingesetzt)
- Kunstledertasche
- HP-25 Kurzanleitung
- HP-25 Bedienungshandbuch
- HP-25 Programmsammlung
- Netzladegerät

ZUSÄTZLICHES ZUBEHÖR

Weitere Zubehörteile sind auf der Bestellkarte aufgeführt. Wenden Sie sich bei Bedarf an die nächstgelegene HP-Niederlassung.

NETZBETRIEB

Der in den Rechner eingesetzte Batteriesatz besteht aus wieder-aufladbaren NC-Akkumulatoren. Wenn Sie Ihren Rechner erhalten, ist die Batterie in der Regel nicht geladen. Sie können Ihren HP-25 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.

VORSICHT

Wenn Sie Ihren HP-25 im Netzbetrieb verwenden und der Batteriesatz nicht im Rechner eingesetzt ist, kann das Gerät beschädigt werden.

Wenn Sie das Netzladegerät anschließen wollen, müssen Sie wie folgt verfahren:

1. Wenn Ihr Netzladegerät über einen Spannungswähler verfügt, muß dieser auf die richtige Netzspannung eingestellt sein. Die Bereiche liegen von 100 bis 127 Volt und von 200 bis 254 Volt Wechselstrom.

VORSICHT

Ihr Rechner kann beschädigt werden, wenn Sie ihn über das Ladegerät an das Netz anschließen und dabei die falsche Netzspannung eingestellt ist.

2. Schalten Sie den HP-25 aus.
3. Stecken Sie den Ladestecker in die rückwärtige Buchse am Rechner und 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 Stellung ON verwenden. 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 entsprechende Betriebsdauer des Rechners geringer sein. Unabhängig davon, ob der Rechner während des Ladevorgangs ein- oder ausgeschaltet ist, können die Batterien nicht überladen werden. Der Rechner kann daher am Netz angeschlossen bleiben, wobei es normal ist, daß sowohl der Rechner als auch das Ladegerät handwarm sind.

BATTERIEBETRIEB

Wenn Sie Ihren HP-25 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-25 stets mit sich führen. Bei voll geladenem Batteriesatz stehen Ihnen 2 bis 5 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.

Die Anzeige hat am Stromverbrauch den größten Anteil, weshalb Sie auch bei Batteriebetrieb nicht mehr Stellen anzeigen sollten, als nötig sind. Fall Sie den Rechner zwischen zwei Rechnungen nicht abschalten wollen, sollten Sie eine «1» eintasten; die Anzeige **1.** hat den geringstmöglichen Stromverbrauch.

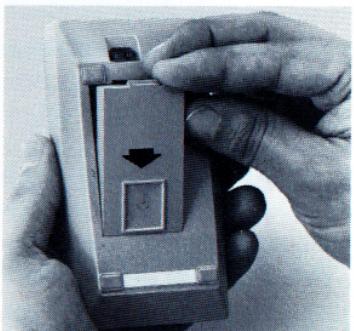
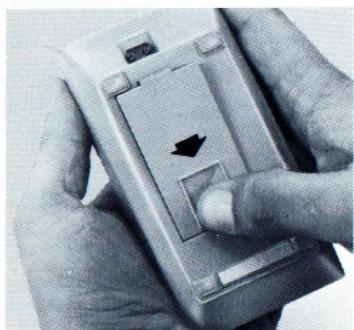
AUSTAUSCHEN DER BATTERIEN

Wenn dies einmal nötig sein sollte, ersetzen Sie den mitgelieferten Batteriesatz durch einen gleichartigen vom Hewlett-Packard.

VORSICHT

Wenn Sie einen anderen als den mitgelieferten Hewlett-Packard Batteriesatz in Ihrem Gerät verwenden, kann dieses beschädigt werden.

Gehen Sie zum Austauschen des Batteriesatzes wie folgt vor:



1. Schalten Sie den Rechner aus und ziehen Sie den Stecker des Netzladegerätes heraus.
2. Drücken Sie an der angegebenen Stelle auf den Batteriesatz und schieben Sie ihn in Pfeilrichtung.
3. Wenn die Verriegelungszunge des Batteriesatzes sichtbar wird, heben Sie dieses Ende an, drehen Sie den Rechner um und lassen Sie den Batteriesatz in Ihre Hand fallen.
4. Setzen Sie einen neuen Batteriesatz in Pfeilrichtung ein und lassen Sie ihn einrasten.

