



**Hewlett-Packard GmbH:**

6000 Frankfurt 56, Bernerstrasse 117, Postfach 560140, Tel. (0611) 50 04-1  
7030 Böblingen, Herrenbergerstrasse 110, Tel. (07031) 667-1  
4000 Düsseldorf 11, Emanuel-Leutze-Strasse 1 (Seestern), Tel. (0211) 5 97 11  
2000 Hamburg 1, Wendenstrasse 23, Tel. (040) 24 13 93  
8012 Ottobrunn, Unterhachinger Strasse 28, Isar Center, Tel. (089) 601 30 61/7  
3000 Hannover 91, Am Grossmarkt 6, Tel. (0511) 46 60 01  
8500 Nürnberg, Neumeyer Strasse 90, Tel. (0911) 56 30 83/85  
1000 Berlin 30, Keith Strasse 2-4, Tel. (030) 24 90 86

**Hewlett-Packard (Schweiz) AG:**

Zürcherstrasse 20, Postfach 307, 8952 Schlieren-Zürich, Tel. (01) 750 52 40 und 730 18 21

**Hewlett-Packard Ges.m.b.H., für Österreich/für sozialistische Staaten:**  
Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien, Tel. (0222) 35 16 21 bis 27, 33 66 06 bis 08  
und 33 15 29

**Hewlett-Packard S.A., Europa-Zentrale:**

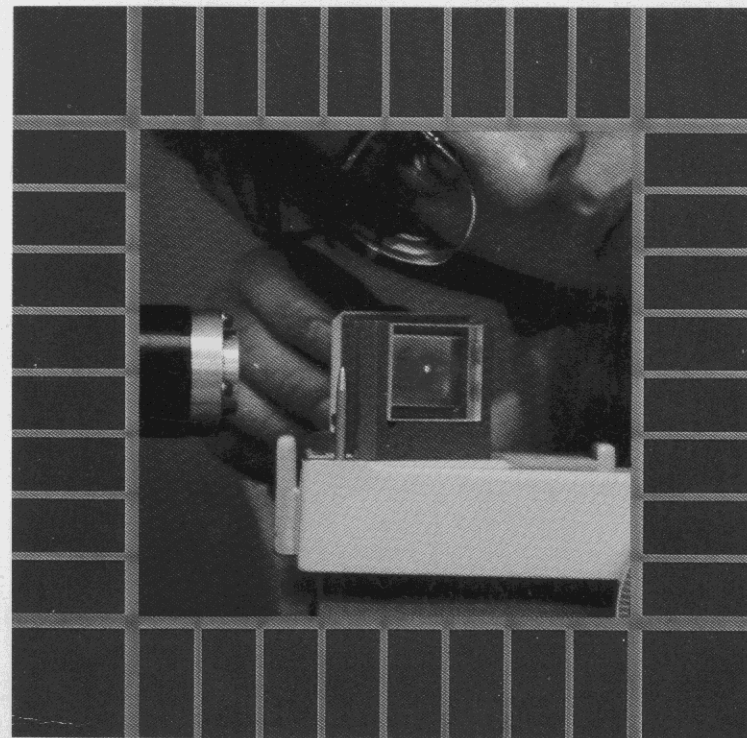
7, rue du Bois-du-Lan, Postfach, CH-1217 Meyrin 2, Genf, Tel. (022) 87 70 00

HEWLETT-PACKARD

# HP-33E

Programmierbarer wissenschaftlicher  
Taschenrechner

Bedienungs- und  
Programmierhandbuch



HEWLETT  PACKARD

# HP-33E

Programmierbarer wissenschaftlicher  
Taschenrechner

Bedienungs-  
und Programmierhandbuch

# INHALTSVERZEICHNIS

## DER PROGRAMMIERBARE WISSENSCHAFT- LICHE TASCHENRECHNER HP-33E ..... 6

Verzeichnis der Tastenfunktionen ..... 8

Verzeichnis der Programmierfunktionen ..... 11

## ABSCHNITT 1: EINLEITUNG ..... 17

Manuelle Lösung eines Problems ..... 18

Programmierte Lösung eines Problems ..... 19

## ABSCHNITT 2: BESONDERE EIGEN- SCHAFTEN DES HP-33E ..... 21

Selbstprüfroutine ..... 21

Mantisse ..... 22

Speicherregister ..... 22

Abändern von Zahlen ..... 23

Absolutwert ..... 23

Ganzzahliger Anteil einer Zahl ..... 23

Dezimaler Anteil einer Zahl ..... 23

Statistik-Funktionen ..... 24

Summationen ..... 24

Mittelwert ..... 25

Standardabweichung ..... 26

Löschen und Korrigieren von Eingabedaten ..... 27

Lineare Regression ..... 28

Linearer Schätzwert ..... 29

Korrelationskoeffizient ..... 30

Vektor-Addition und -Subtraktion ..... 30

## ABSCHNITT 3: PROGRAMMIERUNG..... 33

Was ist ein Programm? ..... 33

Warum ein Programm schreiben? ..... 33

Tastencode ..... 33

Kombinierte Codes ..... 34

Ein Einführungsprogramm ..... 35

Ausführung eines gespeicherten Programms ..... 36

|   |    |
|---|----|
| Ein zweites Programm .....                              | 36 |
| Anzeige von Programmschritten .....                     | 38 |
| Anzeige eines bestimmten Programmschrittes .....        | 38 |
| Unterbrechung der Programmausführung .....              | 39 |
| Anhalten eines Programms .....                          | 39 |
| Kurzfristige Unterbrechung der Programmausführung ..... | 41 |
| Programm-Stops .....                                    | 42 |
| Fehler-Stops .....                                      | 43 |
| Überlauf .....  | 43 |
| Flußdiagramme .....                                     | 43 |

#### ABSCHNITT 4: PROGRAMMVERZWEIGUNG 49

|  |    |
|--|----|
| Unbedingte Programmverzweigung und Schleifen .....           | 49 |
| Vergleichsoperationen und bedingte Programmverzweigung ..... | 52 |

#### ABSCHNITT 5: UNTERPROGRAMME 63

|  |    |
|--|----|
| Anwendungsbeispiele für Unterprogramme .....         | 67 |
| Grenzen bei der Verwendung von Unterprogrammen ..... | 69 |

#### ABSCHNITT 6: KORREKTUR VON PROGRAMMFEHLERN 73

|   |    |
|---|----|
| Auffinden eines Fehlers .....             | 73 |
| Verwendung von <b>SST</b> .....           | 73 |
| Austauschen eines Programmschrittes ..... | 75 |
| Einfügen mehrerer Programmschritte .....  | 77 |

#### ANHANG A: IHR HEWLETT-PACKARD-RECHNER 79

|  |    |
|--|----|
| Netzbetrieb .....                          | 79 |
| Laden der Batterie .....                   | 80 |
| Batteriebetrieb .....                      | 80 |
| Austauschen des Batteriesatzes .....       | 81 |
| Pflege des Batteriesatzes .....            | 82 |
| Anzeige abfallender Batteriespannung ..... | 83 |
| Keine Anzeige .....                        | 83 |
| Temperaturbereich .....                    | 84 |
| Gewährleistung .....                       | 84 |
| Reparaturdauer .....                       | 84 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Versandanweisungen .....    | 85 |
| Technische Änderungen ..... | 85 |
| Sonstiges .....             | 85 |

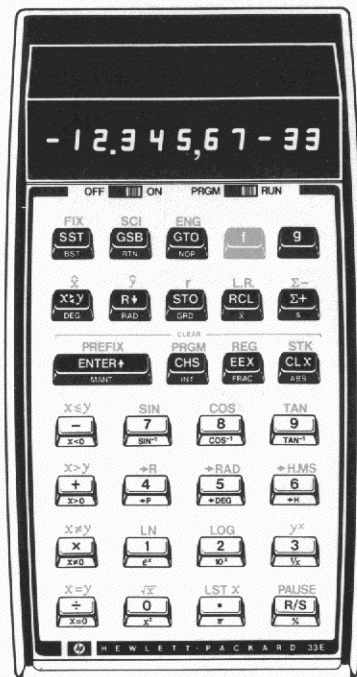
#### ANHANG B: UNERLAUBTE OPERATIONEN ... 87

#### ANHANG C: STACK-LIFT UND Last X 89

|   |    |
|---|----|
| Abschluß einer Zifferneingabe .....                 | 89 |
| Stack-Lift .....                                    | 89 |
| Operationen, die den Stack unwirksam machen .....   | 89 |
| Operationen, die den Stack wirksam machen .....     | 90 |
| Operationen, die den Stack nicht beeinflussen ..... | 90 |

## DER PROGRAMMIERBARE WISSENSCHAFTLICHE TASCHENRECHNER HP-33E





### Automatisches Stapelregister

|   |        |         |
|---|--------|---------|
| T | 0,0000 | Anzeige |
| Z | 0,0000 |         |
| Y | 0,0000 |         |
| X | 0,0000 |         |
|   | 0,0000 | Last X  |

### Speicherregister

|                |        |
|----------------|--------|
| R <sub>0</sub> | 0,0000 |
| R <sub>1</sub> | 0,0000 |
| R <sub>2</sub> | 0,0000 |
| R <sub>3</sub> | 0,0000 |
| R <sub>4</sub> | 0,0000 |
| R <sub>5</sub> | 0,0000 |
| R <sub>6</sub> | 0,0000 |
| R <sub>7</sub> | 0,0000 |

### Programmspeicher

|     |       |
|-----|-------|
| 00  |       |
| 01– | 13 00 |
| 02– | 13 00 |
| 03– | 13 00 |
| 04– | 13 00 |
| 05– | 13 00 |
| 48– | 13 00 |
| 49– | 13 00 |

## VERZEICHNIS DER TASTENFUNKTIONEN

Sobald eine der nachstehenden Funktionstasten des Tastenfeldes gedrückt wird, führt der Rechner die zugeordnete Operation aus. Eingetastete Zahlen und Rechenergebnisse werden angezeigt. Alle hier aufgeführten Tastenoperationen können sowohl von Hand über das Tastenfeld als auch im Rahmen eines gespeicherten Programms automatisch ausgeführt werden.

OFF ON Ein-/Aus-Schalter

**f** Vortaste zur Auswahl der Funktion, deren goldfarbenes Symbol oberhalb der Taste steht

**g** Vortaste zur Auswahl der Funktion, deren blaues Symbol auf der abgeschrägten Vorderseite der Taste steht

**CLEAR** **PREFIX** nach **f**, **g**, **STO**, **RCL**, **FIX**, **SCI**, **ENG**, **GSB** oder **GTO** gedrückt, löscht die entsprechende Taste

### ZAHLENEINGABE

**ENTER** Trennt aufeinanderfolgende Zahlen bei der Eingabe. Dupliziert den Inhalt des X-Registers nach Y

**CHS** Vorzeichenumkehr der angezeigten Zahl bzw. des Exponenten

**EEX** Exponenteneingabe: Zahl nach dieser Taste erscheint als Zehnerexponent

**0** bis **9** Zifferntasten

**.** Dezimalpunkt

### UMORDNEN VON DATEN

**CLEAR** **STK** Löscht den Inhalt der Stack-Register (X, Y, Z, T)

**R↓** Roll down: Kontrolle der Arbeitsregister durch Verschieben der Werte in das nächstniedrige Register und Anzeige im X-Register

**X↔Y** Vertauscht die Inhalte der X- und Y-Register

**CLX** Löscht das angezeigte X-Register

### WAHL DES ANZEIGEFORMATES

**FIX** Festkommaanzeige: Danach wird die entsprechende Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl gedrückt

**SCI** Gleitkommaanzeige: Danach wird die entsprechende Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl gedrückt

**ENG** Anzeige im «technischen Format»: Danach folgt eine Zifferntaste für die gewünschte Anzahl der Nachkommastellen

**MANT** Mantisse. Dient zur kurzzeitigen Anzeige aller 10 Stellen der Mantisse der im X-Register stehenden Zahl

### ABÄNDERN VON ZAHLEN

**ABS** Gibt den Absolutwert der angezeigten Zahl an

**INT** Ganzzahliger Wert: Diese Taste beläßt nur den ganzzahligen Teil der angezeigten Zahl in der Anzeige

**FRAC** Gebrochener Anteil: Darstellung des gebrochenen Anteils der angezeigten Zahl durch Abtrennen des ganzzahligen Anteils

### SPEICHERN VON DATEN

**STO** Speichertaste: In Verbindung mit einer Zifferntaste wird die angezeigte Zahl im entsprechenden Register gespeichert. Ermöglicht auch Registerarithmetik in Verbindung mit Arithmetiktasten

**RCL** Speicherabruf: Abrufen eines gespeicherten Wertes aus einem Register in Verbindung mit einer Zifferntaste

**CLEAR** **REG** Löscht alle Speicherregister

**LST X** Abruf des letzten angezeigten Wertes vor der letzten Rechenoperation

### MATHEMATISCHE FUNKTIONEN

**√x** Berechnet die Quadratwurzel der angezeigten Zahl

**x²** Berechnet das Quadrat der angezeigten Zahl

**1/x** Berechnet den Kehrwert der angezeigten Zahl

**π** Abruf der Konstanten (3,14159...) in das Anzeigeregister

**+** **-** **×** **÷** Tasten für arithmetische Grundrechenarten

### TRIGONOMETRIE

**DEG** Schaltet den Rechner auf Grad bei trigonometrischen Funktionen

**RAD** Schaltet den Rechner auf Bogenmaß bei trigonometrischen Funktionen

**GRD** Schaltet den Rechner auf Neugrad bei trigonometrischen Funktionen

**SIN**, **COS**, **TAN** Berechnet den Sinus, Cosinus und Tangens des angezeigten Wertes

**SIN⁻¹**, **COS⁻¹**, **TAN⁻¹** Berechnet den Arcussinus, Arcuscosinus und Arcustangens des angezeigten Wertes

**→HMS** Wandelt dezimal angezeigte Stunden oder Winkel in Stunden, Minuten, Sekunden bzw. Grad, Minuten, Sekunden um

**→H** Wandelt Winkel (oder Zeit) in der Form Grad (oder Stunden), Minuten, Sekunden in Dezimalform um.

**→DEG** Wandelt Bogenmaß in Grad um

**→RAD** Wandelt Grad in Bogenmaß um

### KOORDINATENUMWANDLUNG

**→P** Wandelt rechtwinkelige Koordinaten (x, y) in Polarkoordinaten mit Betrag r und Winkel θ um.

**→R** Wandelt Polarkoordinaten mit Betrag r und Winkel θ in rechtwinkelige x und y Koordinaten um

LOGARITHMEN UND  
EXPONENTIALFUNKTIONEN

**$y^x$**  Allgemeine Exponentialfunktion: Erhebt die Zahl  $y$  (im **Y**-Register) zur Potenz  $x$  (im **X**-Register)

**$10^x$**  Umkehrfunktion des dekadischen Logarithmus: Erhebt 10 zur Potenz der Zahl im **X**-Register

**$e^x$**  Natürliche Exponentialfunktion (Basis  $e = 2,718...$ ) der Zahl  $x$

**$\log$**  Dekadischer Logarithmus. Berechnet den dekadischen Logarithmus (Basis 10) der Zahl im **X**-Register

**$\ln$**  Natürlicher Logarithmus: Berechnet den natürlichen Logarithmus (Basis  $e = 2,718...$ ) der Zahl im **X**-Register

## STATISTISCHE FUNKTIONEN

**$\Sigma+$**  Berechnet verschiedene Summen der Eingabewerte  $x$  und  $y$  in den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_7$

**$\Sigma-$**  Entfernt die Werte  $x$  und  $y$  aus der Summenbildung in den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_7$

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

**$S$**  Berechnet die Stichproben-Standardabweichung für summierte  $x$ - und  $y$ -Werte

**$LR$**  Lineare Regression. Berechnet Achsenschnittpunkt und Steigung aus den mit  **$\Sigma+$**  summierten Werten

**$\hat{y}$**  Lineare Schätzung. Berechnet zu einem gegebenen Wert  $y$  den zugehörigen Schätzwert  $x$

**$\hat{x}$**  Lineare Schätzung. Berechnet zu einem gegebenen Wert  $x$  den zugehörigen Schätzwert  $y$

**$r$**  Berechnet den Korrelationskoeffizient für die mit  **$\Sigma+$**  summierten Werte

## PROZENTRECHNUNG

**$\%$**  Berechnet  $x\%$  von  $y$

## VERZEICHNIS DER PROGRAMMIERFUNKTIONEN

| Programmier-PRGM-Modus   | Automatischer RUN-Modus   |   |
|--|---|---|
| Mit Ausnahme der nachfolgenden Operationen wird jede Tastenfunktion in den Programmspeicher geladen, sobald sie gedrückt wird.   | PRGM-RUN-Schalter in Stellung RUN.<br>Alle Tastenfunktionen können sowohl von Hand über das Tastenfeld als auch im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt werden. Bis auf einige Ausnahmen erscheinen alle eingetasteten Zahlen und Rechenergebnisse in der Anzeige. |   |
| Aktive Tasten  | Über das Tastenfeld ausgeführt  | Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt  |
| Im PRGM-Modus sind nur die nachfolgenden Operationen unmittelbar wirksam. Sie dienen zur Erstellung von Programmen und können nicht selbst Bestandteil eines zu speichernden Programms sein. |   |   |
| <b>GTO</b> Go to. Gefolgt von $nn$ verursacht diese Taste den Sprung zur Zelle $nn$ des Programmspeichers. Eine Ausführung von Programmschritten ist damit nicht verbunden.                  | <b>GTO</b> Go to. Bewirkt mit $nn$ den Sprung zur Programmspeicherzelle $nn$ . Es werden keine Befehle ausgeführt.  | <b>GTO</b> Go to. Gefolgt von $nn$ . Bewirkt die Unterbrechung der Programmausführung, die Suche nach dem ersten Auftreten der Marke $nn$ und die Wiederaufnahme der Programmausführung ab dieser Stelle. |
|  | <b>RTN</b> Return. Rücksprung zur Zeile 00 des Programmspeichers.   | <b>RTN</b> Return. Folgt die Ausführung von <b>RTN</b> auf das Drücken von <b>GSB</b> oder die Ausfüh-  |

| Programmier-PRGM-Modus  | Automatischer RUN-Modus  |   |
|---|--|---|
| Aktive Tasten   | Über das Tastenfeld ausgeführt   | Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt  |
|   |  | <p> rung einer <b>R/S</b>-Anweisung, wird die Ausführung des Programms angehalten und die Kontrolle an das Tastenfeld zurückgegeben. Wird <b>RTN</b> als Folge einer programmierten <b>GSB</b>-Anweisung ausgeführt, erfolgt die Fortsetzung des Programmablaufes bei der auf <b>GSB</b> folgenden Zeile des Programmspeichers.</p> |
| <p><b>CLEAR</b> <b>PRGM</b> Löscht den Programmspeicher. Belegt alle Zeilen des Programmspeichers mit <b>GTO 00</b> Befehlen und setzt den Rechner auf Zeile 00 zurück.</p> | <p><b>CLEAR</b> <b>PRGM</b> Hebt die Wirkung einer gedrückten Vortaste auf. Auf andere Tasten folgend, hat es keine Wirkung. Beeinflußt weder Programmspeicher noch Rechnerstatus.</p>   | <p><b>PAUSE</b> Unterbricht Programmausführung für etwa eine Sekunde und zeigt <b>X</b>-Register an. Anschließend wird die Programmausführung fortgesetzt.</p>  |
| <p><b>BST</b> Einzelschritt zurück. Setzt den Rechner um eine Zeile im Programmspeicher zurück.</p>   | <p><b>BST</b> Einzelschritt zurück. Setzt den Rechner um eine Zeile im Programmspeicher zurück. Solange die Taste gedrückt wird, erscheinen Schritt-Nummer und Tasten-Code des vorhergehenden Befehls in der Anzeige. Nach Loslassen von</p> |   |

| Programmier-PRGM-Modus  | Automatischer RUN-Modus   |  |
|---|---|--|
| Aktive Tasten   | Über das Tastenfeld ausgeführt  | Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt   |
|   | <p><b>BST</b> wird der vorherige Inhalt des <b>X</b>-Registers angezeigt. Es werden keine Programmschritte ausgeführt.</p>  | <p> <b>X≠Y</b> <b>X=Y</b> <b>X&gt;Y</b> <b>X≤Y</b><br/> <b>X≠0</b> <b>X=0</b> <b>X&gt;0</b> <b>X≤0</b> </p> <p>Bedingte Sprungbefehle. Führen logische Vergleiche zwischen den Inhalten des <b>X</b>-Registers und denen des <b>Y</b>-Registers oder 0 aus. Ist die Bedingung erfüllt, fährt der Rechner mit dem nächsten Programmschritt fort. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird der darauffolgende Programmschritt übersprungen und dann die Programmausführung fortgesetzt.</p> |
| <p><b>SST</b> Einzelschritt vor. Rückt den Rechner um eine Zeile im Programmspeicher vor.</p> | <p><b>SST</b> Einzelschritt vor. Solange die Taste gedrückt wird, zeigt der Rechner die Schritt-Nummer und den Tasten-Code des augenblicklichen Programmbefehls an. Nach Loslassen der Taste wird</p> |  |

| Programmier-PRGM-Modus   | Automatischer RUN-Modus   |  |
|--|---|--|
| Aktive Tasten  | Über das Tastenfeld ausgeführt  | Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt   |
|  | dieser Programmschritt ausgeführt, das Ergebnis angezeigt und der Rechner um eine Zeile im Programmspeicher vorgerückt.<br><b>[R/S]</b> Start/Stop. Startet die Ausführung gespeicherter Programmschritte ab der augenblicklichen Position. Während der Ausführung von Programmschritten gedrückt, hält <b>[R/S]</b> das Programm an.   | <b>[R/S]</b> Start/Stop. Hält die Programmausführung an. (Seite 00)  |
| <b>CLEAR</b> <b>[PREFIX]</b> Im Anschluß an <b>[f]</b> , <b>[g]</b> , <b>[STO]</b> , <b>[RCL]</b> , <b>[FIX]</b> , <b>[SCI]</b> , <b>[ENG]</b> , <b>[GSB]</b> oder <b>[GTO]</b> gedrückt, wird die Wirkung dieser Tasten aufgehoben. | <b>CLEAR</b> <b>[PREFIX]</b> Im Anschluß an <b>[f]</b> , <b>[g]</b> , <b>[STO]</b> , <b>[RCL]</b> , <b>[FIX]</b> , <b>[SCI]</b> , <b>[ENG]</b> , <b>[GSB]</b> oder <b>[GTO]</b> gedrückt, wird die Wirkung dieser Tasten aufgehoben.<br><b>[GSB]</b> Sprung zu einem Unterprogramm. Startet, gefolgt von der Zeilennummer 01 bis 49, die Ausführung gespeicherter Programmschritte ab der entsprechenden Zeile. | <b>[GSB]</b> Sprung zu einem Unterprogramm. Gefolgt von der Zeilennummer 01 bis 49; bewirkt Sprung zur bezeichneten Zeile und Ausführung des entsprechenden Programmabschnittes als Unterprogramm. |

| Programmier-PRGM-Modus | Automatischer RUN-Modus  |  |
|------------------------|--|--|
| Aktive Tasten          | Über das Tastenfeld ausgeführt   | Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt   |
|                        | Beliebige Tasten: Beim Drücken irgendwelcher Tasten während des Programmablaufes wird das Programm angehalten. | <b>[NOP]</b> Keine Operation. Der Rechner führt keine Operation aus, befindet sich aber in der Programmausführung. |

## ABSCHNITT 1: EINLEITUNG

---

Herzlichen Glückwunsch!

