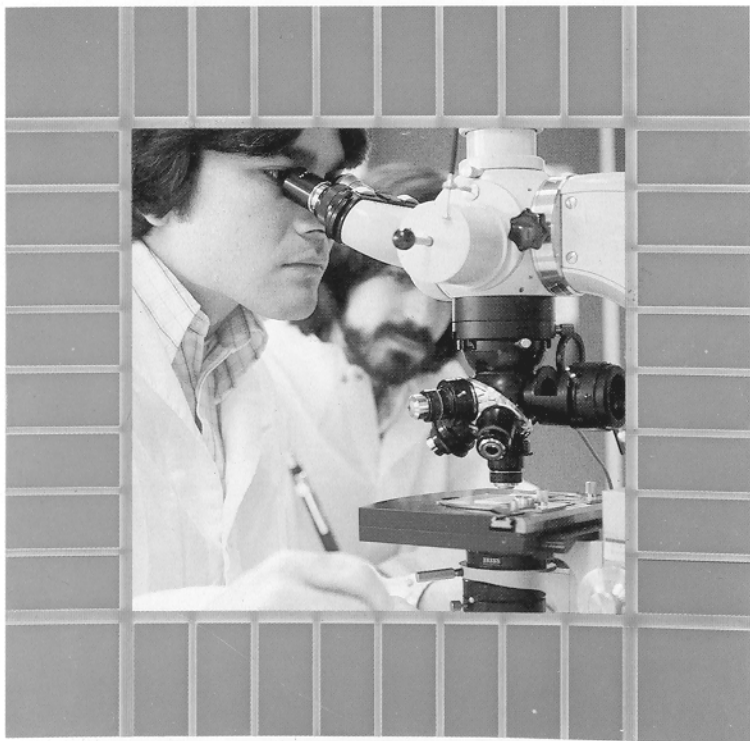


HEWLETT-PACKARD

# HP-32E

Bedienungshandbuch



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

#### Erklärung über die Unternehmensziele von Hewlett-Packard

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

Heute liefern wir mehr als 3500 verschiedene Qualitätsprodukte, die für einige der kritischsten Kunden auf dem Weltmarkt entwickelt und gebaut werden.

Seit 1967, als wir unseren ersten wissenschaftlichen Rechner vorstellten, haben wir weltweit mehr als 1 Million Taschen- und Tisch-Rechner verkauft. Zu den Anwendern gehören Nobelpreisträger, Astronauten, Bergsteiger, Geschäftsleute, Ärzte, Studenten und Hausfrauen.

Jeder unserer Rechner wird mit höchster Präzision hergestellt. Er hilft dem Anwender, während seines ganzen Berufslebens mathematische Probleme zu lösen.

HP-Rechner decken somit einen echten Bedarf und haben einen bleibenden Wert.



# HP-32E

**Technisch-wissenschaftlicher Rechner**

**Bedienungs-Handbuch**



# EINLEITUNG

---

Herzlichen Glückwunsch!

Ihr HP-32E ist ein weiterer individueller Rechner mit Profi-Qualität aus der Reihe der Hewlett-Packard Rechner – Rechner, die wegen ihrer Robustheit geringen Größe und bequemen Handhabung von Bergsteigern am Mount Everest und von Astronauten im Weltraum eingesetzt wurden. Ärzte, Ingenieure, Naturwissenschaftler und andere Leute, die auf komplexe und hochtechnische Probleme eine sofortige Antwort brauchen, benutzen Hewlett-Packard Rechner. Mit HP sind Sie in guter Gesellschaft.

Dieses Handbuch ist so aufgebaut, daß es gleichzeitig mit dem Buch „**So lösen Sie Rechenprobleme mit Ihrem Hewlett-Packard Rechner**“ benutzt werden sollte. Beide Bücher zusammen werden Ihnen helfen, den maximalen Nutzen aus Ihrem HP-32 E ziehen zu können. In ihnen sind alle Funktionen aufgeführt, die Ihr Rechner ausführen kann.

Wenn Ihnen HP-Rechner und ihr Logik-System der „Umgekehrten Polnischen Notation“ (UPN) neu sind, empfehlen wir Ihnen, das Buch „**So lösen Sie Rechenprobleme mit Ihrem Hewlett-Packard Rechner**“ durchzuarbeiten, ehe Sie weitermachen. Selbst wenn Sie schon einen anderen HP-Rechner besitzen, werfen Sie besser erst einen Blick in das Problemlösungs-Buch. Vielleicht finden Sie ein paar neue Eigenschaften, mit denen Sie noch nicht vertraut sind.