Wenn Sie Ihren HP-25 häufig netzunabhängig außer Hause betreiben wollen, ist der Reserve-Batteriehalter ein wertvolles Zubehör. Er besteht aus einem Ladeteil und einem weiteren Batteriesatz. Auf diese Weise können Sie jeweils eine Batterie laden, während Sie die andere im Rechner verwenden.

Falls sich ein Batteriesatz in kurzer Zeit von selbst entlädt oder nur eine kurze Betriebszeit zuläßt, kann es sein, daß er defekt ist. Falls die Garantiezeit von einem Jahr noch nicht abgelaufen ist, senden Sie die Batterie zusammen mit einer ausgefüllten Servicekarte gemäß den Versandbestimmungen an Hewlett-Packard. Falls die Garantie nicht mehr wirksam ist, können Sie mit der Zubehör-Bestellkarte einen neuen Batteriesatz bestellen.

ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn im RUN-Modus sämtliche Dezimalpunkte (mit Ausnahme des wirklichen Dezimalpunktes) aufleuchten, zeigt Ihnen das an, daß noch ca. eine Minute Rechenzeit verbleibt.

6 0 . 2 23 Anzeige abfallender Batteriespannung



tatsächlicher Dezimalpunkt

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-25 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 Steckdose unter Spannung steht. War das Ladegerät noch nicht angeschlossen, ist der Rechner auszuschalten, bevor Sie das Kabel des Netzladegerätes an den Rechner anschließen.
2. Überprüfen Sie, ob vielleicht die Kontakte des Batteriesatzes verschmutzt sind.
3. Tauschen Sie, wenn möglich, den Batteriesatz gegen einen anderen geladenen 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».)

FLIMMERNDE ANZEIGE

Während der Ausführung eines gespeicherten Programms flimmert die Anzeige und ist nicht lesbar. Damit zeigt der Rechner an, das er bei der Ausführung gespeicherter Programmschritte ist. Wenn das Programm anhält, erhalten Sie wieder eine ruhige Anzeige.

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

INNERHALB DER GARANTIEFRIST

Auf den HP-25 erhalten Sie eine Garantie von 12 Monaten. Sie erstreckt sich auf Material- und Verarbeitungsfehler. Dabei werden fehlerhafte Teile ausgetauscht bzw. instandgesetzt, wenn Sie den Rechner nach den unten angegebenen Versandanweisungen ein-senden. Die Garantie erstreckt sich nicht auf solche Teile, die durch Gewalteinwirkung entstanden sind oder auf Reparatur oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Hewlett-Packard haften insbesondere nicht für eventuelle Folgeschäden.

NACH ABLAUF DER GARANTIEFRIST

Außerhalb der Garantiezeit wird der Rechner gegen eine geringe Berechnung repariert. Auf solche Arbeiten wird dann wiederum eine Garantie von 90 Tagen Dauer gewährt.

TECHNISCHE ÄNDERUNGEN

Hewlett-Packard behält sich technische Änderungen vor. Die Produkte werden auf der Basis der Eigenschaften verkauft, die am

124 Zubehör und Wartung

Verkaufstag gültig werden. Eine Verpflichtung zur Änderung einmal verkaufter Gerät besteht nicht.

VERSANDANWEISUNGEN

Bei fehlerhaftem Arbeiten des Rechners oder des Ladegerätes senden Sie uns:

- Ihren HP-25 mit allen Standard-Zubehörteilen.
- Eine komplett ausgefüllte Service-Karte.

Schicken Sie den Rechner sorgsam verpackt an die in der Service-Karte angegebene Anschrift. Das Porto geht zu Lasten des Einsenders, wobei es unerheblich ist, ob die Garantiefrist bereits abgelaufen ist oder nicht. Innerhalb der Garantiezeit trägt Hewlett-Packard allerdings die Kosten der Rücksendung des reparierten Gerätes.

Sollten weitere servicebezogene Fragen auftreten, so rufen Sie eine der auf der Service-Karte angegebenen Telefonnummern an.

ANHANG B. UNERLAUBTE OPERATIONEN

Wenn Sie versuchen, eine der folgenden unerlaubten Operationen, wie beispielsweise eine Division durch Null, auszuführen, zeigt der Rechner in der Anzeige das Wort «**Error**» an. Zum Löschen dieser Fehlermeldung, drücken Sie einfach **CLX**.