Mit Ihrem HP-33E besitzen Sie einen überaus vielseitigen programmierbaren Rechner, mit dem Sie, dank des leistungsfähigen Hewlett-Packard-Logiksystems, die komplexesten Rechnungen durchführen können. Dabei können Sie zwischen verschiedenen Benutzungsweisen wählen:

**Wissenschaftlicher Taschenrechner:** Über das übersichtliche Tastenfeld des HP-33E stehen Ihnen zahlreiche festverdrahtete mathematische und statistische Funktionen zur Verfügung, mit deren Hilfe Sie Ihre wissenschaftlichen Berechnungen mit einem Minimum an Tasteneingaben lösen können.

**Verwendung fertiger Programme:** Im HP-33E-Anwendungsbuch sind zahlreiche fertige Programme aus Mathematik, Statistik, Vermessungswesen, kaufmännischen und anderen Bereichen enthalten, die Sie Schritt für Schritt einzutasten brauchen. Damit können Sie auch ohne besondere Vorkenntnisse viele Aufgabenstellungen sofort mit Ihrem Rechner lösen.

**Verwendung selbsterstellter Programme:** Die Programmierung Ihres HP-33E ist sehr einfach. Es sind dabei keinerlei Erfahrungen im Umgang mit programmierbaren Rechnern oder Kenntnisse über Programmiersprachen nötig. Dabei verfügt Ihr HP-33E über eine Vielzahl herausragender Eigenschaften, die auch erfahrene Computer-Fachleute zu schätzen wissen:

- 8 Daten-Speicherregister
- 49 speicherbare Programmschritte
- Präfix- und nachfolgende Funktionstasten werden zu einem kombinierten Code zusammengefaßt. Damit wird der Programmspeicherplatz optimal genutzt.
- Eine Reihe leistungsfähiger Operationen für die Korrektur und Abänderung gespeicherter Programme
- Viele Möglichkeiten bedingter und unbedingter Sprungverzweigung
- Drei Ebenen von Unterprogrammen

Darüber hinaus kann der HP-33E durch seinen wiederaufladbaren Batteriesatz ortsunabhängig betrieben werden.

Wenn Sie noch keine Erfahrungen mit HP-Rechnern gesammelt haben und mit dem UPN-Logik-System noch nicht vertraut sind, ist es empfehlenswert, zunächst die Broschüre «Rechnen mit dem HP-Rechner»

durchzuarbeiten. Erst dann sollten Sie dieses Handbuch zu Rate ziehen. Auch wenn Sie schon einen anderen HP-Rechner besitzen, werden Sie in der erwähnten Broschüre einige neue Einzelheiten finden.

Die Beispiele auf den folgenden Seiten werden Ihnen zeigen, wie einfach Ihr Rechner zu bedienen ist, gleichgültig, ob Sie ein Rechenproblem nun manuell oder automatisch mit Hilfe eines Programmes lösen.

## MANUELLE LÖSUNG EINES PROBLEMS

Bevor Sie weiterlesen, sollten Sie mit der manuellen Lösung von Rechenproblemen gut vertraut sein. Andernfalls sollten Sie den Einführungsabschnitt der Broschüre «Rechnen mit dem HP-Rechner» nochmals durcharbeiten.

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

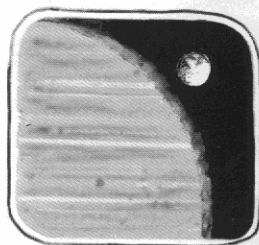
Es sei die Oberfläche einer Kugel zu berechnen. Die dafür verwendete Formel lautet:  $A = \pi d^2$

wobei  $A$  = Oberfläche

$\pi$  = Kreiskonstante Pi ( $\pi = 3,141592654\dots$ )

$d$  = Durchmesser der Kugel

**Beispiel:** 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:



| Drücken Sie          | Anzeige       |
|----------------------|---------------|
| 3200                 | 3.200,        |
| $\square$ $\times^2$ | 10.240.000,00 |
| $\square$ $\pi$      | 3,1416        |
| $\square$ $\times$   | 32.169.908,78 |

Durchmesser von Ganymed  
Quadrat des Durchmessers  
Kreiskonstante  $\pi$   
Oberfläche von Ganymed in  
Quadratmeilen

## PROGRAMMIERTE LÖSUNG EINES PROBLEMS

Nehmen wir einmal an, Sie wollten nicht nur die Oberfläche von Ganymed, sondern die Oberflächen aller 12 Jupitermonde berechnen. Dazu könnten Sie obige Tastenfolge 12mal drücken, wobei Sie jedesmal einen anderen Durchmesser  $d$  einzusetzen hätten. Einfacher und schneller ist es jedoch, ein Programm zu erstellen, das die Oberfläche einer beliebigen Kugel aus ihrem Durchmesser berechnet, ohne jedesmal alle Tastenoperationen zu drücken.

Um die Oberfläche einer Kugel über ein Programm zu berechnen, müssen Sie zuerst das entsprechende Programm *schreiben*, es dann in den Rechner *laden* und schließlich starten, um das Ergebnis zu erhalten.

**Erstellen des Programms.** Ihr Programm existiert schon! Es ist nichts weiter als die Folge von Tastoperationen, die Sie zur manuellen Lösung eines Problems drücken würden.

**Laden des Programms.** Um die Folge der Programmschritte in den Rechner einzugeben, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM (programmieren).
2. Drücken Sie  $\square$  CLEAR  $\square$  PRGM zum Löschen des Programmspeichers.
3. 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 später genau erklärt.)

### Drücken Sie

$\square$   $\times^2$   
 $\square$   $\pi$   
 $\square$   $\times$   
 GTO 00

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

Mit dieser Anweisung wird der Rechner an den Anfang des Programmspeichers zurückgesetzt und die Ausführung des Programms angehalten. Das Programm kann dann wieder mit neuen Daten gestartet werden.

**Ausführung des Programms.** Um das Programm zur Berechnung der Oberfläche einer beliebigen Kugel aus Ihrem Durchmesser zu starten, gehen Sie vor wie folgt:

1. Schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN.
2. Drücken Sie  $\square$  RTN, um den Rechner an den Anfang des Programmspeichers zurückzusetzen.

3. Tasten Sie den Wert des Durchmessers ein.

4. Drücken Sie die **[R/S]**-Taste (Start/Stop) zum Starten des Programms.

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.

Als Beispiel wollen wir die Oberfläche von Ganymed, mit einem Durchmesser von 3200 Meilen, berechnen:

| Drücken Sie  | Anzeige                       |
|--------------|-------------------------------|
| 3200         | → 3.200,                      |
| <b>[R/S]</b> | → 32.169.908,78 Quadratmeilen |

Mit Hilfe des einmal gespeicherten Programms können Sie jetzt die Oberfläche sämtlicher Jupitermonde und auch jeder anderen Kugel aus ihrem Durchmesser berechnen. Dazu lassen Sie den Rechner im RUN-Modus stehen und geben den entsprechenden Wert für den Durchmesser ein. Anschließend brauchen Sie nur noch **[R/S]** zu drücken!

Nehmen wir an, Sie wollten die Oberfläche des Jupitermondes 10 berechnen, der einen Durchmesser von 2310 Meilen hat:

| Drücken Sie       | Anzeige                       |
|-------------------|-------------------------------|
| 2310 <b>[R/S]</b> | → 16.763.852,56 Quadratmeilen |

Nun berechnen Sie die Oberfläche für die Monde Europa, mit einem Durchmesser von 1950 Meilen, und Callisto, mit einem Durchmesser von 3220 Meilen.

| Drücken Sie       | Anzeige  |
|-------------------|--|
| 1950 <b>[R/S]</b> | → 11.945.906,07 Oberfläche von Europa in Quadratmeilen   |
| 3220 <b>[R/S]</b> | → 32.573.289,27 Oberfläche von Callisto in Quadratmeilen |

So einfach ist das Programmieren. Der Rechner merkt sich eine Folge von Tastenfunktionen und führt sie aus, sooft sie es wünschen. Tatsächlich kann Ihr HP-33E bis zu 49 verschiedene Operationen speichern (und eine noch wesentlich höhere Anzahl von Tastenfunktionen, da viele Operationen zwei oder mehr Tastenfunktionen benötigen).

## ABSCHNITT 2: BESONDERE EIGENSCHAFTEN DES HP-33E

Viele der Bedienungsmerkmale Ihres HP-33E sind in der Broschüre «Rechnen mit dem Hewlett-Packard-Rechner» beschrieben. Darüber hinaus verfügt der HP-33E jedoch über einige Besonderheiten, die auch bei HP-Rechnern neu sind und auf den folgenden Seiten näher erläutert werden.

### SELBSTPRÜFROUTINE

Ihr neuer HP-Rechner weist eine Reihe besonderer Merkmale auf, die ihn einerseits leicht in der Bedienung machen und auf der anderen Seite sicherstellen, daß Ihre Rechenergebnisse immer stimmen. Dazu verfügt er über eine eingebaute Selbstprüfroutine, wie man sie bei vielen hochwertigen elektronischen Geräten und Computern findet. Auch wenn es ganz unwahrscheinlich ist, daß Ihr Rechner einmal nicht funktionieren sollte, könnten Sie doch im Zweifel darüber sein. In diesem Fall drücken Sie einfach

**[STO] [ENTER]**. Als Anzeige erscheint dann **-8,8,8,8,8,8,8,8,8**,

Diese Anzeige ist das Zeichen dafür, daß der Rechner ordnungsgemäß arbeitet. Drücken Sie nun irgendeine Taste, um die Anzeige auf 0 zurückzusetzen. Sollte Ihr Rechner nicht richtig arbeiten, würde die Anzeige «Error 9» oder eine andere fehlerhafte Anzeige erscheinen. Sie wissen dann, daß ein Fehler in der Rechnelektronik vorliegt und sollten Ihren Rechner an eine Servicestelle einschicken (Hinweise darüber finden Sie in Ihrem Benutzer-Handbuch). Wird nach dem Auftreten von «Error 9» eine beliebige Taste gedrückt, so erscheint in der Anzeige eine Zahl, die dem HP-Service-Ingenieur angibt, welcher Rechnerschaltkreis defekt ist. Der Rechner zeigt also nicht nur an, daß ein Fehler vorliegt, sondern auch wo der Fehler liegt. So können wir von HP Ihren Rechner so schnell und kostengünstig wie möglich reparieren und umgehend an Sie zurückschicken.

#### Anmerkung:

Bei Anwendung der Selbstprüfroutine werden alle Speicherzellen gelöscht, einschließlich Stack, Datenregister und Programmspeicher.

## MANTISSE

Wenn Sie in irgendeinem Anzeigeformat die volle Länge der Mantisse (alle Dezimalstellen) sehen wollen, drücken Sie **[g] [MANT]**. Solange Sie diese Taste niederhalten, werden alle 10 Stellen der intern gespeicherten Mantisse angezeigt. Sobald Sie die Taste loslassen, wird auf die normale Anzeige zurückgeschaltet. Weitere Informationen über Anzeigeformate finden Sie in Ihrer Broschüre «Rechnen mit dem HP-Rechner».

## SPEICHERREGISTER

Neben den vier Stack-Registern und dem Last-X-Register verfügt Ihr HP-33E über acht frei verwendbare Datenspeicherregister und 49 Programmspeicherplätze. Die Speicherregister R<sub>2</sub> bis R<sub>7</sub> dienen als Speicherregister bei statistischen Funktionen.

Weitere Angaben über Daten-Speicherregister finden Sie im Abschnitt «Speichern und Zurückrufen von Zahlen» der Broschüre «Rechnen mit dem HP-Rechner».

Speicherregister für statistische Funktionen und Programmierung werden weiter hinten in diesem Handbuch genauer erläutert.

### Automatischer Speicher

|        |
|--------|
| T      |
| Z      |
| Y      |
| X      |
| Last X |

### Programmspeicher

|       |       |
|-------|-------|
| 00    |       |
| 01–   | 13 00 |
| 02–   | 13 00 |
| 03–   | 13 00 |
| 04–   | 13 00 |
| <hr/> |       |
| 48–   | 13 00 |
| 49–   | 13 00 |

### Daten-Speicherregister

|                |              |
|----------------|--------------|
| R <sub>0</sub> |              |
| R <sub>1</sub> |              |
| R <sub>2</sub> | n            |
| R <sub>3</sub> | $\Sigma x$   |
| R <sub>4</sub> | $\Sigma x^2$ |
| R <sub>5</sub> | $\Sigma y$   |
| R <sub>6</sub> | $\Sigma y^2$ |
| R <sub>7</sub> | $\Sigma xy$  |

## ABÄNDERN VON ZAHLEN

Neben **[CHS]** gibt es noch drei weitere Tasten, die Zahlen verändern: **[ABS]**, **[FRAC]** und **[INT]**. Diese Tasten werden häufig in Programmen zur Zahlenmanipulation verwendet.

### ABSOLUTWERT

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

| Drücken Sie      | Anzeige       |
|------------------|---------------|
| 3 <b>[CHS]</b>   | -3            |
| <b>[g] [ABS]</b> | 3,0000 = /-3/ |

### GANZZAHLIGER ANTEIL EINER ZAHL

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

| Drücken Sie      | Anzeige  |   |
|------------------|----------|---|
| 123,456          | 123,456  |   |
| <b>[g] [INT]</b> | 123,0000 | Es verbleibt nur der ganzzahlige Anteil |

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

### DEZIMALER ANTEIL 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  |   |
|--------------------|----------|---|
| <b>[f] [LST X]</b> | 123,4560 | Ruft die ursprüngliche Zahl zurück ins X-Register   |
| <b>[g] [FRAC]</b>  | 0,4560   | Es verbleibt nur der Dezimalteil der Zahl, der hier entsprechend dem Format FIX 4 gerundet wird |

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



## STATISTIK-FUNKTIONEN

### SUMMATIONEN

Wenn Sie die Taste  $\Sigma+$  (Summationstaste) 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  $R_2$  bis  $R_7$  geschrieben. Die einzige Situation, in der Daten in den Speicherregistern automatisch aufaddiert werden, ist im Zusammenhang mit dieser Taste.

Bevor Sie mit der Summation beginnen, die mit der Taste  $\Sigma+$  durchgeführt werden, sollten Sie mit Hilfe von  $\text{f CLEAR REG}$  die Speicherregister löschen.

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

1. Die Zahl 1 wird zum Inhalt von Register  $R_2$  addiert. Wenn alle folgenden Schritte ausgeführt worden sind, wird die sich in Register  $R_2$  ergebende Zahl im **X**-Register angezeigt.
2. Die Zahl im **X**-Register wird zum Inhalt von Register  $R_3$  addiert.
3. Das Quadrat der Zahl im **X**-Register wird zum Inhalt von Register  $R_4$  addiert.
4. Die Zahl im **Y**-Register des Stacks wird zum Inhalt des Registers  $R_5$  addiert.
5. Das Quadrat der Zahl im **Y**-Register wird zum Inhalt von Register  $R_6$  addiert.
6. Die Zahl im **X**-Register wird mit der Zahl im **Y**-Register multipliziert und das Produkt zum Inhalt von Register  $R_7$  addiert.

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  |
| $R_2$       | n            | Anzahl der eingegebenen Daten  |
| $R_3$       | $\Sigma x$   | Summe der x-Werte              |
| $R_4$       | $\Sigma x^2$ | Summe der Quadrate der x-Werte |
| $R_5$       | $\Sigma y$   | Summe der y-Werte              |
| $R_6$       | $\Sigma y^2$ | Summe der Quadrate der y-Werte |
| $R_7$       | $\Sigma xy$  | Summe der Produkte xy          |

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  $\Sigma x$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma y^2$  und  $\Sigma xy$  für die nachfolgenden Wertepaare (x, y).

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| y | 7 | 5 | 9 |
| x | 5 | 3 | 8 |

| Drücken Sie                  | Anzeige  |
|------------------------------|----------|
| $\text{f CLEAR REG}$         | 0,0000   |
| 7 $\text{ENTER} \rightarrow$ | 7,0000   |
| 5 $\Sigma+$                  | 1,0000   |
| 5 $\text{ENTER} \rightarrow$ | 5,0000   |
| 3 $\Sigma+$                  | 2,0000   |
| 9 $\text{ENTER} \rightarrow$ | 9,0000   |
| 8 $\Sigma+$                  | 3,0000   |
| $\text{RCL } 2 \rightarrow$  | 3,0000   |
| $\text{RCL } 3 \rightarrow$  | 16,0000  |
| $\text{RCL } 4 \rightarrow$  | 98,0000  |
| $\text{RCL } 5 \rightarrow$  | 21,0000  |
| $\text{RCL } 6 \rightarrow$  | 155,0000 |
| $\text{RCL } 7 \rightarrow$  | 122,0000 |

Löscht Speicherregister

1. Wertepaar, n = 1

2. Wertepaar, n = 2

3. Wertepaar, n = 3

Anzahl der Eingaben aus  $R_2$  (n = 3)

Summe der x-Werte in  $R_3$

Summe der  $x^2$ -Werte in  $R_4$

Summe der y-Werte in  $R_5$

Summe der  $y^2$ -Werte in  $R_6$

Summe der Produkte xy in  $R_7$

### MITTELWERT

Die Funktionstaste  $\bar{x}$  dient dazu, den Mittelwert (das arithmetische Mittel) der mittels  $\Sigma+$  eingegebenen Daten zu berechnen.

Wenn Sie  $\text{g } \bar{x}$  drücken, geschieht folgendes:

1. Der Mittelwert von x wird aus den Daten der Register  $R_2$  und  $R_3$  (sie enthalten n und  $\Sigma x$ ) berechnet. Der sich ergebende Wert wird im **X**-Register angezeigt.
2. Der Mittelwert von y wird aus den Daten der Register  $R_2$  und  $R_5$  (sie enthalten n und  $\Sigma y$ ) berechnet. Der sich ergebende Wert wird ins **Y**-Register gebracht. Sie brauchen nur die Taste  $\text{x} \rightarrow \text{y}$  zu drücken, um diesen Wert ins **X**-Register zu bringen.

Die einfachste Methode, die benötigten Daten in den entsprechenden Speicherregistern zu summieren, besteht in der Verwendung von  $\Sigma+$ .