Lernen Sie Ihren HP-32E kennen, er macht es Ihnen leicht!



# INHALTSVERZEICHNIS

---

|  |    |
|--|----|
| Einleitung . . . . .                               | 3  |
| Tastenfeld des HP-32E . . . . .                    | 7  |
| Verzeichnis der Tastenfunktionen . . . . .         | 8  |
| Besondere Eigenschaften des HP-32E . . . . .       | 11 |
| 1. Selbst-Kontrolle . . . . .                      | 11 |
| 2. Anzeige aller Nachkommastellen . . . . .        | 12 |
| 3. Speicher-Register . . . . .                     | 12 |
| 4. Statistik-Funktionen . . . . .                  | 12 |
| 4.1. Summationen . . . . .                         | 12 |
| 4.2. Entfernen und Korrigieren von Daten . . . . . | 15 |
| 4.3. Mittelwert . . . . .                          | 16 |
| 4.4. Standardabweichung . . . . .                  | 18 |
| 4.5. Lineare Regression . . . . .                  | 20 |
| 4.6. Linearer Schätzwert . . . . .                 | 22 |
| 4.7. Korrelationskoeffizient . . . . .             | 23 |
| 4.8. Normalverteilung . . . . .                    | 24 |
| 5. Fakultät . . . . .                              | 27 |
| 6. Prozentualer Anteil an einer Summe . . . . .    | 28 |
| 7. Prozentualer Unterschied . . . . .              | 29 |
| 8. Hyperbelfunktionen . . . . .                    | 30 |
| 9. Vektor-Addition und -Subtraktion . . . . .      | 31 |
| Anhang A: Pflege und Wartung . . . . .             | 34 |
| Anhang B: Fehler-Möglichkeiten . . . . .           | 42 |





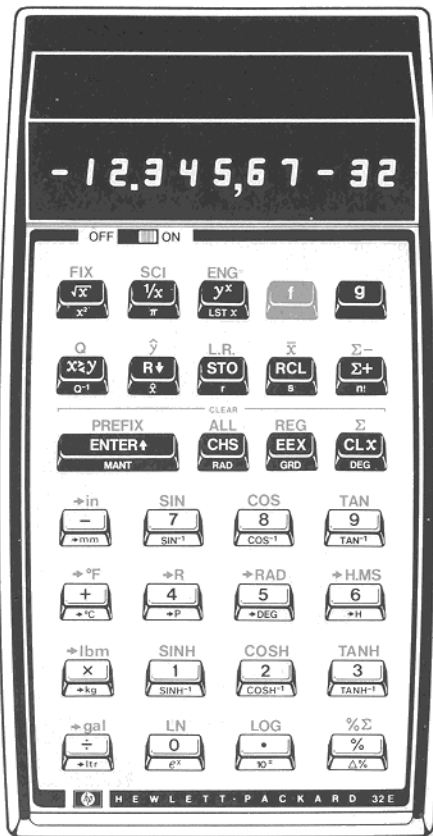
## Automatischer Rechenregister-Stapel (Stack)

|        |               |           |
|--------|---------------|-----------|
| T      | 1,2345        | 32        |
| Z      | 1,2345        | 32        |
| Y      | 1,2345        | 32        |
| X      | <b>1,2345</b> | <b>32</b> |
| LAST X | 1,2345        | 32        |

← Anzeige

## Datenspeicherregister

|                |        |
|----------------|--------|
| 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 |
| R <sub>8</sub> | 0,0000 |
| 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 |



# VERZEICHNIS DER TASTENFUNKTIONEN


OFF  ON Ein/Aus-Schalter

**f** Präfixtaste zur Auswahl der goldfarbenen Funktion oberhalb der Taste.

**g** Präfixtaste zur Auswahl der blauen Funktion auf der abgesehenen Tastenvorderseite.

CLEAR **PREFIX** Löscht die folgenden Präfixtasten bzw. Tastenfolgen, wenn eine dieser Tasten aus Versehen gedrückt wurde: **f**, **g**, **STO**, **RCL**, **STO** , **RCL** , **STO** , **STO** , **STO** , **STO** , **STO** , **STO** , **STO** , **STO** , **FIX**, **SCI**, **ENG**.

## ZAHLENEINGABE

**ENTER**  Kopiert die angezeigte Zahl im X-Register in das Y-Register und trennt aufeinanderfolgende Eingaben voneinander.

**CHS** Ändert das Vorzeichen der angezeigten Zahl bzw. des Exponenten.

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

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

 Dezimalpunkt.