Unerlaubte Operationen:

	wenn $x = 0$
	wenn $y \leq 0$
	wenn $x < 0$
	wenn $x = 0$
	wenn $x \leq 0$
	wenn $x \leq 0$
	wenn $|x| > 1$
	wenn $|x| > 1$
STO	wenn $x = 0$
	wenn $n < 1$
	wenn $n < 2$

ANHANG C. STACKLIFT UND LAST X

STACKLIFT

Nach einer Reihe von Operationen erfolgt im Stackregister ein automatisches Anheben des x -Inhaltes nach y bei nachfolgender Eingabe eines neuen Wertes. Die folgende Liste zählt die Operationen auf:

**$\boxed{-}$, $\boxed{+}$, $\boxed{\times}$, $\boxed{\div}$, $\boxed{\ln}$, $\boxed{e^x}$, $\boxed{\log}$, $\boxed{10^x}$, $\boxed{\sin}$, $\boxed{\sin^{-1}}$, $\boxed{\cos}$, $\boxed{\cos^{-1}}$, $\boxed{\tan}$,
 $\boxed{\tan^{-1}}$, $\boxed{\text{INT}}$, $\boxed{\text{FRAC}}$, $\boxed{\sqrt{x}}$, $\boxed{x^2}$, $\boxed{\text{T}}$, $\boxed{y^x}$, $\boxed{\rightarrow \text{H.MS}}$, $\boxed{\rightarrow \text{H}}$, $\boxed{\text{ABS}}$,
 $\boxed{\frac{1}{x}}$, $\boxed{\%$, $\boxed{\bar{x}}$, \boxed{S} , $\boxed{x^2y}$, $\boxed{R\downarrow}$, $\boxed{\text{FIX}}$, $\boxed{\text{SCI}}$, $\boxed{\text{ENG}}$, $\boxed{\text{STO}}$, \boxed{n} , $\boxed{\text{RCL}}$, \boxed{n} ,
 $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{-}$ \boxed{n} , $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{+}$ \boxed{n} , $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{\times}$ \boxed{n} , $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{\div}$ \boxed{n} , $\boxed{\rightarrow R}$, $\boxed{\rightarrow P}$.**

Die folgenden Operationen beinhalten keinen automatischen Stacklift bei Neueingabe eines weiteren Wertes:

\boxed{f} , \boxed{g} , $\boxed{\text{STO}}$, $\boxed{\text{RCL}}$, $\boxed{\text{CHS}}$, $\boxed{0}$ bis $\boxed{9}$, $\boxed{\bullet}$.

Eingaben nach folgenden Operationen überschreiben den Inhalt des x -Registers ohne einen Stacklift zu beinhalten.

$\boxed{\text{CLX}}$, $\boxed{\text{ENTER}\uparrow}$, $\boxed{\Sigma+}$, $\boxed{\Sigma-}$.

LAST X

Die folgenden Operationen speichern die letzte Eingabe in das Last-X-Register:

**$\boxed{-}$, $\boxed{+}$, $\boxed{\times}$, $\boxed{\div}$, $\boxed{\rightarrow \text{H.MS}}$, $\boxed{\rightarrow \text{H}}$, $\boxed{\text{INT}}$, $\boxed{\text{FRAC}}$, $\boxed{\ln}$, $\boxed{\log}$, $\boxed{\sin}$, $\boxed{\sin^{-1}}$,
 $\boxed{\cos}$, $\boxed{\cos^{-1}}$, $\boxed{\tan}$, $\boxed{\tan^{-1}}$, $\boxed{\sqrt{x}}$, $\boxed{x^2}$, $\boxed{\frac{1}{x}}$, $\boxed{y^x}$, $\boxed{e^x}$, $\boxed{10^x}$, $\boxed{\rightarrow R}$,
 $\boxed{\rightarrow P}$, $\boxed{\text{T}}$.**

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 Quadratzoll	=6,4516 Quadratzentimeter**
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	=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 Pond* 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

Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

- 1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86
7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 130, Telefon (07031) 667-1
4000 Düsseldorf, Vogelsanger Weg 38, Telefon (0211) 63 80 31/5
6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560140, Telefon (0611) 50 04-1
2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93
3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46
8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 30, Telefon (0911) 56 30 83/85
8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,
Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz: Hewlett-Packard (Schweiz) AG, Zürcherstraße 20, Postfach 64,
8952 Schlieren-Zürich, Telefon (01) 98 18 21 und 98 52 40

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52/53, Postfach 7, A-1205 Wien,
Österreich, Telefon (0222) 351621 bis 32

Für die UdSSR: Hewlett-Packard Representative Office USSR, Hotel Budapest,
Room 201, Petrovskje Linii 2/18, 103-051 Moscow

Europa-Zentrale:

Hewlett-Packard S.A., 7, rue du Bois-du-Lan, Postfach 349,
CH-1217 Meyrin 1-Genf, Schweiz, Telefon (022) 41 54 00

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please do not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.