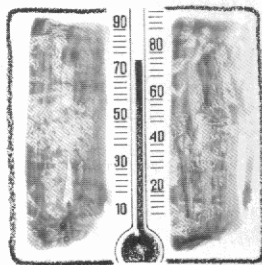
## STANDARDABWEICHUNG

Mit den aufsummierten Daten in den Speicherregistern können Sie mit Hilfe der Taste  $\Sigma$  die Standardabweichung (als Maß für die Verteilung um den Mittelwert) berechnen. Wenn Sie  $\Sigma$  drücken, geschieht folgendes:

1. Aus den Inhalten  $n$ ,  $\Sigma x$  und  $\Sigma x^2$  der Statistikregister  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R_4$  wird die Standardabweichung der Proben  $x^2$  berechnet und das Ergebnis ins **X**-Register gebracht und angezeigt.
2. Aus den Inhalten  $n$ ,  $\Sigma y$  und  $\Sigma y^2$  der Statistikregister  $R_2$ ,  $R_5$  und  $R_6$  wird die Standardabweichung der Proben  $y$  berechnet und das Ergebnis ins **Y**-Register gebracht. Um diesen Wert ins **X**-Register und zur Anzeige zu bringen, brauchen Sie nur die Taste  $x\bar{y}$  zu drücken.

Wie beim Mittelwert besteht die einfachste Methode, die benötigten Daten in den entsprechenden Registern zu summieren, in der Verwendung der Taste  $\Sigma+$ .

**Beispiel:** In der untenstehenden Tabelle sind die Tageshöchst- und Tagesniedrigtemperaturen einer Winterwoche in Fairbanks, Alaska, aufgeführt. Wie lauten die Mittelwerte und Standardabweichungen der Höchst- und Niedrigstwerte für diese Woche?



|                     | So  | Mo  | Di  | Mi | Do  | Fr  | Sa  |
|---------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| Höchsttemperatur    | 6   | 11  | 14  | 12 | 5   | -2  | -9  |
| Niedrigsttemperatur | -22 | -17 | -15 | -9 | -24 | -29 | -35 |

Drücken Sie      Anzeige

$\text{f CLEAR REG} \rightarrow 0,0000$

6  $\text{ENTER} \uparrow$  22  $\text{CHS} \rightarrow -22,$

$\Sigma+ \rightarrow 1,0000$

11  $\text{ENTER} \uparrow$  17  $\text{CHS} \rightarrow -17,$

$\Sigma+ \rightarrow 2,0000$

14  $\text{ENTER} \uparrow$  15  $\text{CHS} \rightarrow -15,$

$\Sigma+ \rightarrow 3,0000$

12  $\text{ENTER} \uparrow$  9  $\text{CHS} \rightarrow -9,$

$\Sigma+ \rightarrow 4,0000$

5  $\text{ENTER} \uparrow$  24  $\text{CHS} \rightarrow -24,$

Löschen der Speicherregister

Erstes Wertepaar,  $n = 1$

2. Wertepaar,  $n = 2$

$\Sigma+ \rightarrow 5,0000$   
 2  $\text{CHS ENTER} \uparrow \rightarrow -2,0000$   
 29  $\text{CHS } \Sigma+ \rightarrow 6,0000$   
 9  $\text{CHS ENTER} \uparrow \rightarrow -9,0000$   
 35  $\text{CHS } \Sigma+ \rightarrow 7,0000$   
 9  $\Sigma \rightarrow -21,5714$

$x\bar{y} \rightarrow 5,2857$

$\Sigma \Sigma \rightarrow 8,7912$

$x\bar{y} \rightarrow 8,2808$

7. Wertepaar,  $n = 7$

Mittelwert der Niedrigsttemperatur (Mittelwert von  $x$ ) wird im **X**-Register angezeigt

Mittelwert der Höchsttemperatur (Mittelwert von  $y$ ) wird im **X**-Register angezeigt

Standardabweichung der Niedrigsttemperaturen ( $x$ -Werte) wird im **X**-Register angezeigt

Standardabweichung der Höchsttemperaturen ( $y$ -Werte) wird im **X**-Register angezeigt

## LÖSCHEN UND KORRIGIEREN VON EINGABEDATEN

Wenn Sie eine falsche Zahl eingetastet und  $\Sigma+$  noch nicht gedrückt haben, drücken Sie  $\text{CLX}$  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 (Sie können  $\text{LST } x$  verwenden, um einen einzelnen falschen Datenwert ins **X**-Register zurückzuholen).
2. Drücken Sie  $\text{f } \Sigma-$ , 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 Mittelwerte und Standardabweichung berechnen, indem Sie  $\Sigma \Sigma$  bzw.  $\Sigma \Sigma$  drücken.

Nehmen Sie beispielsweise an, Sie hätten herausgefunden, daß Ihnen beim Registrieren der Temperaturwerte in Fairbanks ein Fehler unterlaufen war und die tatsächlichen Höchst- und Niedrigstwerte für Montag 5 bzw. -19 Grad sind. Um dieser Änderung Rechnung zu tragen:

**Drücken Sie**      **Anzeige**  
11 **ENTER** → 11,0000  
17 **CHS** → -17,  
**f** **Σ-** → 6,0000

5 **ENTER** → 5,0000  
19 **CHS** → -19,  
**Σ+** → 7,0000

**g** **Σ** → -21,8571

**x<sup>2</sup>y** → 4,4286

**g** **S** → 8,6492

**x<sup>2</sup>y** → 7,8921

LINEARE REGRESSION

Lineare Regression ist eine Methode der Statistik zum Auffinden einer Geraden, die für eine gegebene Menge von Datenpunkten die bestmögliche Näherung darstellt und so eine Beziehung zwischen zwei statistischen Variablen herstellt. Besteht zwischen den einzelnen Datenpunkten ein fester räumlicher oder zeitlicher Abstand, so wird diese Gerade eine Trendlinie genannt. Wegen der ihr zugrunde liegenden Berechnungsart wird die lineare Regression oft auch als Methode der kleinsten quadratischen Abweichung bezeichnet.

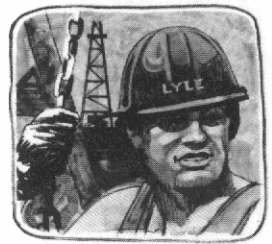
Naturgemäß müssen wenigstens zwei Datenpunkte in den Rechner eingegeben werden, bevor eine passende Gerade bestimmt werden kann. Wenn Sie alle Punkte mit Hilfe der **Σ+**-Taste eingegeben haben, können Sie die Koeffizienten der linearen Gleichung

$y = Ax + B$

bestimmen, indem Sie **f** **LR** drücken. *A* ist der Schnittpunkt auf der y-Achse und erscheint in der Anzeige. *B* stellt den Anstieg der Geraden dar und wird im Y-Register gespeichert.

Zu ändernder y-Wert  
Zu ändernder x-Wert  
Die falschen Werte sind entfernt worden, und die Anzahl der Wertepaare ist n = 6  
Der richtige y-Wert  
Der richtige x-Wert  
Die richtigen Werte sind aufsummiert worden. Es sind wieder 7 Wertepaare berücksichtigt  
Der richtige Mittelwert der Niedrigsttemperaturen (Mittelwert von x)  
Der richtige Mittelwert der Höchsttemperaturen (Mittelwert von y)  
Die richtige Standardabweichung der Niedrigsttemperaturen (x-Werte)  
Die richtige Standardabweichung der Höchsttemperaturen (y-Werte)

**Beispiel:** Herr Bettelmann von der Nimmersatt-Ölgesellschaft möchte die Steigung und den y-Achsen Schnittpunkt der Regressionsgeraden für den Benzinverbrauch in den USA in Abhängigkeit von der Zeit seit 1945 bestimmen. Es sind ihm die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Werte bekannt:



| Benzinverbrauch<br>(in Mio Barrel) | 696  | 994  | 1330 | 1512 | 1750 | 2162 | 2385 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Jahr                               | 1945 | 1950 | 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 |

**Lösung:** Bettelmann könnte den Benzinverbrauch über der Zeit auftragen und so ein Diagramm erstellen. Mit dem HP-33E braucht er jedoch nur die gegebenen Daten mit der **Σ+**-Taste einzugeben und dann **f** **LR** zu drücken.

**Drücken Sie**      **Anzeige**  
**f** **CLEAR** **REG** → 0,0000

Löscht Register (Annahme, daß Stack gelöscht ist)

696 **ENTER** → 696,0000  
1945 **Σ+** → 1,0000  
994 **ENTER** → 994,0000  
1950 **Σ+** → 2,0000  
1330 **ENTER** → 1.330,0000  
1955 **Σ+** → 3,0000  
1512 **ENTER** → 1.512,0000  
1960 **Σ+** → 4,0000  
1750 **ENTER** → 1.750,0000  
1965 **Σ+** → 5,0000  
2162 **ENTER** → 2.162,0000  
1970 **Σ+** → 6,0000  
2385 **ENTER** → 2.385,0000  
1975 **Σ+** → 7,0000  
**f** **LR** → -107.975,0000  
**x<sup>2</sup>y** → 55,8786

Alle Datenpaare sind eingegeben  
Schnittpunkt auf der y-Achse  
Steigung der Regressionsgeraden

LINEARER SCHÄTZWERT

Aus den in den Registern R<sub>2</sub> bis R<sub>7</sub> aufsummierten Daten kann zu einem neuen x-Wert ein Schätzwert  $\hat{y}$  berechnet werden, indem dieser x-Wert eingegeben und **Y** gedrückt wird. Ebenso kann ein Schätzwert x

berechnet werden, indem ein neuer y-Wert eingegeben und anschließend  $\boxed{x}$  gedrückt wird.

Wenn zum Beispiel Herr Bettelmann im vorangegangenen Beispiel den Benzinverbrauch für die Jahre 1980 und 2000 voraussagen wollte, bräuchte er nur die neuen x-Werte einzutasten und  $\boxed{y}$  zu drücken.

| Drücken Sie                    | Anzeige    |  |
|--------------------------------|------------|--|
| 1980 $\boxed{f}$ $\boxed{y}$ → | 2.664,5714 | Schätzwert in Mio Barrel für das Jahr 1980 |
| 2000 $\boxed{f}$ $\boxed{y}$ → | 3.782,1429 | Schätzwert in Mio Barrel für das Jahr 2000 |

Wollte Bettelmann nun auch noch wissen, in welchen Jahren ein Benzinverbrauch von schätzungsweise 6000 bzw. 10 000 Millionen Barrel erreicht ist, hätte er lediglich die neuen y-Werte einzugeben und dann  $\boxed{x}$  zu drücken.

| Drücken Sie                     | Anzeige    |                              |
|---------------------------------|------------|------------------------------|
| 6000 $\boxed{f}$ $\boxed{x}$ →  | 2.039,6907 | Voraussichtliches Jahr: 2039 |
| 10000 $\boxed{f}$ $\boxed{x}$ → | 2.111,2744 | Voraussichtliches Jahr: 2111 |

## KORRELATIONSKOEFFIZIENT

Um zu erkennen, wie gut die Daten mit der linearen Regression übereinstimmen, können Sie den Korrelationskoeffizienten  $r$  berechnen, indem Sie die Funktionstaste  $\boxed{r}$  benützen. Der Korrelationskoeffizient kann einen Wert zwischen  $-1$  und  $+1$  annehmen. Ein Wert von  $r=0$  entspricht überhaupt keiner Übereinstimmung, während  $r=+1$  und  $r=-1$  vollkommene Übereinstimmung mit der Regressionsgeraden bedeuten.

**Beispiel:** Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten für die vorangehend berechnete lineare Regression.

| Drücken Sie               | Anzeige |                                |
|---------------------------|---------|--------------------------------|
| $\boxed{f}$ $\boxed{r}$ → | 0,9967  | Eine sehr gute Übereinstimmung |

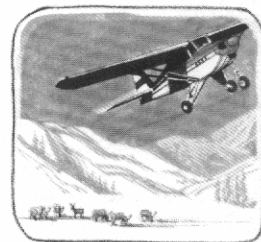
## VEKTOR-ADDITION UND -SUBTRAKTION

Die Taste  $\boxed{\Sigma+}$  kann zum Summieren beliebiger Werte im X- und Y-Register verwendet werden. Besonders nützlich ist diese Funktion, wenn Vektoren addiert oder mit  $\boxed{f}$   $\boxed{\Sigma-}$  subtrahiert werden sollen. Dazu sind die in Polarform gegebenen Koordinaten zuvor mit Hilfe der Taste  $\boxed{f}$   $\boxed{\rightarrow R}$  in rechtwinkelige Koordinaten umzuformen. Das Ergebnis kann mit der Taste  $\boxed{g}$   $\boxed{\rightarrow P}$  wieder in die polare Form zurückverwandelt werden.

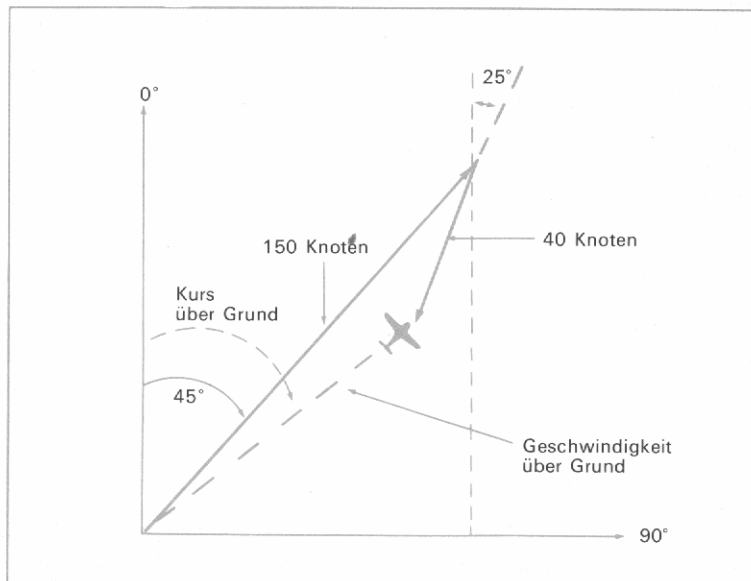
Wenn Sie nur die Summen  $\Sigma x$  und  $\Sigma y$  verwenden wollen, die Sie in den Speicherregistern aufaddiert haben, können Sie die Taste  $\boxed{RCL}$  und

anschließend  $\boxed{\Sigma+}$  drücken. Damit bringen Sie  $\Sigma x$  ins angezeigte X-Register und  $\Sigma y$  ins Y-Register, wobei die Inhalte dieser beiden Stack-Register überschrieben werden. Der Stack wird nicht angehoben. Diese Eigenschaft ist vor allem bei Vektorberechnungen von Vorteil.

**Beispiel:** Ein Flugzeug fliegt mit einer Eigengeschwindigkeit (gegenüber der umgebenden Luft) von 150 Knoten (= nautische Meilen pro Stunde). Es steuert einen Kurs von  $45^\circ$ . Bedingt durch einen Gegenwind aus  $25^\circ$  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) =  $(150, 45^\circ)$  und (Windgeschwindigkeit, Windrichtung) =  $(40, 25^\circ)$ .



| Drücken Sie          | Anzeige  |
|----------------------|----------|
| <b>CLEAR</b>         | 0,0000   |
| <b>DEG</b>           | 0,0000   |
| 45 <b>ENTER↑</b>     | 45,0000  |
| 150                  | 150,     |
| <b>→R</b>            | 106,0660 |
| <b>Σ+</b>            | 1,0000   |
| 25 <b>ENTER↑</b>     | 25,0000  |
| 40                   | 40,      |
| <b>→R</b>            | 36,2523  |
| <b>Σ-</b>            | 0,0000   |
| <b>RCL</b> <b>Σ+</b> | 69,8137  |
| <b>P</b>             | 113,2417 |
| <b>x↔y</b>           | 51,9389  |

Löscht die Speicherregister  
Wählt Winkel-Modus «Grad»  
Winkel für 1. Vektor wird ins Y-Register eingegeben  
Betrag für 1. Vektor wird eingegeben  
Umformung in rechtwinkelige Koordinaten  
1. Vektor wird in den Speicherregistern  $R_3$  und  $R_5$  addiert (zu Null)  
Winkel für 2. Vektor wird ins Y-Register eingegeben  
Betrag für 2. Vektor wird eingegeben  
Umformung in rechtwinkelige Koordinaten  
2. Vektor wird subtrahiert  
Rückruf der Register  $R_3$  und  $R_5$   
Tatsächliche Geschwindigkeit über Grund  
Tatsächlicher Kurs über Grund

## ABSCHNITT 3: PROGRAMMIERUNG

### WAS IST EIN PROGRAMM?

Ein Programm ist nichts weiter als eine Folge von Tastenbefehlen, die Sie auch im Falle der manuellen Lösung eines Problems vom Tastenfeld aus drücken müßten. Der HP-33E speichert diese Tastenfolge und führt sie anschließend auf den Druck einer einzigen Taste hin automatisch aus. Für jede Wiederholung des Programmablaufes ist lediglich diese eine Taste zu drücken. Zur Programmierung des HP-33E ist keinerlei Programmiererfahrung erforderlich.

### 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 eines Problems erforderliche Tastenfolge bestimmt und in den Programmspeicher eingetastet 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. Am Beispiel der Oberflächenberechnung der Jupitermonde haben wir das ja bereits gesehen. 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.

### TASTENCODE


Bringen Sie den PRGM/RUN-Schalter in die Stellung PRGM. Drücken Sie die ersten Tastenbefehle **CLEAR** **PRGM** **x²** des Programms zur Berechnung der Kugeloberfläche (siehe Seite 19). Das ergibt folgende Anzeige:

01— 15 0

Die zweistellige Zahl links gibt die Nummer des Speicherplatzes an, der angezeigt wird.

Die Zahl 15 stellt den Tastencode dar. 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, d.h. um die Präfixtaste handelt.

## KOMBINIERTE CODES

Um wertvollen Speicherplatz zu sparen, werden die Codes der Präfix-taste und der entsprechenden Folgetaste zu einem kombinierten Code zusammengefaßt, der dann nur eine Speicherzeile belegt. In unserem Beispiel steht deshalb rechts in der Anzeige ein zweiter Tastencode, die Ziffer 0, deren Alternativfunktionen die Funktion  ist. (Die Zifferntasten des Tastenfeldes werden nicht durch den zweistelligen Positionscode, sondern durch die Ziffer selbst im Programm dargestellt.)

Generell gilt, daß jede einzelne Operation (z. B. **f** **SIN**, **STO** **+** 1, **xzy**) jeweils nur einen einzelnen 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   |                         |
|---------------|-----------|-------------------------|
| CLEAR  PRGM → | 00        | Löscht Programmspeicher |
| $x^2$ →       | 01— 15 0  |                         |
| $\pi$ →       | 02— 15 73 |                         |
| $x$ →         | 03— 61    |                         |
| GTO 00 →      | 04— 13 00 |                         |

In diesem Fall hat ein Programm, das insgesamt 8 Tasten umfaßt, nur 4 Zeilen im Programmspeicher belegt.

## Aufgaben

1. Wie lauten die Tastencodes für die folgenden Operationen:

g 1/x g GRD f →H.MS. STO + 1?

(Antwort: 15 3, 15 23, 14 6, 23 51 1.)

2. Wie viele Programmzeilen würden benötigt, um die folgenden Programmabschnitte zu speichern?

- a) 2 **ENTER** 3 **+**

- b) 10 STO 6 RCL 6 x

- c) 100 **STO** 1 50 **STO** **×** 1 **RCL** 2 **g** **T** **×**

(Antwort: a) 4, b) 5, c) 10.)

## EIN EINFÜHRUNGSPROGRAMM

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 (PRGM), damit die Tastenfolge für eine spätere Ausführung in den Programmspeicher geschrieben wird. Drücken Sie dann **f** CLEAR **PRGM**, um den Programmspeicher zu löschen. 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  | Daten-Speicher-register | Speicher |
|--------|-------------------------|----------|
| T      | R <sub>0</sub>          | Zeile 00 |
| Z      | R <sub>1</sub>          | Zeile 01 |
| Y      | R <sub>2</sub>          | Zeile 02 |
| X      | R <sub>3</sub>          | Zeile 03 |
| Last X | R <sub>4</sub>          | Zeile 04 |
|        | R <sub>5</sub>          | Zeile 05 |
|        | R <sub>6</sub>          | Zeile 06 |
|        | R <sub>7</sub>          | Zeile 07 |
|        |                         | Zeile 08 |
|        |                         | Zeile 09 |
|        |                         | Zeile 10 |
|        |                         | Zeile 11 |
|        |                         | Zeile 12 |
|        |                         | Zeile 13 |
|        |                         | Zeile 14 |
|        |                         | Zeile 15 |
|        |                         | Zeile 16 |
|        |                         | Zeile 17 |
|        |                         | Zeile 18 |
|        |                         | Zeile 19 |
|        |                         | Zeile 20 |
|        |                         | Zeile 21 |
|        |                         | Zeile 22 |
|        |                         | Zeile 23 |
|        |                         | Zeile 24 |
|        |                         | Zeile 25 |
|        |                         | Zeile 26 |
|        |                         | Zeile 27 |
|        |                         | Zeile 28 |
|        |                         | Zeile 29 |
|        |                         | Zeile 30 |
|        |                         | Zeile 31 |
|        |                         | Zeile 32 |
|        |                         | Zeile 33 |
|        |                         | Zeile 34 |
|        |                         | Zeile 35 |
|        |                         | Zeile 36 |
|        |                         | Zeile 37 |
|        |                         | Zeile 38 |
|        |                         | Zeile 39 |
|        |                         | Zeile 40 |
|        |                         | Zeile 41 |
|        |                         | Zeile 42 |
|        |                         | Zeile 43 |
|        |                         | Zeile 44 |
|        |                         | Zeile 45 |
|        |                         | Zeile 46 |
|        |                         | Zeile 47 |
|        |                         | Zeile 48 |
|        |                         | Zeile 49 |

Wie Sie sehen, ist der Programmspeicher von den 8 Speicherregistern, den 4 Stackregistern 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                               |
|------------------------------|---|
| $\boxed{g}$ $\boxed{x^2}$    | Diese Tasten quadrieren den Durchmesser d |
| $\boxed{g}$ $\boxed{\pi}$    | Diese Tasten speichern $\pi$ nach x       |
| $\boxed{x}$ $\boxed{GTO}$ 00 | Diese Taste multipliziert $d^2$ mit $\pi$ |

## AUSFÜHRUNG EINES GESPEICHERTEN PROGRAMMS

Um ein Programm auszuführen, müssen Sie nur:

1. Den Rechner in Stellung RUN schalten
2. Die Tasten  $\boxed{g}$   $\boxed{RTN}$  drücken, um den Rechner an den Anfang des Speichers zu setzen
3. Allfällig benötigte Daten eingeben
4. Die Taste  $\boxed{R/S}$  drücken, um das Programm zu starten.