## WAHL DES ANZEIGEFORMATS

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

**SCI** Gleitkommaformat (wissenschaftliches Anzeigeformat): Danach wird die entsprechende Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl gedrückt.

**ENG** Anzeige im "technischen Format": Danach wird die entsprechende Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl gedrückt.

**MANT** Während des Drückens dieser Taste werden alle zehn Stellen der Mantisse im X-Register angezeigt.

## UMORDNEN VON ZAHLEN



**X $\leftrightarrow$ Y** Vertauscht Inhalte von X- und Y-Register.

**R $\downarrow$**  Roll down: Zyklisches Vertauschen der Stack-Register-Inhalte nach "unten".

**CLX** Löschen des X-Registers: Löscht angezeigte Zahl.

CLEAR **ALL** Löscht den Inhalt aller Register: Stack-Register (X, Y, Z, T), LAST X-Register, alle Speicher-Register (R<sub>0</sub> bis R<sub>8</sub> und R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub>).

## SPEICHERN VON ZAHLEN

**STO** Speichertaste: In Verbindung mit einer Zifferntaste (0 bis 8 oder  0 bis  5) wird die angezeigte Zahl im entsprechendem Register gespeichert. Wird auch im Zusammenhang mit Register-Arithmetik verwendet.

**RCL** Speicherabruf-taste: In Verbindung mit einer Zifferntaste (0 bis 8 oder  $\square$  0 bis  $\square$  5) wird der Inhalt des entsprechenden Speicher-Registers in die Anzeige geholt.

### STATISTISCHE FUNKTIONEN

**$\square$**  Berechnet die Verteilungsfunktion, d. h. die Fläche unter der Kurve der standardisierten Normalverteilung links von  $x$ .

**$\square^{-1}$**  Berechnet das invertierte Normalverteilungsintegral, d. h. bei gegebener Fläche links von  $x$  wird  $x$  berechnet.

**$\square$**  Linearer Schätzwert: Berechnet geschätzten  $y$ -Wert bei gegebenem  $x$ -Wert.

**$\square$**  Linearer Schätzwert: Berechnet geschätzten  $x$ -Wert bei gegebenem  $y$ -Wert.

**L.R.** Lineare Regression: Berechnet die Werte  $A$  und  $B$  der Regressionsgeraden (Trendlinie)  $y = Ax + B$  nach Eingabe von Datenpaaren  $x_i$  und  $y_i$  unter Benutzung der Taste  **$\Sigma+$** . Der Wert  $A$  steht danach im  $Y$ -Register und der Wert  $B$  im  $X$ -Register.

**$\square$**  Korrelationskoeffizient: Berechnet die "Güte der Anpassung" der mit  **$\Sigma+$**  eingegebenen Datenpaare  $x$  und  $y$  an die Regressionsgerade, die mit **L.R.** berechnet werden kann.

**$\square$**  Berechnet die Mittelwerte der mit  **$\Sigma+$**  eingegebenen  $x$ - und  $y$ -Werte.

**$\square$**  Standardabweichung: Berechnet die Streuung um den jeweiligen Mittelwert der mit  **$\Sigma+$**  aufsummierten Datenpunkte  $(x, y)$ .

**$\Sigma+$**  Summiert verschiedene statistische Daten in den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_5$ . Eingabedaten müssen im  $X$ - und  $Y$ -Register stehen.

**$\Sigma-$**  Subtrahiert die im  $X$ - und  $Y$ -Register stehenden statistischen Daten von den Summen in den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_5$ .

**CLEAR  $\square$**  Löscht alle Daten in den Statistik-Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_5$ .

### MATHEMATISCHE FUNKTIONEN

**$\sqrt{x}$**  Berechnet die Quadratwurzel der Zahl im angezeigten  $X$ -Register.

**$x^2$**  Berechnet das Quadrat der angezeigten Zahl.

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

**$\pi$**  Ruft die Zahl  $\pi = 3,141592654$  in das angezeigte  $X$ -Register.

**$n!$**  Fakultät: Berechnet  $n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$ .

**$+$ ,  $-$ ,  $\times$ ,  $\div$**  Tasten für die vier Grundrechnungen.

### TRIGONOMETRIE

**SIN**, **COS**, **TAN** Berechnet den Sinus, Kosinus und Tangens des angezeigten  $x$ -Argumentes.

**SIN<sup>-1</sup>**, **COS<sup>-1</sup>**, **TAN<sup>-1</sup>** Berechnet den Arkussinus, Arkuskosinus und Arkustangens des angezeigten Wertes.