Wenn Sie nun zum Beispiel das soeben eingegebene Programm dazu benutzen wollen, die Oberfläche von drei Kugeln mit Durchmessern von 3 cm, 6 m und 9 km zu berechnen, schalten Sie zunächst den Rechner in Stellung RUN. Dann drücken Sie  $\boxed{g}$   $\boxed{RTN}$ , um an den Anfang des Programmspeichers zu springen. Anschließend

| Drücken Sie     | Anzeige  |                 |
|-----------------|----------|-----------------|
| 3 $\boxed{R/S}$ | 28,2743  | cm <sup>2</sup> |
| 6 $\boxed{R/S}$ | 113,0973 | m <sup>2</sup>  |
| 9 $\boxed{R/S}$ | 254,4690 | km <sup>2</sup> |

## EIN ZWEITES PROGRAMM

Wir wollen jetzt ein weiteres Programm erstellen, um daran weitere Einzelheiten zur Programmierung des HP-33E aufzuzeigen. Nehmen wir einmal an, Sie wollen ein Programm schreiben, das die Volumenänderung eines kugelförmigen Ballons bei Veränderung des Durchmessers berechnet. Dazu verwenden wir die Formel:

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

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, können Sie die Rechnung manuell ausführen, indem Sie die Tasten drücken, die in der folgenden Tabelle in der linken Spalte angegeben sind. Die Tastenfolge für das Programm

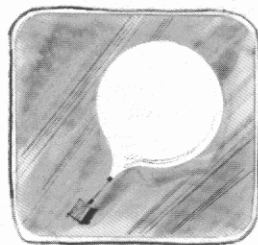
ist genau die gleiche. Schalten Sie in Stellung PRGM und drücken Sie nachfolgende Tasten:

| Tasten                                  | Anzeige                         |
|---|---------------------------------|
| $\boxed{f}$ <b>CLEAR</b> $\boxed{PRGM}$ | 00                              |
| $\boxed{ENTER}$                         | 01— 31                          |
| 3                                       | 02— 3                           |
| $\boxed{f}$ $\boxed{y^x}$               | 03— 14 3 ( $d_1^3$ )            |
| $\boxed{x} \boxed{y}$                   | 04— 21                          |
| 3                                       | 05— 3                           |
| $\boxed{f}$ $\boxed{y^x}$               | 06— 14 3 ( $d_0^3$ )            |
| $\boxed{-}$                             | 07— 41                          |
| $\boxed{g}$ $\boxed{\pi}$               | 08— 15 73                       |
| $\boxed{x}$                             | 09— 61 Multiplikation mit $\pi$ |
| 6                                       | 10— 6                           |
| $\boxed{\div}$                          | 11— 71 Division durch 6         |
| $\boxed{GTO}$ 00                        | 12— 13 00                       |

Beachten Sie, daß für dieses Programm die Eingabe der  $\boxed{ENTER}$ -Anweisung notwendig war. Sie dient dazu, die Zahl 3 in der 2. Programmzeile von den Ziffern des neuen Durchmessers zu trennen, der später eingegeben wird.

Um das solchermaßen gespeicherte Programm auszuführen, schalten Sie den Modewahlschalter in Stellung RUN und drücken Sie  $\boxed{g}$   $\boxed{RTN}$  (oder  $\boxed{GTO}$  00). 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 aufgeblasen wird?




| Drücken Sie        | Anzeige    |
|--------------------|------------|
| 30 $\boxed{ENTER}$ | 30,0000    |
| 35 $\boxed{R/S}$   | 8.312,1306 |

Eingabe des ursprünglichen Wertes für den Durchmesser ( $d_0$ )  
Eingabe des neuen Durchmessers nach X und Starten des Programms. Das Resultat (in m<sup>3</sup>) wird angezeigt

## 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** (Einzel-schritt vor) und **BST** (Einzelschritt zurück).

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

01— 31

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

02— 3

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

**SST** zeigt den Inhalt der *nächstfolgenden* Programmspeicherzeile an. **G** **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** .nn zu verwenden. Wenn Sie **GTO** . und anschließend eine zweistellige Schritt-nummer eintasten, rückt der Rechner zu der angegebenen Speicherstelle vor oder zurück, so daß der nächste Programmschritt in dieser Zeile gespeichert oder das Programm von dort aus gestartet werden kann. Dabei werden keine Programmschritte ausgeführt.

Es ist in diesem Fall außerdem nicht von Bedeutung, in welcher Stellung der PRGM/RUN-Schalter steht. Haben Sie die **GTO**-Anweisung im RUN-Modus gedrückt, können Sie sich von der richtigen Position im Programmspeicher dadurch überzeugen, daß Sie den PRGM/RUN-Schalter kurzzeitig in Stellung PRGM schieben. Ist der Rechner bereits im PRGM-Modus, wird der Tastencode und die Anweisung in der entsprechenden Zeile angezeigt. Wenn Sie jetzt auf RUN umschalten und **R/S** drücken, beginnt die Programmausführung bei dieser Zeile.

## UNTERBRECHUNG DER PROGRAMM-AUSFÜHRUNG

Gelegentlich soll ein Programm anhalten, damit Sie Daten eingeben oder Zwischenergebnisse anzeigen können. Diese Programmunterbrechung kann auf verschiedene Weise erfolgen, indem Sie entweder **R/S** oder **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.

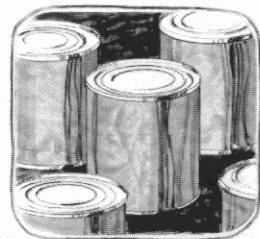
**R/S** hat vom Tastenfeld aus gedrückt folgende Wirkung:

1. **R/S** hält ein augenblicklich laufendes Programm an.
2. Wenn die Ausführung eines Programms zuvor angehalten oder noch nicht begonnen wurde und der Rechner im RUN-Modus arbeitet, startet **R/S** die Programmausführung ab der augenblicklichen Speicherposition.

Als eine im Rahmen eines Programms ausgeführte Anweisung hält **R/S** die Ausführung des Programms an der darauffolgenden Programmspeicherzeile an. Wenn dann **R/S** im automatischen RUN-Modus vom Tastenfeld aus gedrückt wird, fährt der Rechner mit der Ausführung der gespeicherten Programmschritte ab dieser Stelle fort. (Solange Sie die Taste **R/S** gedrückt halten, zeigt der Rechner die Schritt-nummer und den Code der gespeicherten Anweisung an; nach Loslassen der Taste wird das Programm gestartet.)

Sie können diese Eigenschaften der **R/S**-Anweisung zum Anhalten des Programms für die Eingabe von Daten bzw. das Ablesen von Zwischenergebnissen verwenden. Nachdem Sie die Daten eingegeben haben, können Sie das Programm mit **R/S** vom Tastenfeld aus erneut starten.

**Programmbeispiel:** Eine Konservenfabrik möchte die Volumen verschiedener zylinderförmiger Blechdosen berechnen. Außerdem möchte Sie die Grundfläche jeder Dose notieren, bevor das Volumen berechnet wird.





Das nachstehende 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, werden 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 CLEAR** **PRGM** zum Löschen des Programmspeichers. In der Anzeige erscheint 00. Geben Sie jetzt die nachstehende Tastenfolge ein:

| Drücken Sie                     | Anzeige   |                                     |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| <b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b> → | 01- 15 0  | Berechnet r <sup>2</sup>            |
| <b>g</b> <b>π</b> →             | 02- 15 73 | Speichert π nach x                  |
| <b>x</b> →                      | 03- 61    | Berechnet die Grundfläche           |
| <b>R/S</b> →                    | 04- 74    | Hält zur Anzeige der Grundfläche an |
| <b>x</b> →                      | 05- 61    | Volumen der Dose                    |
| <b>GTO</b> 00 →                 | 06- 13 00 |                                     |

Schalten Sie zur Ausführung dieses Programms den Moduswahlschalter in Stellung RUN (PRGM RUN) und drücken Sie **g RTN**. Das Programm startet dann bei Zeile 00.

Vervollständigen Sie jetzt mit Hilfe dieses Programms die nachstehende Tabelle:

| Höhe<br>cm | Radius<br>cm | Grundfläche<br>cm <sup>2</sup> | Volumen<br>cm <sup>3</sup> |
|------------|--------------|--------------------------------|----------------------------|
| 25         | 10           | ?                              | ?                          |
| 8          | 4,5          | ?                              | ?                          |

| Drücken Sie       | Anzeige    |  |
|-------------------|------------|--|
| 25 <b>ENTER</b> → | 25,0000    | Höhe h nach Y speichern                      |
| 10 <b>R/S</b> →   | 314,1593   | Programm hält zur Anzeige der Grundfläche an |
| <b>R/S</b> →      | 7.853,9816 | Volumen der 1. Dose                          |
| 8 <b>ENTER</b> →  | 8,0000     | Höhe h nach Y speichern                      |
| 4.5 <b>R/S</b> →  | 63,6173    | Programm hält zur Anzeige der Grundfläche an |
| <b>R/S</b> →      | 508,9380   | Volumen der 2. Dose                          |

Nach Eingabe der Höhe in das Y-Register und des Radius in das X-Register wird die Grundfläche berechnet. Dann hält das Programm an

(beim ersten **R/S**-Befehl). 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 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** 00 bequemer; der Rechner hält dann nämlich stets am Speicheranfang und kann von dort beliebig oft erneut gestartet werden.

## KURZFRISTIGE UNTERBRECHUNG DER PROGRAMM-AUSFÜHRUNG

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

Um zu sehen, wie **f PAUSE** wirkt, wollen wir das Programm zur Berechnung des Zylindervolumens etwas abändern. 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 CLEAR** **PRGM** zum Löschen des Programmspeichers und zur Anzeige von 00. Geben Sie jetzt die nachfolgenden Programmschritte ein.

| Drücken Sie                     | Anzeige   |                                |
|---------------------------------|-----------|--------------------------------|
| <b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b> → | 01- 15 0  | Berechnet r <sup>2</sup>       |
| <b>g</b> <b>π</b> →             | 02- 15 73 | Speichert Pi nach X            |
| <b>x</b> →                      | 03- 61    | Berechnet die Grundfläche      |
| <b>f PAUSE</b> →                | 04- 14 74 | Zeigt kurzzeitig die Fläche an |
| <b>x</b> →                      | 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 **g RTN**, damit die Programmausführung ab Zeile 00 beginnt.

Berechnen Sie jetzt die noch fehlenden Tabellenwerte.

| Höhe<br>cm | Radius<br>cm | Grundfläche<br>cm <sup>2</sup> | Volumen<br>cm <sup>3</sup> |
|------------|--------------|--------------------------------|----------------------------|
| 20         | 15           | ?                              | ?                          |
| 10         | 5            | ?                              | ?                          |

**Drücken Sie**      **Anzeige**

20 **ENTER+** → 20,0000

15 **R/S** → 706,8583

10 **ENTER+** → 14.137,1669

10 **ENTER+** → 10,0000

5 **R/S** → 78,5398

785,3982

Eingabe der Höhe nach Y

Grundfläche wird eine Sekunde lang angezeigt

Volumen der ersten Dose

Eingabe der Höhe nach Y

Grundfläche wird eine Sekunde lang angezeigt

Volumen der zweiten Dose

## PROGRAMM-STOPS

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

- Ausführung von **R/S**.  
Tritt innerhalb des 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 an, wenn die Zeile nicht Teil eines Unterprogramms ist. In diesem Fall wird ein Rücksprung ausgeführt.
- Drücken einer beliebigen Taste.  
Wird während eines Programmlaufs eine beliebige Taste gedrückt, wird das Programm angehalten. Achten Sie daher darauf, daß Sie nicht während eines Programmlaufs versehentlich eine Taste drücken.

In dem Entwurf des Rechners ist vorgesehen, daß ein Programm nicht innerhalb einer Zahleneingabe anhalten kann. Wenn Sie eine Taste drücken, während ein laufendes Programm Zahlen in das X-Register eingibt, wird die Zahl vollständig geschrieben und der nächste Programmschritt ausgeführt, bevor das Programm anhält.

Ist das Programm angehalten, kann es durch Drücken der Taste **R/S** im RUN-Modus wieder fortgesetzt werden. Wenn Sie **R/S** drücken, wird

das Programm mit dem nächsten Schritt fortgesetzt, als ob keine Unterbrechung stattgefunden hätte.

## FEHLER-STOPS

Operationen, die eine Fehlermeldung zur Folge haben (siehe Fehleranzeigen), unterbrechen den Programmlauf sofort. Der Rechner zeigt die Meldung «Error» und eine Zahl an. Wenn Sie den Rechner kurzzeitig in den PRGM-Modus umschalten, zeigt der Rechner den Programmschritt und den Tastencode der unerlaubten Operationen an.

## ÜBERLAUF

Ihr HP-33E 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  $9.99999999 \times 10^{99}$  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 Operationen für den Überlauf verantwortlich war.

Wenn der Überlauf in einem der Speicherregister durch Speicherregister-Arithmetik auftritt, erscheint die Meldung **Error 1** in der Anzeige, um Sie über diesen Überlauf zu informieren.

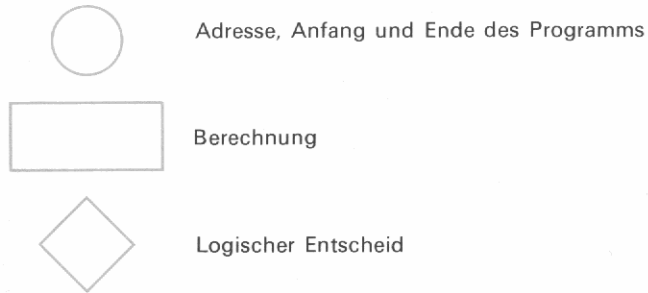
Wenn das Ergebnis einer Zahl kleiner ist als  $10^{-99}$ , ersetzt der Rechner diese Zahl durch Null. Ein laufendes Programm wird dadurch nicht angehalten.

## FLUSSDIAGRAMME

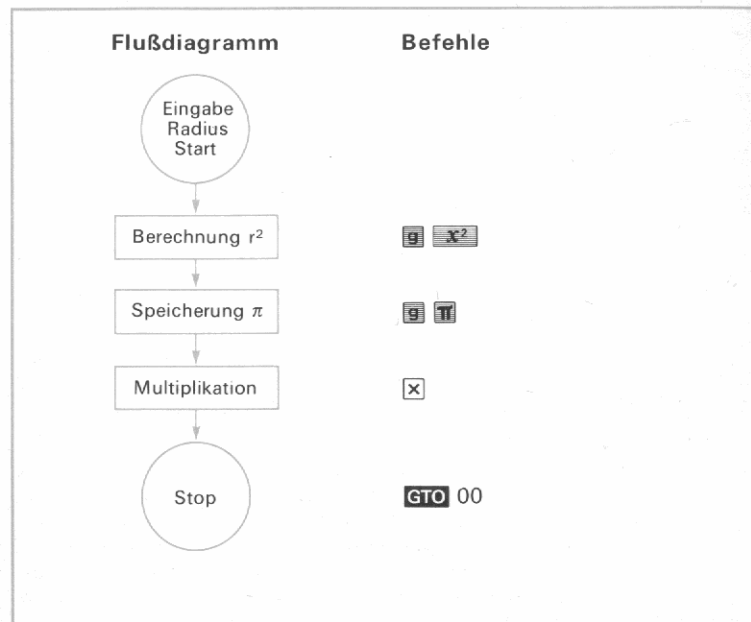
An dieser Stelle wollen wir für kurze Zeit von der Besprechung des Rechners abschweifen und ein grundlegendes und äußerst nützliches Werkzeug in der Programmierung, das Flußdiagramm, untersuchen.

Das Flußdiagramm ist ein Umriß eines Lösungswegs für ein Problem.

Bei 49 möglichen Instruktionen ist es relativ leicht, den Überblick beim Erstellen eines längeren Programms zu verlieren. Dies trifft besonders zu, wenn Sie versuchen wollten, das Programm ohne Unterbrechungspunkte von Anfang bis Ende in den Rechner zu laden. Ein Flußdiagramm erleichtert Ihnen insofern die Programmierung, als die Programmschnittfolge in kleinere Gruppen aufgeteilt werden kann. Es ist auch bei der Dokumentation sehr nützlich – ein Schema, das den Programmablauf zusammengefaßt wiedergibt.

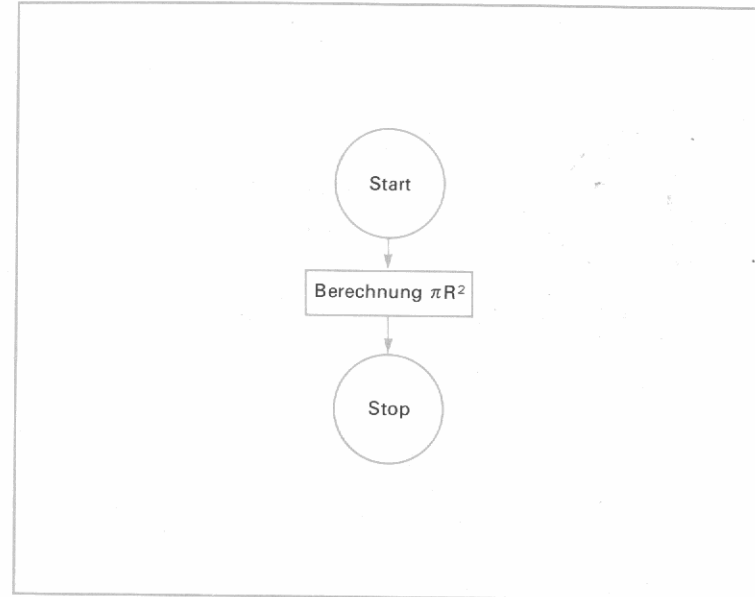


Ein Flußdiagramm kann so einfach oder ausführlich sein, wie Sie wünschen. Das folgende Flußdiagramm zeigt die Operationen, die Sie zur Berechnung der Grundfläche eines Kreises nach der Formel  $A = \pi R^2$  durchgeführt haben. Vergleichen Sie das Flußdiagramm mit den tatsächlichen Programmbefehlen:



Die Ähnlichkeiten sind deutlich zu erkennen.