**RAD** Wählt den Winkelmodus "Bogenmaß".

**GRD** Wählt den Winkelmodus "Neugrad".

**DEG** Wählt den Winkelmodus "Altgrad".

**→RAD** Wandelt in Altgrad (dezi-  
mal) gegebene Winkel in Bogenmaß  
um.

**→DEG** Wandelt in Bogenmaß ge-  
gebene Winkel in Altgrad (dezimal)  
um.

**→H.MS** Wandelt dezimale Stunden  
oder dezimale Altgrad in die Form  
Stunden (Grad), Minuten und Se-  
kunden um.

**→H** Wandelt Stunden, Minuten, Se-  
kunden oder Altgrad, Minuten, Se-  
kunden in dezimale Stunden bzw.  
dezimale Altgrad um.

#### HYPERBELFUNKTIONEN

**SINH**, **COSH**, **TANH** Berech-  
net den hyperbolischen Sinus, hy-  
perbolischen Kosinus und den hy-  
perbolischen Tangens der Zahl im  
angezeigten X-Register.

**SINH<sup>-1</sup>**, **COSH<sup>-1</sup>**, **TANH<sup>-1</sup>** Berech-  
net die Umkehrungen (Inverse  $\triangleq$   
Areafunktionen) der Hyperbelfun-  
ktionen Sinh, Cosh und Tanh.

#### LOGARITHMEN UND

#### EXPONENTIALFUNKTIONEN

**y<sup>x</sup>** Allgemeine Exponentialfunk-  
tion: Berechnung beliebiger Poten-  
zen. Eingabewerte müssen im X-  
und Y-Register stehen.

**LN** Berechnet den natürlichen Lo-  
garithmus (Basis  $e = 2,718281828$ )  
der angezeigten Zahl.

**e<sup>x</sup>** Berechnet den Wert der natür-  
lichen Exponentialfunktion. Expo-  
nent  $x$  muß im X-Register stehen.

**LOG** Berechnet den dekadischen  
(Basis 10) Logarithmus der ange-  
zeigten Zahl.

**10<sup>x</sup>** Berechnet die Potenz mit der  
Basis 10 und dem angezeigten  
Exponenten  $x$

#### KOORDINATENUMWANDLUNG

**→P** Wandelt rechtwinklige Koordi-  
naten  $(x, y)$  im X- und Y-Register in  
entsprechende Polarkoordinaten  $(r,$   
 $0)$  um.

**→R** Wandelt Polarkoordinaten  $(r, 0)$   
in entsprechende rechtwinklige Ko-  
ordinaten  $(x, y)$  um.

#### UMWANDLUNGEN VON MASSEINHEITEN

**→in** Wandelt Millimeter in Zoll um.

**→mm** Wandelt Zoll in Millimeter  
um.

**→°F** Wandelt Grad Celsius in Grad  
Fahrenheit um.

**→°C** Wandelt Grad Fahrenheit in  
Grad Celsius um.

**→lbm** Wandelt Kilogramm in  
Pfund (lbm  $\triangleq$  pound mass) um.

**→kg** Wandelt Pfund (pound mass  
 $\triangleq$  lbm) in Kilogramm um.

**→gal** Wandelt Liter in Gallonen (U.S.)  
um.

**→ltr** Wandelt Gallonen (U.S.) in  
Liter um.

#### PROZENTRECHNUNG

**%** Berechnet den Prozentwert einer  
Zahl  $y$  bei gegebenem Prozentsatz  $x$   
( $x\%$  von  $y$ ).

**△%** Berechnet den prozentualen  
Unterschied zwischen den Werten  
im Y- und X-Register.

**%Σ** Berechnet den prozentualen An-  
teil der angezeigten Zahl  $x$  von der  
Zahl  $(\Sigma x)$  im Speicher-Register R<sub>1</sub>.

# BESONDERE EIGENSCHAFTEN DES HP-32E

---

Die meisten Eigenschaften Ihres HP-32E werden in dem Buch „**So lösen Sie Rechenprobleme mit Ihrem Hewlett-Packard Rechner**“ besprochen. Einige Eigenschaften jedoch, die sie nur bei dem HP-32E finden, oder welche bei HP-Rechnern neu sind, werden in diesem speziellen HP-32E-Bedienungs-Handbuch behandelt.