Manchmal gibt ein Flußdiagramm die Programmschritte exakt wieder, wie das oben der Fall war. Manchmal ist es jedoch sinnvoller, einen ganzen Programmteil durch ein einziges Element im Flußdiagramm darzustellen. Für die Flächenberechnung eines Kreises sieht das folgendermaßen aus:

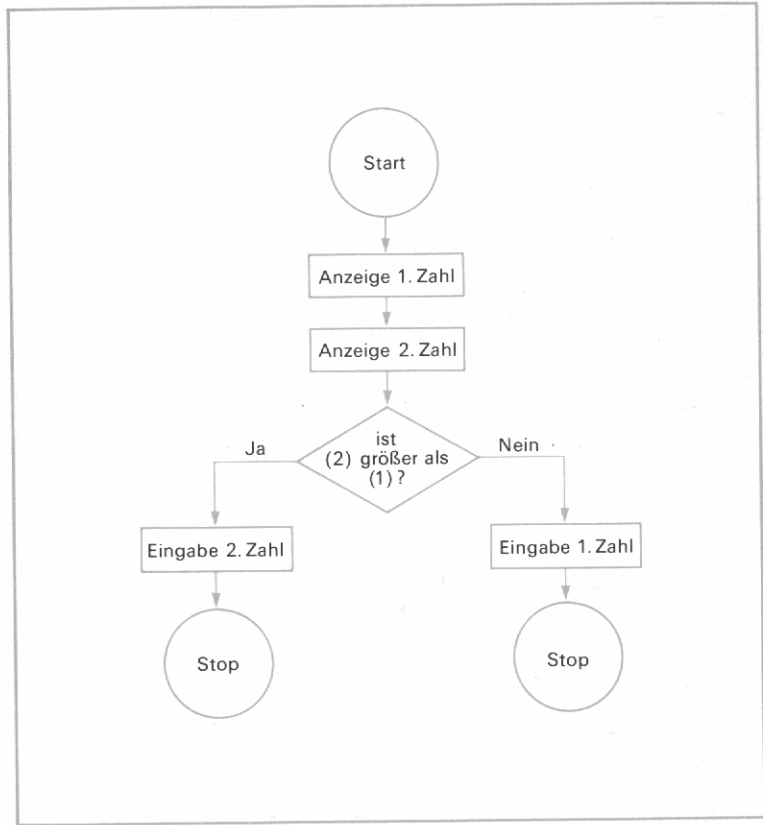


Hier werden mehrere Programmschritte durch ein Element im Flußdiagramm dargestellt. Diese Technik wird allgemein angewandt und ermöglicht dem Betrachter, sich mittels des Flußdiagramms ein Bild von dem gesamten Programm zu machen.

Sie sehen, daß ein Flußdiagramm linear von oben nach unten gezeichnet wird. Das gibt die Richtung des Programms von Anfang bis Ende an. Die im Flußdiagramm verwendeten Symbole haben manchmal unterschiedliche Bedeutung. In diesem Handbuch jedoch verwenden wir Kreise, um Anfang und Ende von Programmen oder Routinen anzuzeigen, und Rechtecke, um Funktionen, die eine Eingangsgröße erhalten, diese verarbeiten und einen Ausgangswert liefern, darzustellen. Rauten

werden dort eingesetzt, wo eine Eingangsgröße eine von zwei Ausgängen zur Folge haben könnte.

Wenn Sie beispielsweise ein Programm schreiben wollen, welches von zwei Zahlen nur die größere anzeigen soll, dann könnte das Programm in Form eines Flußdiagramms, wie auf der folgenden Seite, dargestellt werden:



Nachdem Sie das Flußdiagramm gezeichnet haben, würden Sie jedes Element des Flußdiagramms durch eine Befehlsfolge ersetzen. Wenn das Programm in den Rechner geladen und getastet wird, so würde, wenn (2) größer als (1) ist, die Antwort auf die Frage, «ist (2) größer als (1)?», Ja lauten. Das Programm würde mit der linken Verzweigung fortsetzen, die Zahl (2) anzeigen und anhalten. Wenn die Antwort auf die Abfrage Nein ist, würde das Programm mit der rechten Verzweigung fortsetzen, die Zahl (1) anzeigen und anhalten. Sie werden später die vielfältigen Entscheidungsmöglichkeiten mit Ihrem HP-33E kennenlernen.

Während Sie dieses Handbuch durcharbeiten, werden Sie mit Flußdiagrammen mehr vertraut werden. Benutzen Sie die Flußdiagramme, die hier die Beispiele und Probleme erläutern zum schnelleren Verständnis der Eigenschaften des Rechners. Verwenden Sie eigene Flußdiagramme, um Programme zu erstellen und editieren, um Fehler zu beheben und um Programme zu dokumentieren.

## ABSCHNITT 4: PROGRAMMVERZWEIGUNG

### UNBEDINGTE PROGRAMMVERZWEIGUNG UND SCHLEIFEN

Sie haben bereits gesehen, wie mit der nicht speicherbaren Anweisung **GTO** .nn eine beliebige Programmspeicherzeile angesprochen werden kann. Sie können die **GTO** (go to) Anweisung auch innerhalb eines Programms verwenden.

Wird beispielsweise während eines Programmlaufs eine **GTO** nn Anweisung ausgeführt, verzweigt der Rechner zu der angegebenen Zeilennummer. Mit einer **GTO**-Anweisung kann somit der Programmablauf mit jeder beliebigen Programmzeile fortgesetzt werden.

Nach der Sprunganweisung wird das Programm unmittelbar fortgesetzt.



Eine **GTO**-Anweisung dieser Art wird als unbedingter Sprung bezeichnet. Der Sprungbefehl zu der angegebenen Programmspeicherzeile wird immer unbedingt ausgeführt. Später werden Sie erfahren, wie eine von einer Bedingung abhängige Anweisung in Verbindung mit der **GTO**-Anweisung zu einer bedingten Programmverzweigung führt, also einer Verzweigung, die von einer Abfrage abhängt.

Die **GTO**-Anweisung wird häufig zur Programmierung von Schleifen verwendet. Als Beispiel soll ein Programm dienen, das die Quadratwurzeln aufeinanderfolgender ganzer Zahlen berechnet und anzeigt, wobei es mit der Zahl 1 beginnt. Ihr HP-33E fährt mit der Berechnung der Quadratwurzel der nächsten ganzen Zahl fort, bis Sie entweder **R/S** drücken, um das Programm anzuhalten, oder bis der Rechner überläuft.

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

| Drücken Sie                              | Anzeige |       |
|--|---------|-------|
| 0  | 01-     | 0     |
| <b>STO</b> 1                             | 02-     | 23 1  |
| 1  | 03-     | 1     |
| <b>STO</b> <b>+</b> 1                    | 04-     | 51 1  |
| <b>RCL</b> 1                             | 05-     | 24 1  |
| <b>f</b> <b>PAUSE</b>                    | 06-     | 14 74 |
| Anzeige vor dem Ziehen der Quadratwurzel |         |       |
| <b>f</b> <b><math>\sqrt{x}</math></b>    | 07-     | 14 0  |
| <b>f</b> <b>PAUSE</b>                    | 08-     | 14 74 |
| Anzeige der Quadratwurzel                |         |       |
| <b>GTO</b> 03                            | 09-     | 13 03 |

Um das Programm auszuführen, schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN und drücken Sie **g** **RTN** **R/S**. In der Anzeige werden ganze Zahlen und ihre Quadratwurzeln erscheinen, bis Sie entweder **R/S** drücken oder der Rechner überläuft.

**Wie läuft das Programm ab?** Die **GTO** 03 Anweisung bewirkt, daß der Rechner zur Programmspeicherzeile 03 verzweigt. Nach Ausführung dieser Zeile wird das Programm an dieser Stelle fortgesetzt.

Weil die Programmausführung jedes Mal zur Zeile 03 verzweigt, wenn die **GTO**-Anweisung ausgeführt wird, bleibt der Rechner in dieser «Schleife», wobei wiederholt eine 1 auf das Speicherregister R<sub>1</sub> addiert wird und die neue Zahl und ihre Quadratwurzel abgezweigt werden.

Programmschleifen dieser Art werden häufig verwendet und sind im Einstellen von Programmen von außerordentlichem Nutzen. Durch die Verwendung von Schleifen nutzen Sie eine der wesentlichen Eigenschaften Ihres HP-33E aus – die Fähigkeit, Daten zu aktualisieren und Berechnungen schnell, und wenn erwünscht, in endlosen Wiederholungen automatisch durchzuführen.

Sie können unbedingte Verzweigungen verwenden, um wie oben eine Schleife zu programmieren oder um von einem Programmteil zu einer anderen Programmspeicherzeile zu verzweigen.



**Ein Problem.** Das folgende Programm berechnet die Quadrate aufeinanderfolgender ganzer Zahlen, wobei es bei jedem erneuten Start mit 2 anfängt. Geben Sie das Programm ein, wobei der PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM ist. Schalten Sie dann auf Stellung RUN, und starten Sie das Programm einige Male, damit Sie mit dem Ablauf vertraut werden. Modifizieren Sie schließlich das Programm, indem Sie eine **GTO** 03 Anweisung hinter der **f** **PAUSE**-Anweisung in Zeile 08 einfügen. Dies erreichen Sie durch erneutes Eintasten des Programms mit der zusätzlichen Anweisung **GTO** 03, wie oben angezeigt wurde. Dadurch entsteht eine Schleife, so daß jetzt eine Zahl und ihr Quadrat angezeigt wird, diese Zahl um eins erhöht wird, das Quadrat dieser neuen Zahl errechnet wird usw. Um das ursprüngliche Programm einzugeben, schalten Sie den PRGM/RUN-Schalter auf Stellung PRGM und drücken Sie die folgenden Tasten:

















| Drücken Sie                       | Anzeige    |
|-----------------------------------|------------|
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b> | 00         |
| 1                                 | 01- 1      |
| <b>STO</b> 1                      | 02- 23 1   |
| 1                                 | 03- 1      |
| <b>STO</b> <b>+</b> 1             | 04-23 51 1 |
| <b>RCL</b> 1                      | 05- 24 1   |
| <b>f</b> <b>PAUSE</b>             | 06- 14 74  |
| <b>g</b> <b><math>x^2</math></b>  | 07- 15 0   |
| <b>f</b> <b>PAUSE</b>             | 08- 14 74  |
| <b>g</b> <b>RTN</b>               | 09- 15 12  |

Mit diesem Programm können Sie eine Tabelle mit Quadraten erzeugen. Schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN, und starten Sie das Programm, um eine Tabelle mit Quadraten zu erzeugen. Denken Sie daran, mit **g** **RTN** an den Programmanfang zu gelangen.

## VERGLEICHOPERATIONEN UND BEDINGTE PROGRAMMVERZWEIGUNG

Es kommt häufig vor, daß Sie eine Entscheidung treffen wollen. Ihr HP-33E verwendet Vergleichsoperationen und bedingte Verzweigungen, um Ihre Programmiermöglichkeiten zu vergrößern.

Die Vergleichsoperationen des HP-33E sind nützliche Programmieranweisungen, die es Ihrem Rechner ermöglichen, Entscheidungen für Sie zu fällen. Der HP-33E verfügt über die folgenden acht Vergleichsoperationen:

-   Prüft, ob die Inhalte von **X**- und **Y**-Register verschieden sind.
-   Prüft, ob die Inhalte von **X**- und **Y**-Register gleich sind.
-   Prüft, ob die Zahl im **X**-Register größer als die Zahl im **Y**-Register ist.
-   Prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers kleiner als oder gleich dem Inhalt des **Y**-Registers ist.
-   Prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers von Null verschieden ist.
-   Prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers gleich Null ist.
-   Prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers größer als Null (d.h. positiv) ist.
-   Prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers kleiner als Null (d.h. negativ) ist.

Diese Vergleichsoperationen treten an der entsprechenden Programmstelle in Form einer Frage auf. Ist die Antwort *Ja*, fährt das Programm mit der sequentiellen Ausführung der Programmschritte fort. Ist die Antwort dagegen *Nein*, *überspringt* das Programm den nachfolgenden Schritt. Zum Beispiel:

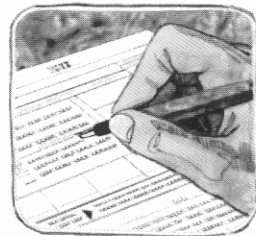


Wie Sie sehen, führt der Rechner im Anschluß an die Vergleichsoperation den nächstfolgenden Programmschritt nur dann aus, wenn die mit der Testoperation gestellte Bedingung erfüllt ist, d.h. die Antwort *Ja* lautet.

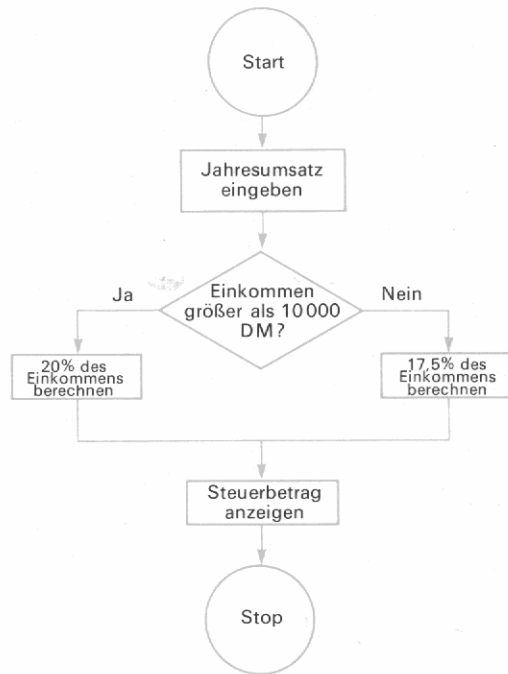
Die auf den Vergleichsbefehl folgende Speicherzeile kann eine beliebige Programmanweisung enthalten. In der Regel wird an dieser Stelle eine Sprunganweisung (**GTO**) stehen. Auf diese Weise wird die Programmausführung, wenn die gestellte Bedingung erfüllt ist, zu einer anderen Stelle des Programmspeichers verzweigt.



**Beispiel:** Für die Klienten eines Steuerberaters gelten die Steuersätze 20% bzw. 17,5% für Einkommen über bzw. unter DM 10 000,—. Der Steuerberater möchte ein Programm erstellen, das für jeden seiner Klienten den zu zahlenden Steuerbetrag auf einfache Weise errechnet. In seinem Programm wird er bedingte Sprungbefehle benötigen.



Das Flußdiagramm zu diesem Problem kann z.B. folgendermaßen aussehen:



Schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM und löschen Sie den Programmspeicher.

Drücken Sie **ANZEIGE** **PRGM** →

|  |   |     |       |
|--|---|-----|-------|
| <b>f</b> CLEAR   | → | 00  |       |
| <b>EEX</b>   | → | 01- | 33    |
| 4  | → | 02- | 4     |
| <b>X&lt;Y</b>  | → | 03- | 21    |
| <b>f</b> X>Y   | → | 04- | 14 51 |
| <b>GTO</b> 11  | → | 05- | 13 11 |
| } Wenn das Jahreseinkommen DM 10 000 übersteigt, verzweigt das Programm zu Marke B |   |     |       |
| 1  | → | 06- | 1     |
| 7  | → | 07- | 7     |
| <b>•</b>   | → | 08- | 73    |
| 5  | → | 09- | 5     |
| <b>GTO</b> 13  | → | 10- | 13 13 |
| } Dieser Teil des Programms berücksichtigt 17,5% Steuern                           |   |     |       |
| 2  | → | 11- | 2     |
| 0  | → | 12- | 0     |
| <b>g</b> %   | → | 13- | 15 74 |
| <b>GTO</b> 00  | → | 14- | 13 00 |
| } Dieser Teil des Programms berechnet 20% Steuern                                  |   |     |       |

Verwenden Sie das Programm jetzt zur Berechnung der Steuerbeträge, die bei 15 000 DM und 7 500 DM Jahreseinkommen zu zahlen sind:

Schieben Sie den W/PRGM **RTN** RUN-Schalter in Stellung RUN, und drücken Sie **g** **RTN**, um an den Programmanfang zu gelangen.

|                  |              |
|------------------|--------------|
| Drücken Sie      | Anzeige      |
| 15000 <b>R/S</b> | → 3.000,0000 |
| 7500 <b>R/S</b>  | → 1.312,5000 |



Um weitere Steuerbeträge zu errechnen, hat der Steuerberater lediglich das Einkommen seiner Klienten einzugeben und **R/S** zu drücken. Der Rechner bestimmt automatisch die Einkommensgruppe des Klienten und berechnet den Steuerbetrag.

Von großem Nutzen sind bedingte Sprünge auch im Zusammenhang mit Programmschleifen. Die Programmschleifen, denen Sie bis jetzt begegnet sind, waren Endlosschleifen. Der Rechner führt diese Programmschritte immer wieder aus, er bleibt also in dieser Schleife, bis Sie das Programm mit der **R/S**-Taste anhalten oder ein Überlauf stattfindet.

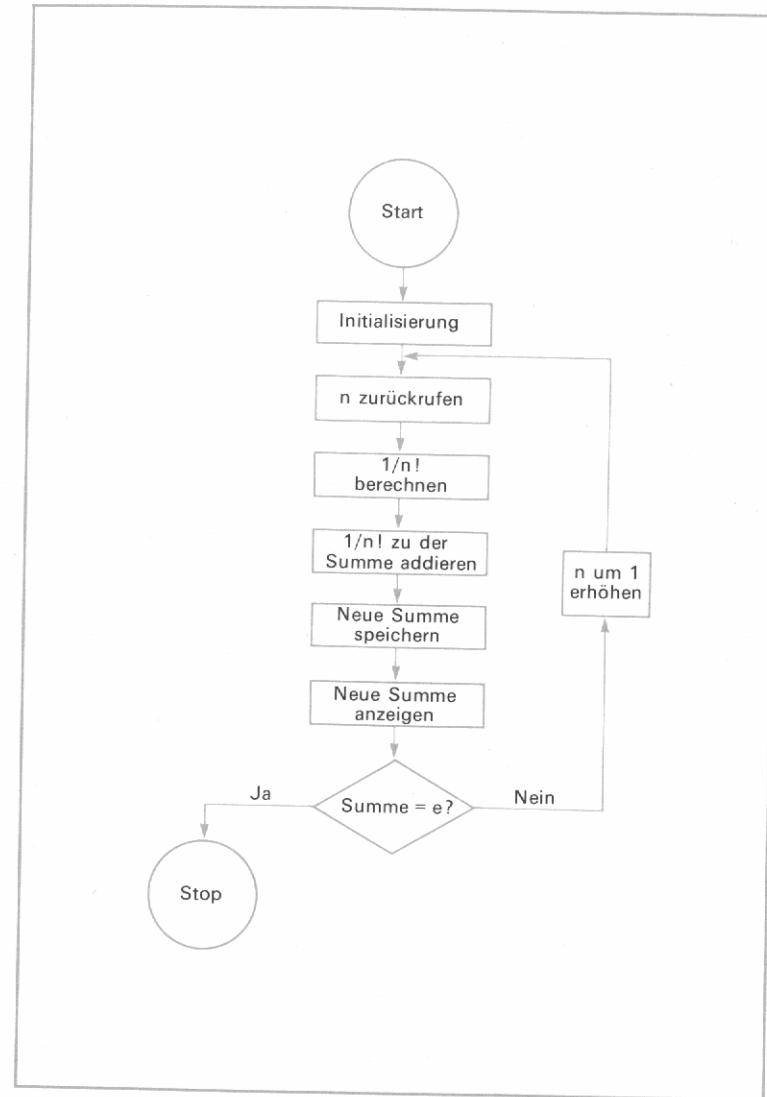
Sie können die Vergleichsoperationen dazu verwenden, den Rechner zu gegebenem Zeitpunkt wieder aus dieser Programmschleife herauspringen zu lassen. Das kann beispielsweise dann geschehen, wenn der Rechner bereits eine bestimmte Anzahl von Schleifendurchläufen ausgeführt oder einen iterativ berechneten Wert ausreichend genau bestimmt hat.

**Beispiel:** Was Sie wissen, ist der Wert der Euler'schen Zahl  $e$ , das ist die Basis der natürlichen Logarithmen im Innern Ihres HP-33E gespeichert. (Sie können diesen Wert mit der Tastenfolge  $1 \text{ [g] } [e^x]$  anzeigen.) Das folgende Programm errechnet diese Konstante über die folgende Reihenentwicklung:

$$e = 1 + 1/1! + 1/2! + \dots + 1/n!$$

Nach jedem Schleifendurchlauf wird die neue Näherungslösung angezeigt und mit dem im Rechner gespeicherten genauen Wert für  $e$  verglichen. Wenn beide Werte gleich sind, verläßt das Programm die Iterationsschleife und hält an.

Ein Flußdiagramm soll zur besseren Verständigung des Programms dienen.



Um das Programm im Rechner zu speichern, schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM.

| Drücken Sie                | Anzeige    |   |
|----------------------------|------------|---|
| <b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> | 00         |   |
| <b>f</b> FIX 9             | 01-14 11 9 | Die ganze Zahl wird angezeigt   |
| 1                          | 02- 1      |   |
| <b>STO</b> 0               | 03- 23 0   | n wird in R <sub>0</sub> gespeichert                                      |
| <b>STO</b> 1               | 04- 23 1   | n wird in R <sub>1</sub> gespeichert                                      |
| <b>STO</b> 2               | 05- 23 2   | die Summe der Serie wird in R <sub>2</sub> gespeichert                    |
| <b>RCL</b> 0               | 06- 24 0   |   |
| <b>STO</b> <b>X</b> 1      | 07-23 61 1 | n!  |
| <b>RCL</b> 1               | 08- 24 1   |   |
| <b>g</b> 1/x               | 09- 15 3   | 1/n!  |
| <b>RCL</b> 2               | 10- 24 2   |   |
| <b>+</b>                   | 11- 51     | 1/n! wird in der Zwischensumme addiert                                    |
| <b>STO</b> 2               | 12- 23 2   |   |
| <b>f</b> PAUSE             | 13- 14 74  | Pause, um Zwischenergebnisse zu betrachten                                |
| 1                          | 14- 1      | berechne e  |
| <b>g</b> e <sup>x</sup>    | 15- 15 1   |   |
| <b>f</b> X=Y               | 16- 14 71  | Ist die Summe gleich e?   |
| <b>GTO</b> 00              | 17- 13 00  | Wenn ja, gehe zu Zeile 00   |
| 1                          | 18- 1      | Wenn nein, addiere 1 zu n   |
| <b>STO</b> <b>+</b> 0      | 19-23 51 0 |   |
| <b>GTO</b> 06              | 20- 13 06  | Verzweige nach Zeile 06 nn, um nächste Annäherung zu berechnen            |
| <b>GTO</b> 00              | 21- 13 00  | Wenn die Summe gleich e ist, wird das Programm angehalten und e angezeigt |

Um das Programm zu starten, schieben Sie erst den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN. Drücken Sie **g** RTN, um zum Programm-anfang zu gelangen.

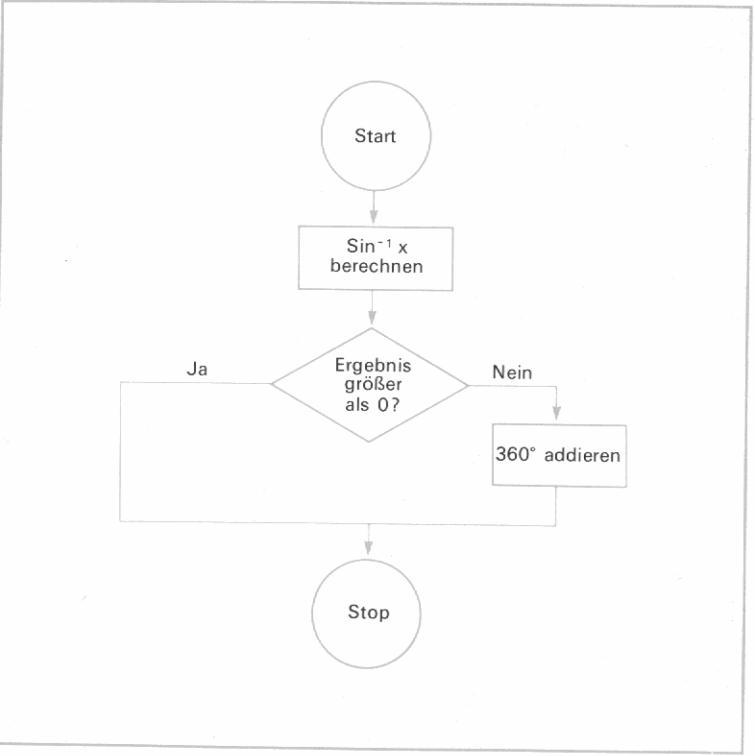
| Drücken Sie  | Anzeige     |                        |
|--------------|-------------|------------------------|
| <b>g</b> RTN | 0,0000      | Der Stack ist gelöscht |
| <b>R/S</b>   | 2,718281828 |                        |

Sie können den Programmablauf innerhalb der Iterationsschleife verfolgen, bis der Näherungswert für e gleich dem intern gespeicherten Wert e des Rechners ist.

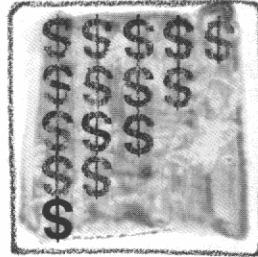
Wenn die Bedingung **X=Y** schließlich erfüllt ist, verzweigt das Programm entsprechend der nachstehenden Anweisung **GTO** 00 und hält an.

Übungsaufgaben:

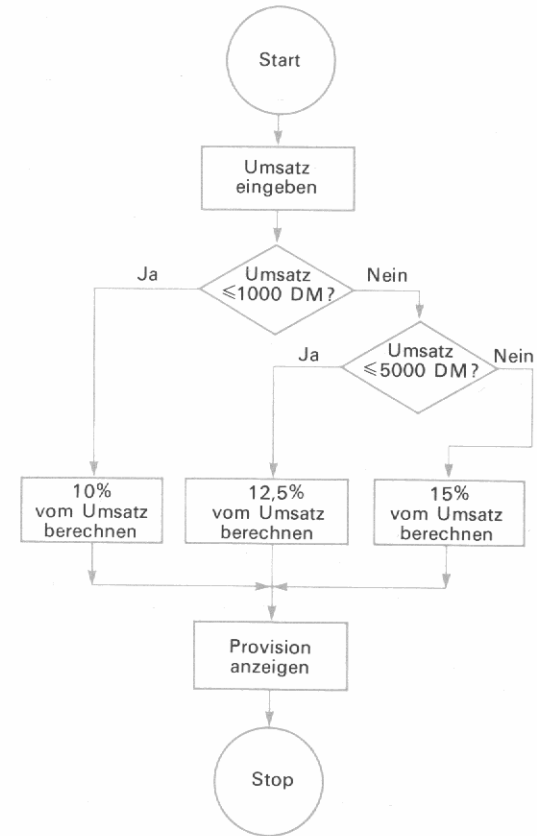
- Erstellen Sie ein Programm, das den Arkussinus ( $\sin^{-1}$ ) eines Eingabewertes x berechnet, der zuvor in das angezeigte **X**-Register eingegeben wurde. Anschließend ist der berechnete Winkel auf sein Vorzeichen zu prüfen und 360° zu addieren, wenn der Winkel nicht bereits größer als Null ist. Damit wird erreicht, daß der von diesem Programm berechnete Winkel stets positiv ist. Beim Erstellen des Programms können Sie sich an das folgende Flußdiagramm halten:



2. Erstellen Sie anhand des folgenden Flußdiagramms ein Programm, mit dem ein Vertreter seine umsatzabhängige Provisionen berechnen kann; bei Verkäufen bis zu 1000 DM werden ihm 10%, für Verkäufe zwischen 1000 DM und 5000 DM 12,5% und für Umsätze über 5000 DM 15% als Provision gewährt. Das Programm soll sowohl den Umsatz als auch die Provision anzeigen.



Tasten Sie das Programm in den Rechner ein. Berechnen Sie dann die Provisionen für folgende Posten: 500 DM, 1500 DM, 5000 DM und 6000 DM (Ergebnisse: 50,00 DM, 187,50 DM, 625,00 DM und 900,00 DM).



1.

| Drücken Sie                  | Anzeige   | Drücken Sie     | Anzeige   |
|------------------------------|-----------|-----------------|-----------|
| <b>g</b> SIN <sup>-1</sup> → | 01- 15 7  | 6 →             | 05- 6     |
| <b>g</b> X>0 →               | 02- 15 51 | 0 →             | 06- 0     |
| <b>R/S</b> →                 | 03- 74    | <b>+</b> →      | 07- 51    |
| 3 →                          | 04- 3     | <b>GTO</b> 00 → | 08- 13 00 |

**Bedienungsanweisung:** Nach Eintasten des Programms schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN und drücken Sie **g** **RTN**, um an den Programmmanfang zu gelangen. Geben Sie eine Zahl ein und drücken Sie **R/S**.

2.

| Drücken Sie      | Anzeige   | Drücken Sie     | Anzeige   |
|------------------|-----------|-----------------|-----------|
| <b>f</b> CLEAR → |           | <b>x</b> →      | 13- 61    |
| <b>PRGM</b> →    | 00        | <b>GTO</b> 00 → | 14- 13 00 |
| <b>EEX</b> →     | 01- 33    | <b>□</b> →      | 15- 73    |
| 3 →              | 02- 3     | 1 →             | 16- 1     |
| <b>f</b> X>Y →   | 03- 14 51 | 2 →             | 17- 2     |
| <b>GTO</b> 21 →  | 04- 13 21 | 5 →             | 18- 5     |
| 5 →              | 05- 5     | <b>x</b> →      | 19- 61    |
| <b>x</b> →       | 06- 61    | <b>GTO</b> 00 → | 20- 13 00 |
| <b>x</b> >y →    | 07- 21    | <b>x</b> >y →   | 21- 21    |
| <b>f</b> X<Y →   | 08- 14 41 | <b>□</b> →      | 22- 73    |
| <b>GTO</b> 15 →  | 09- 13 15 | 1 →             | 23- 1     |
| <b>□</b> →       | 10- 73    | <b>x</b> →      | 24- 61    |
| 1 →              | 11- 1     | <b>GTO</b> 00 → | 25- 13 00 |
| 5 →              | 12- 5     |                 |           |

**Bedienungsanweisung:** Nach Eintasten des Programms schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN und drücken Sie **g** **RTN**, um an den Programmmanfang zu gelangen. Geben Sie die Verkaufszahlen in DM ein und drücken Sie **GSB** 01.

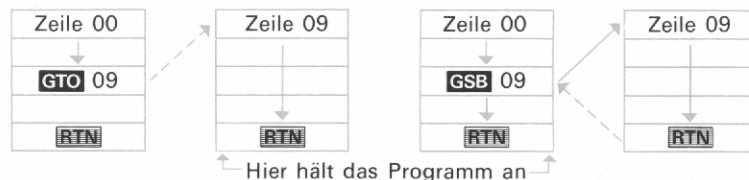
## ABSCHNITT 5: UNTERPROGRAMME

Es kommt häufig vor, daß sich innerhalb eines Programms eine bestimmte Tastenfolge mehrmals wiederholt. Wenn es sich dabei um identische aufeinanderfolgende Programmabschnitte handelt, kann dieser Teil als «Unterprogramm» ausgeführt werden. Ein solches Unterprogramm wird **GSB** (go to subroutine = Sprung zum Unterprogramm), gefolgt von einer Programmzeile (01–49).

Die **GSB**-Anweisung bewirkt ebenso wie die **GTO**-Anweisung, daß das Programm von der angegebenen Programmzeile verzweigt.

Der Unterschied zu **GTO** besteht darin, daß der Rechner nach Ausführung des mit dieser Zeile gekennzeichneten Unterprogramms beim nächsten **RTN** nicht anhält, sondern in das Hauptprogramm zurückspringt und die Ausführung des Programms ab der Anweisung fortsetzt, die auf den **GSB**-Befehl folgt. Das nachstehende Diagramm macht die unterschiedliche Wirkung von **GTO** und **GSB** deutlich.

Programmverzweigung



Betrachten wir zunächst einmal die linke Skizze. Nach Drücken von **R/S** beginnt der Rechner mit der Ausführung aufeinanderfolgender Programmschritte.

Nach Ausführung der Anweisung **GTO** 09 verzweigt der Rechner zu der Programmzeile 09. Ab dieser Stelle setzt der Rechner die sequentielle Ausführung aufeinanderfolgender Programmschritte fort. Wenn in der Folge die erste **RTN**-Anweisung auftritt, hält der Rechner an.

Wie im Fall der **GTO**-Anweisung verzweigt der Rechner nach Ausführung der Anweisung **GSB** 09 in der Programmzeile 09, wie in der Skizze rechts gezeigt wird und setzt dort das Programm fort.

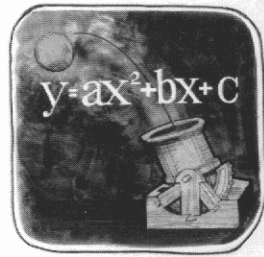
Wenn der Rechner jetzt in der Folge auf **RTN** (Zurück!) trifft, bricht er die Programmausführung nicht ab, sondern setzt sie im Hauptprogramm mit der nächsten, auf **GSB** 09 folgenden Anweisung, fort.

**Beispiel:** Eine quadratische Gleichung hat die Form  $ax^2+bx+c=0$ . Die beiden Lösungen können nach folgenden Formeln berechnet werden:

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Sie sehen, daß sich beide Lösungen nur in einem Vorzeichen unterscheiden.

Das untenstehende Programm läßt die Werte a, b und c wie folgt eingeben:



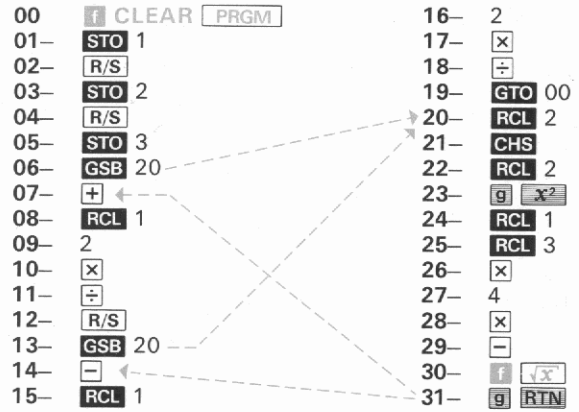
- 1. Eingabe a, drücken Sie **R/S**
- 2. Eingabe b, drücken Sie **R/S**
- 3. Eingabe c
- 4. Drücken Sie **R/S**, um  $x_1$  zu berechnen
- 5. Drücken Sie nochmals **R/S**, um  $x_2$  zu berechnen

|    |                                   |    |                               |
|----|-----------------------------------|----|-------------------------------|
| 00 | <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b> | 17 | <b>+</b>                      |
| 01 | <b>STO</b> 1                      | 18 | <b>RCL</b> 1                  |
| 02 | <b>R/S</b>                        | 19 | 2                             |
| 03 | <b>STO</b> 2                      | 20 | <b>x</b>                      |
| 04 | <b>R/S</b>                        | 21 | <b>÷</b>                      |
| 05 | <b>STO</b> 3                      | 22 | <b>R/S</b>                    |
| 06 | <b>RCL</b> 2                      | 23 | <b>RCL</b> 2                  |
| 07 | <b>CHS</b>                        | 24 | <b>CHS</b>                    |
| 08 | <b>RCL</b> 2                      | 25 | <b>RCL</b> 2                  |
| 09 | <b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b>     | 26 | <b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b> |
| 10 | <b>RCL</b> 1                      | 27 | <b>RCL</b> 1                  |
| 11 | <b>RCL</b> 3                      | 28 | <b>RCL</b> 3                  |
| 12 | <b>x</b>                          | 29 | <b>x</b>                      |
| 13 | 4                                 | 30 | 4                             |
| 14 | <b>x</b>                          | 31 | <b>x</b>                      |
| 15 | <b>-</b>                          | 32 | <b>-</b>                      |
| 16 | <b>f</b> <b>√x</b>                | 33 | <b>f</b> <b>√x</b>            |
|    |                                   | 34 | <b>-</b>                      |
|    |                                   | 35 | <b>RCL</b> 1                  |
|    |                                   | 36 | 2                             |
|    |                                   | 36 | <b>x</b>                      |
|    |                                   | 38 | <b>÷</b>                      |
|    |                                   | 39 | <b>GTO</b> 00                 |

Berechnung von  $x_1$  } Diese beiden Programmteile sind identisch } Berechnung von  $x_2$

Da die Routine zur Berechnung von  $x_1$  einen Großteil der Programmschritte umfaßt, die auch zur Berechnung von  $x_2$  verwendet werden, ist es sinnvoll, für diesen Teil beider Routinen ein Unterprogramm vorzusehen. Auf diese Weise kann ein Teil des Speicherplatzes von beiden Programmen gemeinsam genutzt werden. Die Routinen zur Berechnung von  $x_1$  und  $x_2$  können beide das gleiche Unterprogramm aufrufen:

Das nachfolgende Protokoll veranschaulicht, wie das Unterprogramm im Programm verwendet wird.



Das so abgeänderte Programm wird, wenn Sie **R/S** zur Berechnung von  $x_1$  drücken, mit Zeile 05 beginnen. Der Wert c wird in Register 3 gespeichert. Wenn der Rechner anschließend die Anweisung **GSB** 20 ausführt, erfolgt ein Sprung nach Zeile 20. Die Werte  $-b$  und  $\sqrt{b^2 - 4ac}$  werden berechnet und in das X-Register und Y-Register geschrieben, wo sie für die Addition und Subtraktion zur Verfügung stehen. Wenn der Rechner anschließend die RTN-Anweisung in Zeile 31 ausführt, erfolgt ein Rücksprung in das Hauptprogramm und dann die Addition (+) in Zeile 07. Auf diese Weise berechnet das Programm die Lösung  $x_1$ . Dieser Wert wird angezeigt, wenn der Rechner anschließend bei **R/S** in Zeile 12 anhält.

Wenn Sie nochmals **[R/S]** drücken, beginnt die Ausführung des Programms mit Zeile 13, verzweigt anschließend zum Unterprogramm in Zeile 20 und kehrt dann nach Zeile 14 zurück. Diesmal wird  $\sqrt{b^2 - 4ac}$  von  $-b$  subtrahiert und so  $x_2$  berechnet. Durch die Verwendung eines Unterprogramms konnten acht Programmschritte eingespart werden.

Zum Eintasten des Haupt- und Unterprogramms schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM.

| Drücken Sie                  | Anzeige |  |
|------------------------------|---------|--|
| <b>f CLEAR</b> <b>PRGM</b> → | 00      |  |
| <b>STO</b> 1 →               | 01–     | 23 1 Speichert a in R <sub>1</sub>                       |
| <b>R/S</b> →                 | 02–     | 74   |
| <b>STO</b> 2 →               | 03–     | 23 2 Speichert b in R <sub>2</sub>                       |
| <b>R/S</b> →                 | 04–     | 74   |
| <b>STO</b> 3 →               | 05–     | 23 3 Speichert c in R <sub>3</sub>                       |
| <b>GSB</b> 20 →              | 06–     | 12 20  |
| <b>+</b> →                   | 07–     | 51   |
| <b>RCL</b> 1 →               | 08–     | 24 1   |
| 2 →                          | 09–     | 2  |
| <b>x</b> →                   | 10–     | 61   |
| <b>÷</b> →                   | 11–     | 71   |
| <b>R/S</b> →                 | 12–     | 74   |
| <b>GSB</b> 20 →              | 13–     | 12 20 Berechnet $\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = x_1$ |
| <b>=</b> →                   | 14–     | 41   |
| <b>RCL</b> 1 →               | 15–     | 24 1   |
| 2 →                          | 16–     | 2  |
| <b>x</b> →                   | 17–     | 61   |
| <b>+</b> →                   | 18–     | 71   |
| <b>R/S</b> →                 | 19–     | 74   |
| <b>RCL</b> 2 →               | 20–     | 24 2 Das Unterprogramm speichert $-b$                    |
| <b>CHS</b> →                 | 21–     | 32 im Y-Register und $\sqrt{b^2 - 4ac}$ im               |
| <b>RCL</b> 2 →               | 22–     | 24 2 X-Register, wo sie für die                          |
| <b>x<sup>2</sup></b> →       | 23–     | 15 0 Addition und Subtraktion zur                        |
| <b>RCL</b> 1 →               | 24–     | 24 1 Verfügung stehen                                    |
| <b>RCL</b> 3 →               | 25–     | 24 3   |
| <b>x</b> →                   | 26–     | 61   |
| 4 →                          | 27–     | 4  |
| <b>x</b> →                   | 28–     | 61   |
| <b>=</b> →                   | 29–     | 41   |
| <b>f x<sup>2</sup></b> →     | 30–     | 14 0   |
| <b>RTN</b> →                 | 31–     | 15 12  |

Um das Programm auszuführen, müssen Sie a eingeben und **[R/S]** drücken, b eingeben und **[R/S]** drücken und c eingeben. Wenn Sie jetzt **[R/S]** drücken, wird  $x_1$  und nach wiederholten **[R/S]**  $x_2$  berechnet.

Ermitteln Sie jetzt einmal mit Hilfe dieses Programms die Lösungen der folgenden quadratischen Gleichungen:

$$x^2 + x - 6 = 0 \text{ und } 3x^2 + 2x - 1 = 0.$$

Schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN und drücken Sie **[RTN]**, um an den Programmanfang zu gelangen.

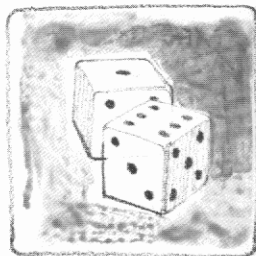
| Drücken Sie      | Anzeige |                      |
|------------------|---------|----------------------|
| 1 <b>[R/S]</b> → | 1,0000  |                      |
| 1 <b>[R/S]</b> → | 1,0000  |                      |
| 6 <b>CHS</b> →   | -6,     |                      |
| <b>R/S</b> →     | 2,0000  | Berechnung von $x_1$ |
| <b>R/S</b> →     | -3,0000 | Berechnung von $x_2$ |
| <b>RTN</b> →     | -3,0000 |                      |
| 3 <b>[R/S]</b> → | 3,0000  |                      |
| 2 <b>[R/S]</b> → | 2,0000  |                      |
| 1 <b>CHS</b> →   | -1,     |                      |
| <b>R/S</b> →     | 0,3333  | Berechnung von $x_1$ |
| <b>R/S</b> →     | -1,0000 | Berechnung von $x_2$ |

Wenn  $(b^2 - 4ac)$  negativ ist, erfolgt die Fehleranzeige **Error 0**, und das Programm wird unterbrochen, da die Berechnung der Quadratwurzel einer negativen Zahl zu einem Fehler führt.

## ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR UNTERPROGRAMME

Unterprogramme stellen eine wesentliche Erweiterung der Programmiermöglichkeiten Ihres HP-33E dar. Eine solche, von verschiedenen Teilen des Hauptprogramms verwendete Tastenfolge kann beispielsweise eine Programmschleife beinhalten oder aber selbst Bestandteil einer Programmschleife sein. Ein weiterer häufig angewandter und Speicherplatz sparender Trick besteht darin, die gleiche Routine einmal als Unterprogramm und zum anderen als Bestandteil des Hauptprogramms zu verwenden.

**Beispiel:** Das folgende Programm simuliert das Werfen zweier Spielwürfel, wobei zuerst die Augenzahl des ersten Würfels (eine ganze Zahl von 1 bis 6) und dann die des zweiten Würfels (ebenfalls eine ganze Zahl von 1 bis 6) während einer Programmpause angezeigt werden.



Den «Kern» des Programms bildet ein Zufallszahlen-Generator (genauer: ein Pseudo-Zufallszahlen-Generator), der zuerst als Unterprogramm und dann als Bestandteil des Hauptprogramms eingesetzt wird. Wenn Sie zu Beginn einen «Anfangswert» eingeben und dann **GSB 01** drücken, wird die Augenzahl für den ersten Würfel erzeugt, indem die Routine als Unterprogramm verwendet wird.

Bei der anschließenden Erzeugung der Ziffer für die Augenzahl des zweiten Würfels wird die gleiche Routine als Bestandteil des Hauptprogramms verwendet.

Zum Eintasten des Programms schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM und geben Sie die folgende Taste ein.

| Drücken Sie                  | Anzeige    |
|------------------------------|------------|
| <b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> → | 00         |
| <b>STO</b> 0 →               | 01- 23 0   |
| <b>f</b> PAUSE →             | 02- 14 74  |
| <b>GSB</b> 04 →              | 03- 12 04  |
| <b>RCL</b> 0 →               | 04- 24 0   |
| 9 →                          | 05- 9      |
| 9 →                          | 06- 9      |
| 7 →                          | 07- 7      |
| <b>x</b> →                   | 08- 61     |
| <b>g</b> FRAC →              | 09- 15 33  |
| <b>STO</b> 0 →               | 10- 23 0   |
| 6 →                          | 11- 6      |
| <b>x</b> →                   | 12- 61     |
| 1 →                          | 13- 1      |
| <b>+</b> →                   | 14- 51     |
| <b>g</b> INT →               | 15- 15 32  |
| <b>f</b> FIX 0 →             | 16-14 11 0 |
| <b>g</b> RTN →               | 17- 15 12  |

Die in Zeile 03 beginnende Routine wird erst als Unterprogramm ausgeführt

Jetzt wird die Routine als Teil des Hauptprogramms ausgeführt

Schieben Sie jetzt den PRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN und lassen Sie mit Ihrem HP-33E «die Würfel rollen. Dazu ist als erstes ein sogenannter «Anfangswert» (eine beliebige Zahl zwischen 0 und 1) vorzugeben und anschließend **GSB 01** zu drücken. Der Rechner zeigt dann zuerst die Augenzahl des ersten und dann des zweiten Würfels an. Um ein zweites Mal zu würfeln, drücken Sie **GSB 03**.

Wenn Sie wollen, können Sie dieses Würfelprogramm dazu verwenden, mit Ihren Freunden um die Wette zu knobeln. Wenn Sie beim ersten «Wurf» 7 oder 11 Augen erhalten, haben Sie gewonnen; haben Sie dagegen eine andere Augenzahl gewürfelt, müssen Sie so lange weiter-spielen (Sie drücken wiederholt **GSB 03**), bis Sie erneut diese Punktzahl erreichen (und gewinnen) oder die Augenzahl 7 oder 11 erhalten (und verlieren). Zur Ausführung des Programms:

Schieben Sie den WPRGM/RUN-Schalter in Stellung RUN, und drücken Sie **g** **RTN**, um an den Programmanfang zu gelangen.

Drücken Sie      Anzeige  
.2315478 **GSB** 01 → 4,

**GSB** 03 → 5,

**GSB** 03 → 1,

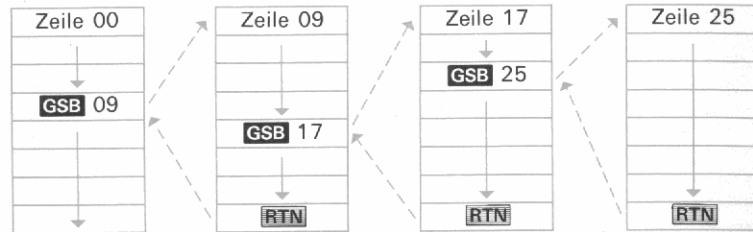
**GSB** 03 → 3,

Die kurz angezeigte 6 und die 4 ergeben Ihre Augenzahl 10  
Sie haben die vorgegebene Augenzahl verfehlt  
Sie haben wieder kein Glück gehabt  
Die Augenzahl ist 7, Sie haben verloren

## GRENZEN BEI DER VERWENDUNG VON UNTERPROGRAMMEN

Ein Unterprogramm kann ein zweites Unterprogramm aufrufen, das dann wiederum seinerseits ein Unterprogramm verwenden kann. Die Verschachtelung solcher Unterprogramme ist lediglich durch die maximale Anzahl von Rücksprungbefehlen eingeschränkt, die sich der HP-33E intern «merken» kann.

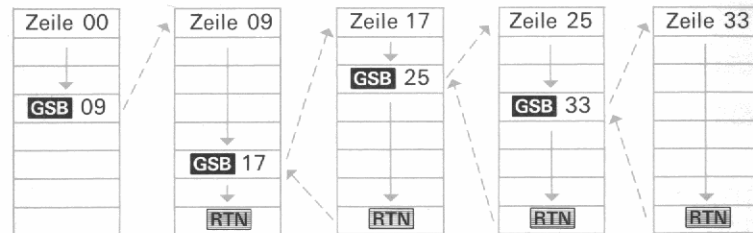
Der HP-33E kann jederzeit die Rücksprungadressen für 3 Unterprogramme speichern. Das nachstehende Diagramm veranschaulicht diesen Vorgang. Der Rechner kann bis zu 3 Rücksprungbefehle speichern.



Wie Sie sehen, kann der Rechner noch aus einer dritten Unterprogrammebene zum Hauptprogramm zurückkehren. Wenn Sie allerdings versuchen, in der dritten Unterprogrammebene ein weiteres Unterprogramm aufzurufen, kann der Rechner anschließend ebenfalls nur drei **RTN**-Anweisungen ausführen:

Hauptprogramm

Es werden nur drei **RTN**-Befehle ausgeführt...



↑  
... und das Programm hält an dieser Stelle an

Wenn das Programm entweder als Folge einer **GTO**-Anweisung oder durch Programmschritterhöhung in Zeile 49 zur Programmspeicherzeile 00 gelangt, hält das Programm an, wenn es sich nicht in einem Unterprogramm befindet. In diesem Fall führt der Rechner eine **RTN**-Anweisung aus und setzt das Programm in der auf die **GSB**-Anweisung folgenden Programmzeile fort. Dabei kann der Rechner natürlich die **RTN**-Anweisung beliebig oft als Programmstop ausführen.

Wenn Sie bei der schrittweisen Ausführung eines Programms mittels **SST** eine **GSB**-Anweisung erreichen, führt der Rechner das gesamte Unterprogramm selbständig aus, bevor die Kontrolle an das Tastenfeld zurückgegeben wird. Während dieser schrittweisen Ausführung eines Programms kann allerdings nur eine **RTN**-Anweisung als Ergebnis eines **GSB**-Befehls ausgeführt werden. Wenn ein Programm also ein Unterprogramm innerhalb eines Unterprogramms enthält, wird während der schrittweisen Ausführung nicht zum Hauptprogramm zurückgegangen.



## ABSCHNITT 6: KORREKTUR VON PROGRAMMFEHLERN

Auch der erfahrene Programmierer findet anfänglich noch einige Fehler bzw. «schwache Stellen» in seinen Programmen. Das reicht von Fehlern im Lösungsansatz bis zum fehlerhaften Eintasten des Programms. Ihr HP-33E 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 Fläche =  $\pi \times r^2$  berechnet, können Sie leicht erkennen, daß ein Eingabewert von 1 für den Radius eine Fläche von  $\pi$  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 einfachen Beispiel verdeutlichen.

**Beispiel:** Mit diesem Beispiel wird die Fläche eines Kreises mittels der Formel  $A = \pi r^2$  berechnet, wobei  $r$  der Radius ist. Schieben Sie den PRGM/RUN-Schalter in Stellung PRGM und drücken Sie **f CLEAR** **PRGM**, um den Programmspeicher zu löschen und die Zeile 00 anzuzeigen. Geben Sie nun die nachstehende Tastenfolge ein.

| Taste    | Anzeige   |
|----------|-----------|
| $x^2$    | 01- 15 0  |
| $\pi$    | 02- 15 73 |
| $\times$ | 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 **[g] [RTN]**, um an den Programmanfang zu gelangen.

Geben Sie jetzt für  $r$  den Wert 10 ein und tasten Sie sich in Zeitlupe durch das Programm.

| Drücken Sie  | Anzeige   |   |
|--------------|-----------|---|
| 10           | 10,       |   |
| <b>[SST]</b> | 01— 15 0  | Wenn Sie <b>[SST]</b> gedrückt halten, wird der erste Programmschritt angezeigt         |
|              | 100,0000  | Wenn Sie <b>[SST]</b> loslassen, wird der erste Programmschritt ausgeführt              |
| <b>[SST]</b> | 02— 15 73 | Wieder wird beim Niederhalten von <b>[SST]</b> der nächste Programmschritt angezeigt... |
|              | 3,1416    | ... und nach Loslassen von <b>[SST]</b> ausgeführt                                      |
| <b>[SST]</b> | 03— 61    | Solange Sie <b>[SST]</b> gedrückt halten, wird der dritte Programmschritt angezeigt     |
|              | 314,1593  | Nach Loslassen von <b>[SST]</b> 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   |  |
|------------------|-----------|--|
| <b>[g] [BST]</b> | 03— 61    | Wenn Sie <b>[BST]</b> im RUN-Modus gedrückt halten, wird der vorhergehende Programmschritt angezeigt |
|                  | 314,1593  | Nach Loslassen von <b>[BST]</b> wird wieder das $X$ -Register angezeigt                              |
| <b>[g] [BST]</b> | 02— 15 73 | Wieder wird, solange Sie <b>[BST]</b> gedrückt halten, der Programmschritt angezeigt...              |
|                  | 314,1593  | ... und nach Loslassen von <b>[BST]</b> wieder der Inhalt des $X$ -Registers                         |

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

02— 15 73

**Markierter Programmstopp.** Sofern es der Speicherplatz erlaubt, ist es oft sinnvoll, unmittelbar vor einem Programmstopp 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.

Diese markierten Programmstops sind auch bei der Programmkorrektur nützlich.

Wenn Sie nach einem Programmstopp Zahlen eingeben, bedenken Sie, daß die Zifferneingabe durch eine Programmfortsetzung beendet wird.

## AUSTAUSCHEN EINES PROGRAMMSCHRITTES

Das Austauschen oder Abändern eines einzelnen Programmschrittes ist beim HP-33E einfach. Wenn Sie den Fehler gefunden haben, verwenden Sie **[SST]** und **[g] [BST]** im PRGM-Modus oder **[GTO]** .nn 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 übergegangen.

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

| Taste                             | Anzeige    |
|-----------------------------------|------------|
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b> | → 00       |
| <b>ENTER</b>                      | → 01— 31   |
| 3                                 | → 02— 3    |
| <b>g</b> <b>1/x</b>               | → 03— 15 3 |
| <b>f</b> <b>y<sup>x</sup></b>     | → 04— 14 3 |

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

| Taste                             | Anzeige     |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b> | → 00        |
| <b>ENTER</b>                      | → 01— 31    |
| 3                                 | → 02— 3     |
| <b>g</b> <b>1/x</b>               | → 03— 15 74 |
| <b>x↔y</b>                        | → 04— 21    |
| <b>f</b> <b>y<sup>x</sup></b>     | → 05— 14 3  |

Hoppla! Jetzt haben Sie die falsche Taste erwischt... und gleich noch einen Fehler gemacht

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

Um das Programm jetzt zu korrigieren, drücken Sie dreimal **g** **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—        | 3 Zeigen Sie zuerst diesen Schritt an       |
| <b>g</b> <b>1/x</b> | → 03— 15 3 | 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 3    | Zeigen Sie Zeile 03 an, um Zeile 04 zu korrigieren             |
| <b>g</b> <b>NOP</b> | → 04— 15 13 | An dieser Stelle führt der Rechner nachher keine Operation aus |

Schalten Sie jetzt zurück in den **RUN**-Modus und drücken Sie **g** **RTN**, um zur Zeile 00 zu gelangen. Nun können Sie anhand des folgenden Beispiels überprüfen, ob Sie das Programm richtig korrigiert haben.

**Beispiel:** Berechnen Sie die Kubikwurzel aus 8 und 125.

| Drücken Sie    | Anzeige  |
|----------------|----------|
| 8 <b>R/S</b>   | → 2,0000 |
| 125 <b>R/S</b> | → 5,0000 |

EINFÜGEN MEHRERER PROGRAMMSCHRITTE

Wenn Sie ein Programm mittleren Umfangs eingetastet und dabei ungerechnet 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 einer **GSB**-Anweisung einen Unterprogrammsprung zu dieser Schrittfolge durchführen und am Ende dieses angehangenen Programmtails mit einem Rücksprungbefehl zu dem «Hauptprogramm» zurückkehren.

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

|     |       |                         |
|-----|-------|-------------------------|
| 00  |       |                         |
| 01— | 21    | ( <b>x↔y</b> )          |
| 02— | 51    | ( <b>+</b> )            |
| 03— | 22    | ( <b>R+</b> )           |
| 04— | 31    | ( <b>ENTER</b> )        |
| 05— | 61    | ( <b>×</b> )            |
| 06— | 41    | ( <b>-</b> )            |
| 07— | 71    | ( <b>÷</b> )            |
| 08— | 15 12 | ( <b>g</b> <b>RTN</b> ) |

← An dieser Stelle fehlen: **f** **1/x**, **CHS** und **STO** **6**.

Um die fehlenden Schritte anzufügen, müssen wir zu einem der noch freien Plätze im Programmspeicher springen.

Um dies zu erreichen, muß die Anweisung **GSB** 09 zum Inhalt der Zeile 02 werden, so daß das Unterprogramm aufgerufen werden kann. Der vorherige Inhalt der Zeile 02 wird zum Inhalt der Zeile 09. Die fehlenden Instruktionen werden dann in Programmzeilen 10 bis 12 gespeichert, und die Anweisung **RTN** in Zeile 13 bewirkt einen Rücksprung in das Hauptprogramm nach Zeile 03. Das abgeänderte Programm ist nachstehend angegeben.

|     |       |
|-----|-------|
| 00  |       |
| 01— | 21    |
| 02— | 12 09 |
| 03— | 22    |
| 04— | 31    |
| 05— | 61    |
| 06— | 41    |
| 07— | 71    |
| 08— | 15 12 |

Sprung nach  
Unterpro-  
gramm in  
Zeile 09

Rücksprung  
nach Zeile 03

|     |       |
|-----|-------|
| 09— | 51    |
| 10— | 14 0  |
| 11— | 32    |
| 12— | 23 6  |
| 13— | 15 12 |

Die vorherige  
Zeile 02

## ANHANG A: IHR HEWLETT-PACKARD RECHNER

Als weiteres Glied in der Reihe der fortschrittlichen Hewlett-Packard Rechner zeichnet sich Ihr Rechner durch ein neuzeitliches Design, überragende Leistungen und die Tatsache aus, daß die HP-Ingenieure bei der Entwicklung und Fertigung auch dem kleinsten Detail große Aufmerksamkeit geschenkt haben, was seit über 30 Jahren kennzeichnend für Hewlett-Packard ist.

Alle Hewlett-Packard Rechner werden nach der Fertigung auf mechanische und elektrische Funktionsfehler geprüft; dabei werden alle Rechenfunktionen gründlich getestet.

Wenn Sie einen Hewlett-Packard Rechner kaufen, so bedeutet das mehr, als nur einen Rechner zu besitzen. Denn Hewlett-Packard steht als Weltunternehmen auf dem elektronischen Gerätesektor auch nach dem Verkauf mit Service- und Vertriebsniederlassungen in 65 Ländern hinter seinen Produkten.

### NETZBETRIEB

Der in den Rechner eingesetzte Batteriesatz besteht aus wiederaufladbaren NC-Akkumulatoren. Wenn Sie Ihren Rechner erhalten, ist die Batterie in der Regel nicht geladen. Sie können Ihren Rechner 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 Rechner 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 vorgehen:

1. Sie müssen den Rechner nicht ausschalten.
2. Stecken Sie den Ladestecker in die rückwärtige Buchse am Rechner.
3. Stecken Sie den Netzstecker des Ladegerätes in eine Steckdose.

**Vorsicht!**

Ihr Rechner kann beschädigt werden, wenn Sie ein anderes als das mitgelieferte HP-Netzladegerät verwenden.

**LADEN DER BATTERIE**

Wenn Sie das Netzladegerät wie oben beschrieben angeschlossen haben, werden die eingesetzten Batterien geladen. Dabei können Sie den Rechner abschalten oder ihn in Stellung ON verwenden. Die Ladezeit beträgt für einen entladenen Batteriesatz:

bei ausgeschaltetem Rechner: ca. 6 bis 12 Stunden

bei eingeschaltetem Rechner: ca. 17 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.

**Anmerkung**

Es ist normal, daß sowohl der Rechner als auch das Ladegerät handwarm sind, falls der Rechner am Netz angeschlossen ist.

**BATTERIEBETRIEB**

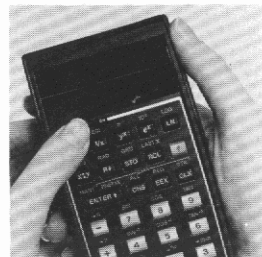
Wenn Sie Ihren Rechner netzunabhängig verwenden wollen, ziehen Sie den Stecker des Ladekabels heraus. (Das Netzladegerät kann dabei am Netz angeschlossen bleiben.)

Bei Batteriebetrieb können Sie Ihren Rechner stets mit sich führen. Bei voll geladenem Batteriesatz stehen Ihnen 3 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.

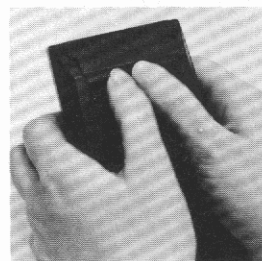
**AUSTAUSCHEN DES BATTERIESATZES**

Gehen Sie zum Austauschen des Batteriesatzes wie folgt vor:

1. Schalten Sie den Rechner aus und ziehen Sie den Stecker des Netzladegerätes heraus.



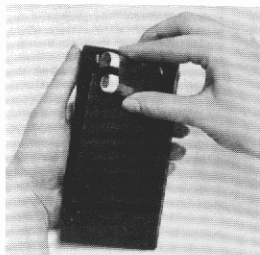
2. Drücken Sie auf das eingewölbte Feld auf der Rückseite des Batteriesatzes und entriegeln Sie den Batteriefachdeckel.



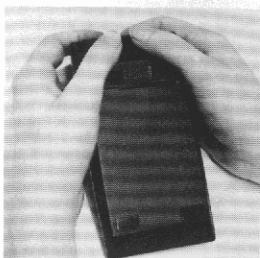
3. Drehen Sie den Rechner um und lassen Sie den Batteriesatz in Ihre Hand fallen.



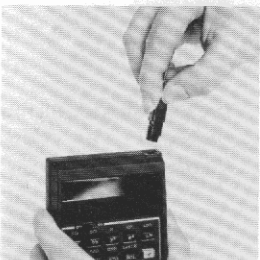
4. Setzen Sie einen neuen Batteriesatz ein.



5. Setzen Sie den Batteriefachdeckel ein und schieben Sie ihn in seine ursprüngliche Lage.



6. Drehen Sie Ihren Rechner um und schalten Sie ihn ein. Falls die Anzeige ausbleibt, prüfen Sie, ob der Batteriesatz richtig eingesetzt wurde und kontrollieren Sie die Batteriekontakte.



## PFLEGE DES BATTERIESATZES

Auch wenn Sie Ihren Rechner nicht im Batteriebetrieb verwenden, entladen sich die Batterien langsam von selbst. Diese Selbstentladung ist gering und beträgt etwa 1% Kapazitätsverlust pro Tag. Es kann vorkommen, daß die Batterien nach einer Lagerung von 30 Tagen nur noch 50–75% ihrer Kapazität haben und der Rechner sich nicht ein-

schalten läßt. In diesem Fall sollten Sie den Batteriesatz gegen einen geladenen Austausch-Batteriesatz auswechseln, oder aber den teilgeladenen Batteriesatz mindestens 12 Stunden lang laden.

Falls sich die Batterien in kurzer Zeit von selbst entladen oder nur eine sehr kurze Betriebszeit zulassen, kann es sein, daß sie defekt sind. Falls die Gewährleistungszeit von einem Jahr noch nicht abgelaufen ist, senden Sie den Batteriesatz, gemäß den Versandbestimmungen, an Hewlett-Packard. Falls die Gewährleistung nicht mehr wirksam ist, können Sie mit der Zubehör-Bestellkarte einen neuen Batteriesatz bestellen.

### Vorsicht!

Versuchen Sie nicht, einen Batteriesatz mit anderen Mitteln zu überladen oder einen alten Batteriesatz ins Feuer zu werfen – die NC-Akkumulatoren können dabei platzen oder giftige Stoffe freisetzen.

## ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn Sie den Rechner netzunabhängig verwenden und die Batterie nahezu entladen ist (Ihnen verbleiben noch 1–15 Minuten Rechenzeit), warnt Sie der Rechner durch einen Leuchtpunkt im linken oberen Teil der Anzeige.

• 1,23 49

Bei einer negativen Zahl und abfallender Batteriespannung:

• 1,23 49

Sie müssen den Rechner dann entweder an das Netzladegerät anschließen oder den Batteriesatz austauschen.

## KEINE ANZEIGE

Wenn die Anzeige dunkel bleibt oder erlischt, schalten Sie den Rechner aus und dann wieder ein. Wenn Sie in der Anzeige keine Zahl erhalten, überprüfen Sie die folgenden Punkte:

1. Falls das Ladegerät angeschlossen ist, sollten Sie prüfen, ob die verwendete Steckdose unter Spannung steht.

- Überprüfen Sie, ob vielleicht die Kontakte des Batteriesatzes verschmutzt sind.
- Tauschen Sie den Batteriesatz, wenn möglich, gegen einen geladenen Reserve-Batteriesatz aus.
- Wenn die Anzeige jetzt noch immer ausbleibt, versuchen Sie, den Rechner (mit eingesetztem Batteriesatz) am angeschlossenen Ladegerät zu betreiben.
- Wenn Sie jetzt immer noch keine Anzeige erhalten, ist der Rechner defekt (siehe Absatz «Gewährleistung»).

## 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 |

## GEWÄHRLEISTUNG

Die Gewährleistung von Hewlett-Packard erstreckt sich auf Material- und Verarbeitungsfehler. Die Gewährleistungsfrist beträgt 12 Monate. Fehlerhafte Teile werden kostenlos instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn der Rechner – direkt oder über einen autorisierten Hewlett-Packard Vertragshändler – an Hewlett-Packard eingeschickt wird.

Unter die Gewährleistung fallen nicht solche Schäden, die durch Gewaltwirkung entstanden, oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden.

Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt.

Hewlett-Packard haftet insbesondere nicht für etwaige Folgeschäden.

Die Gewährleistung von Hewlett-Packard gilt nur in Verbindung mit entweder:

- der vollständig ausgefüllten, von Hewlett-Packard oder einem autorisierten Hewlett-Packard Vertragshändler unterschriebenen Service-Karte oder
- der Originalrechnung von Hewlett-Packard.

## REPARATURDAUER

Normalerweise kann die Instandsetzung eingesandter Geräte und der Rückversand innerhalb von fünf Werktagen erfolgen. Dieser Wert ist

allerdings als Mittelwert anzusehen. In Abhängigkeit von der Belastung der Service-Abteilung kann im Einzelfall diese Frist von fünf Tagen auch einmal überschritten werden.

## VERSANDANWEISUNGEN

Bei fehlerhaftem Arbeiten des Ladegerätes oder des Rechners schicken Sie bitte – direkt oder über einen autorisierten Hewlett-Packard Vertragshändler – an die nächstgelegene Hewlett-Packard Service-Niederlassung:

- Ihren Rechner mit allen Standardzubehörteilen
- Eine Kopie der Quittung, aus der das Kaufdatum und die Seriennummer des Rechners ersichtlich sind.
- Eine komplett ausgefüllte Service-Karte.

Die Kosten für die Rücksendung des instandgesetzten Gerätes werden im Fall der Gewährleistung von Hewlett-Packard übernommen.

## TECHNISCHE ÄNDERUNGEN

Hewlett-Packard behält sich technische Änderungen vor.

## SONSTIGES

Service-Verträge werden zu diesem Rechner nicht angeboten. Ausführung und Entwurf des Rechners und der Elektronik sind geistiges Eigentum von Hewlett-Packard; Service-Handbücher können daher an Kunden nicht abgegeben werden.

Sollten weitere servicebezogene Fragen auftreten, so rufen Sie eine der nächsten HP-Niederlassungen an.

## ANHANG B: UNERLAUBTE OPERATIONEN

Wenn Sie versuchen, eine der folgenden unerlaubten Operationen (wie beispielsweise die Division durch Null) auszuführen, zeigt der Rechner in der Anzeige das Wort **Error** und eine Zahl an.

Die Fehlermeldung kann durch das Drücken einer beliebigen Zahl gelöscht werden.

Die folgenden Operationen zeigen das Wort **Error** und eine Zahl an.

### Error 0

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| $\div$      | wenn $x = 0$                          |
| $y^x$       | wenn $y = 0$ und $x \leq 0$           |
| $y^x$       | wenn $y < 0$ und $x$ nicht ganzzahlig |
| $\sqrt{x}$  | wenn $x < 0$                          |
| $1/x$       | wenn $x = 0$                          |
| LOG         | wenn $x \leq 0$                       |
| LN          | wenn $x \leq 0$                       |
| $\sin^{-1}$ | wenn $ x  > 1$                        |
| $\cos^{-1}$ | wenn $ x  > 1$                        |
| STO $\div$  | wenn $x = 0$                          |

### Error 1

Registerüberlauf nach Registerarithmetik

### Error 2

STO, STO +, STO  $\times$ , STO  $-$ , STO  $\div$ , RCL

Wenn die folgende Ziffer größer oder gleich 8 ist.

### Error 3

Unerlaubte statistische Operation:

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| $\Sigma$  | wenn $n = 0$ .    |
| S         | wenn $n \leq 1$ . |
| r         | wenn $n \leq 1$ . |
| $\bar{x}$ | wenn $n \leq 1$ . |
| $\bar{y}$ | wenn $n \leq 1$ . |
| L.R.      | wenn $n \leq 1$ . |



Anmerkung: **Error 3** wird auch dann angezeigt, wenn Division durch oder die Wurzel einer negativen Zahl in einer der untenstehenden Formeln benötigt wird:

wenn:

$$M = n\sum x^2 - (\sum x)^2$$

$$N = n\sum y^2 - (\sum y)^2$$

$$P = n\sum xy - \sum x \sum y$$

$$s_x = \sqrt{\frac{M}{n(n-1)}}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{N}{n(n-1)}}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{M \cdot N}}$$

$$A = \frac{P}{M}$$

$$B = \frac{M\sum y - P\sum x}{nM}$$

$$\hat{x} = \frac{P\sum x + M(ny - \sum y)}{nP}$$

$$\hat{y} = \frac{M\sum y + P(nx - \sum x)}{nM}$$

#### Error 4

**GTO**, wenn ein Sprung zu einer unerlaubten Programmzeile verlangt wird.

**GSB**, wenn ein Unterprogrammsprung zu einer unerlaubten Programmzeile verlangt wird.

#### Error 9

Fehlerausgang für Selbstprüfroutine. Wenn **Error 9** angezeigt wird, drücken Sie eine beliebige Taste. Eine andere Zahl wird in der Anzeige erscheinen. Die Zahl zeigt dem Wartungspersonal an, warum Ihr Rechner nicht richtig funktioniert.

## ANHANG C: STACK-LIFT UND Last X

Ihr Rechner wurde so entworfen, daß er sich auf natürliche, normale Weise bedienen läßt. Beim Erarbeiten der in diesem Handbuch aufgeführten Aufgaben und Beispiele ist Ihnen bestimmt aufgefallen, wie selten Sie sich um die automatischen Stack-Operationen kümmern mußten. In der Hauptsache haben Sie Ihre Berechnungen durchgeführt, als wenn Sie sie Schritt für Schritt mit Bleistift und Papier machen würden.

Es kann aber vorkommen, und dies besonders, wenn Sie ein Programm erstellen, daß Sie die Auswirkung einer gewissen Operation auf den Stack wissen wollen. Die folgende Erläuterung und Tabelle sollte Ihnen dabei behilflich sein.

### ABSCHLUSS EINER ZIFFERNEINGABE

Die meisten auf dem Rechner ausgeführten Operationen, seien Sie als Instruktionen innerhalb eines Programms oder über die Tastatur ausgeführt, schließen eine Zifferneingabe ab. Das bedeutet, daß nach diesen Operationen eingegebene Ziffern für den Rechner Teil einer neuen Zahl sind.

### STACK-LIFT

Es gibt drei Arten von Operationen auf dem Rechner, wenn man sie in Hinsicht ihrer Beeinflussung des Stacks betrachtet. Es sind Operationen, die den Stack unwirksam machen, ihn wirksam machen und ihn nicht beeinflussen.

### OPERATIONEN, DIE DEN STACK UNWIRKSAM MACHEN

Der Rechner enthält nur vier Operationen, die den Stack unwirksam machen. Diese Operationen machen den Stack-Lift unwirksam, so daß eine nach einer dieser Operationen eingegebene Zahl lediglich den Inhalt des angezeigten X-Registers überschreibt, ohne daß der Stack angehoben wird.

Diese Sonderoperationen sind die folgenden: **ENTER↑** **CLX** **Σ+** **Σ-**.

## OPERATIONEN, DIE DEN STACK WIRKSAM MACHEN

Der größte Teil der Rechneroperationen, so auch mathematische Funktionen mit einen oder zwei Argumenten wie  $\boxed{x^2}$  und  $\boxed{x}$ , machen den Stack wirksam. Diese Operationen machen den Stack-Lift wirksam, so daß eine nach einer dieser Operationen eingegebene Zahl den Stack anhebt.

## OPERATIONEN, DIE DEN STACK NICHT BEEINFLUSSEN

Einige Operationen verhalten sich neutral, d.h. sie verändern nicht den bestehenden Status des Stack-Lifts. Wenn der Stack z.B. durch das Drücken der **ENTER+**-Taste unwirksam ist und dann **EEX** und eine neue Zahl eingetastet wird, überschreibt diese Zahl den Inhalt des X-Registers, ohne daß der Stack angehoben wird. In ähnlicher Weise, wenn der Stack wirksam ist nach Drücken z.B. der  $\boxed{x^2}$ -Taste und dann eine **GTO** 03 Anweisung durch eine Zifferneingabe gefolgt wird, wird der Stack aufgehoben. Die untenstehende Tabelle führt alle erlaubten Operationen auf.

Solche, die den Stack wirksam machen, sind mit einem E gekennzeichnet, solche, die ihn unwirksam machen, mit einem D und die den Stack nicht beeinflussen, mit einem N.

Außerdem wird in der Tabelle angegeben, nach welcher Operation der Inhalt des X-Registers im Last X-Register gespeichert wird.

| Taste                               | (E) Wirksam<br>(D) Unwirksam<br>(N) Neutral | X wird in Last X<br>gespeichert |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| <b>f</b> <b>LST x</b>               | E   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PREFIX</b> | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>LN</b>                  | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>LOG</b>                 | E   | Ja                              |
| <b>-</b>                            | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>→P</b>                  | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>%</b>                   | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>TT</b>                  | E   | Nein                            |
| <b>+</b>                            | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>PAUSE</b>               | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>MANT</b>                | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>STK</b>    |   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>NOF</b>                 | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>→R</b>                  | E   | Ja                              |
| <b>R+</b>                           | E   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>RAD</b>                 | N   | Nein                            |
| <b>RCL</b> 0 through 7              | E   | Nein                            |
| <b>RCL</b> <b>Σ+</b>                | E   | Nein                            |
| <b>R/S</b>                          | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>RTN</b>                 | E   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>S</b>                   | E   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>SCI</b> 0 through 9     | N   | Nein                            |
| <b>Σ+</b>                           | D   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>Σ-</b>                  | D   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>SIN</b>                 | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>SIN<sup>-1</sup></b>    | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>ABS</b>                 | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>BST</b>                 | N   | Nein                            |
| <b>CHS</b>                          | E   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>REG</b>    | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b>   | N   | Nein                            |
| <b>CLX</b>                          | D   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>COS</b>                 | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>COS<sup>-1</sup></b>    | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>DEG</b>                 | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>r</b>                   | E   | Nein                            |
| <b>÷</b>                            | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>LR</b>                  | E   | Nein                            |
| <b>EEX</b>                          | N   |                                 |

| Taste                           | (E) Wirksam<br>(D) Unwirksam<br>(N) Neutral | X wird in Last X<br>gespeichert |
|---------------------------------|---|---------------------------------|
| <b>f</b> ENG 0 through 9        | N   | Nein                            |
| <b>ENTER</b> $e^x$              | D   | Nein                            |
| <b>g</b> $e^x$                  | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>FRAC</b>            | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>FIX</b> 0 through 9 | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>GRO</b>             | N   | Nein                            |
| <b>GSB</b> 01 through 49        | N   | Nein                            |
| <b>GTO</b> 00 through 49        | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>HMS</b>             | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>H</b>               | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>→RAD</b>            | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>INT</b>             | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>→DEG</b>            | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>→X1</b>             | E   | Ja                              |
| <b>SST</b>                      | N   | Nein                            |
| <b>STO</b> ÷ 0 through 7        | E   | Nein                            |
| <b>STO</b> - 0 through 7        | E   | Nein                            |
| <b>STO</b> + 0 through 7        | E   | Nein                            |
| <b>STO</b> X 0 through 7        | E   | Nein                            |
| <b>STO</b> 0 through 7          | E   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>X</b>               | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>Y</b>               | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>TAN</b>             | E   | Ja                              |
| <b>f</b> <b>TAN<sup>2</sup></b> | E   | Ja                              |
| <b>X</b>                        | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>X=0</b>             | E   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>X≠0</b>             | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>X&gt;0</b>          | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>X&lt;0</b>          | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>X=7</b>             | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>X=7</b>             | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>X≠7</b>             | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>X&gt;7</b>          | N   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>X&lt;7</b>          | N   | Nein                            |
| <b>g</b> <b>X<sup>2</sup></b>   | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>1/x</b>             | E   | Ja                              |
| <b>g</b> <b>1/x<sup>2</sup></b> | E   | Nein                            |
| <b>f</b> <b>10<sup>x</sup></b>  | E   | Ja                              |

## Serie E Service Information

Sollte Ihr Rechner der Serie E nicht korrekt arbeiten, wenden Sie zuerst die Fehler selbstkontrolle an. Falls in der Anzeige keine Zahl erscheint, verfahren Sie wie es im Anhang Ihres Bedienungshandbuches beschrieben ist. Wenn Sie sich davon überzeugt haben, daß Ihr Rechner defekt ist, schicken Sie ihn zusammen mit den Batterien, dem Ladegerät und einer vollständig ausgefüllten Service-Karte an Hewlett-Packard.

Welche Fehler treten auf?

- ☐ Keine Anzeige
 ☐ Inkorrekte Anzeige nach der Fehler selbstkontrolle  
☐ Ladegerät
 ☐ Batterie
 ☐ zeitweise auftretende Fehler

Beschreiben Sie bitte den Fehler: \_\_\_\_\_

Gewährleistung erwünscht: ☐ Ja ☐ Nein

## HP-33E Registrations-Karte

Beantworten Sie bitte die folgenden Fragen, damit wir unseren Kunden noch besseren Service erweisen können.

1. Aus welchem Land stammt Ihr Rechner?

2. Verkaufsdatum:

Monat \_\_\_\_\_ Jahr \_\_\_\_\_

3. Wo wurde Ihr Rechner gekauft?

- ☐ 1 Kaufhaus  
☐ 2 Fachgeschäft  
☐ 3 Radio-Fotogeschäft  
☐ 4 Studentische Organisation  
☐ 5 Hewlett-Packard  
☐ 6 Andere

4. Wann wurde der Rechner geliefert?

- ☐ 1 Sofort  
☐ 2 Innerhalb zwei Wochen  
☐ 3 Später als zwei Wochen

5. Der Rechner wurde gekauft:

- ☐ 1 Privat  
☐ 2 Von meiner Firma  
☐ 3 Geschenk

6. Woher kennen Sie den Rechner?

- ☐ 1 Presseartikel  
☐ 2 Inserat  
☐ 3 Fachliteratur  
☐ 4 Freund/Kollege  
☐ 5 Mein Professor benutzt ihn  
☐ 6 Benutze bereits HP-Rechner  
☐ 7 Im Laden vorgeführt  
☐ 8 Im Büro vorgeführt

7. Wie fanden Sie...

...die Dokumentation? ...die Beratung?

- ☐ 1 Hervorragend  
☐ 2 Zufriedenstellend  
☐ 3 Gut  
☐ 4 Mangelhaft  
☐ 5 Nicht erforderlich

8. Ihre Rechner-Erfahrung?

- ☐ 1 Mein erster Rechner  
☐ 2 4-Funktionen-Rechner  
☐ 3 Wissenschaftlicher Rechner  
☐ 4 Finanzmathematischer Rechner  
☐ 5 Programmierbarer Rechner  
☐ 6 Computer

9. Vorwiegende Berechnungen

- ☐ 1 Arithmetik/Prozentrechnung  
☐ 2 Logarithmen/Potenzen  
☐ 3 Numerische Integration usw.  
☐ 4 Trigonometrie  
☐ 5 Komplexe Zahlen/Vektoren  
☐ 6 Zinseszinsrechnung  
☐ 7 Allgemeine Statistik  
☐ 8 Kurvenanpassung  
☐ 9 Wahrscheinlichkeitsverteilung  
☐ 10 Andere

10. Ihre Hauptanwendungsgebiete:

- ☐ 1 Physik  
☐ 2 Chemie  
☐ 3 Medizin/Biologie

- ☐ 4 Mathematik  
☐ 5 Statistik  
☐ 6 Computer-Wissenschaften  
☐ 7 Elektrotechnik  
☐ 8 Mechanik  
☐ 9 Hoch-/Tiefbau  
☐ 10 Andere techn. \_\_\_\_\_  
☐ 11 Kaufmännisch

- ☐ 41 Seefahrt  
☐ 42 Luftfahrt  
☐ 43 Erziehung  
☐ 44 Spiele  
☐ 45 Hobby  
☐ 46 Andere \_\_\_\_\_

11. Ihre Ausbildung bzw. augenblickliches Studium?

- ☐ 1 Lehre  
☐ 2 Oberschule  
☐ 3 Fachschule:  
☐ 3 Technisch  
☐ 4 Kaufmännisch  
☐ 5 Andere \_\_\_\_\_  
☐ Universität:  
☐ 6 Naturwissenschaften  
☐ 7 Medizin  
☐ 8 Mathematik  
☐ 9 Technische Wissenschaften  
☐ 10 Wirtschaftswissenschaften  
☐ 11 Sozialwissenschaften  
☐ 12 Andere \_\_\_\_\_

12. Ihre Altersgruppe:

- ☐ 1 Unter 14 ☐ 4 26-35  
☐ 2 15-19 ☐ 5 36-50  
☐ 3 20-25 ☐ 6 Über 50

13. Ihr Arbeitsfeld:

- ☐ 1 Studium  
☐ 11 Erziehung/Ausbildung  
☐ 12 Forschung/Entwicklung  
☐ 13 Produktion  
☐ 14 Organisation/Planung  
☐ 15 Marketing/Verkauf  
☐ 16 Buchhaltung/Finanzen  
☐ 17 EDV  
☐ 18 Geschäftsführung  
☐ 19 Technische Beratung  
☐ 20 Finanz-/Steuerberatung  
☐ 21 Freiberuflich

14. Ihre Stellung:

- ☐ 1 Inhaber/Präsident  
☐ 2 Geschäftsführer  
☐ 3 Abteilungsleiter  
☐ 4 Leitender Angestellter  
☐ 5 Sachbearbeiter  
☐ 6 Angestellter

Vielen Dank, daß Sie sich die Zeit genommen haben, diese Karte zurückzusenden.

**Serie E**

HEWLETT  PACKARD

**Rechner**

Service-Karte

Verkaufsinformation

(Vom HP-Vertragshändler auszufüllen)

Modell HP \_\_\_\_\_ E

Serien-Nr.: \_\_\_\_\_

Kaufdatum: \_\_\_\_\_

Rechnungs-Nr.: \_\_\_\_\_

Gekauft bei: \_\_\_\_\_

(Händler-Unterschrift/Stempel)

Kundeninformation

Name: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_

Postleitzahl: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

Land: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_

Postleitzahl: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

Land: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Stellung: \_\_\_\_\_

**HEWLETT-PACKARD S.A.**  
Attn: Warranty-Dept.  
P.O. Box

**CH-1217 MEYRIN 2**  
Switzerland

Scan Copyright ©  
The Museum of HP Calculators  
[www.hpmuseum.org](http://www.hpmuseum.org)

Original content used with permission.

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

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