## 1. SELBST-KONTROLLE

Ihr HP-32E ist mit Eigenschaften ausgestattet, die die Benutzung erleichtern und die Ihnen das Vertrauen geben, daß die Ergebnisse, die Sie berechnen, richtig sind, und zwar immer. Die Möglichkeit der Selbst-Kontrolle, die man nur in hochentwickelten, elektronischen Anlagen und Computern findet, ist genau deshalb entwickelt worden. Wir hoffen nicht, daß Sie jemals mit Ihrem Rechner Probleme haben, aber wenn Sie einmal fürchten, daß er nicht einwandfrei arbeitet, so drücken Sie die Tasten **STO** **ENTER**. Dadurch wird der Rechner angewiesen, nach Fehlern in seiner Elektronik zu suchen.

Wenn kein Fehler gefunden wurde, erscheint in der Anzeige:

-8,8,8,8,8,8,8,8,8,8,

Zum Löschen dieser Anzeige drücken Sie eine beliebige Taste.

Wenn der Rechner nicht einwandfrei funktioniert, wird in der Anzeige irgend-  
etwas anderes oder die Fehleranzeige **Error 9** erscheinen oder die Anzeige  
bleibt ganz dunkel. Wenn Sie durch die Selbst-Kontrolle eins dieser Er-  
gebnisse bekommen, so schicken Sie ihren Rechner zur Reparatur an  
Hewlett-Packard. (S. Anhang A: Versandanweisungen.)

### Anmerkung:

Bei der Durchführung der Selbst-Kontrolle werden die Stack-Register (X, Y, Z, T), das LAST X-Register und alle Speicher-Register (R<sub>0</sub> bis R<sub>8</sub> und R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub>) gelöscht.

## 2. ANZEIGE ALLER NACHKOMMASTELLEN

Ihr HP-32E verarbeitet und speichert alle Zahlen intern immer mit 10-stelliger Mantisse, unabhängig davon welches Anzeigeformat gewählt wurde. Wenn Sie zwischendurch kurzzeitig alle 10 Stellen der Mantisse sehen wollen, so drücken Sie die Tasten **g** **MANT** und halten die Taste **MANT** gedrückt. Solange Sie die Taste drücken, werden alle 10 Stellen der Mantisse angezeigt. Wenn Sie die Taste **MANT** wieder loslassen, wird die Zahl im vorher gewählten Format angezeigt.

## 3. SPEICHER-REGISTER

Um die Leistungsfähigkeit Ihres HP-32E mit 4 automatischen Stapelregistern (Stack) und einem LAST X-Register zu erhöhen, verfügt Ihr HP-32E über 15 zusätzliche freiverwendbare Daten-Speicherregister  $R_0$  bis  $R_8$  und  $R_0$  bis  $R_5$ . Im Handbuch „**So lösen Sie Rechenprobleme mit Ihrem Hewlett-Packard Rechner**“ wird das Speichern und Abrufen von Daten einschließlich Speicher-Arithmetik mit den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_8$  beschrieben. Die gleichen Möglichkeiten haben Sie auch mit den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_5$ , nur mit dem Unterschied, daß Sie vor der Speicheradresse (0 bis 5) jeweils die Dezimalpunkt-Taste **.** drücken müssen.

Die 6 Speicherregister  $R_0$  bis  $R_5$  werden auch vom Rechner benutzt, wenn mit Hilfe der Tasten  **$\Sigma+$**  bzw.  **$\Sigma-$**  verschiedene Summen für statistische Berechnungen gebildet werden.

## 4. STATISTIK-FUNKTIONEN

### 4.1. Summationen

Wenn die Taste  **$\Sigma+$**  gedrückt wird, werden gleichzeitig mehrere Summen und Produkte von den Werten im X- und Y-Register berechnet. Die Ergebnisse werden automatisch in den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_5$  aufsummiert. Bevor Sie mit Summationen beginnen, die mit der Taste  **$\Sigma+$**  oder  **$\Sigma-$**  durchgeführt werden, müssen die Speicherregister  $R_0$  bis  $R_5$  mit der Tastenfolge **f** **CLEAR**  **$\Sigma$**  gelöscht werden. Danach ist jedes Datenpaar (x, y) wie folgt einzugeben:

1. y-Wert in das X-Register (Anzeige) eintasten.
2. Taste **ENTER** drücken. y-Wert wird in das Y-Register kopiert.
3. x-Wert in das X-Register eintasten.
4. Taste  **$\Sigma+$**  drücken.

Führen Sie Ihre statistischen Berechnungen mit nur einer Variablen ( $x$ ) statt mit zwei Variablen ( $x, y$ ) durch, so geschieht die Eingabe auf ähnliche Art. Zuerst müssen Sie wieder die Statistik-Speicherregister  $R_0$  bis  $R_5$  löschen. Falls der Y-Register-Inhalt nicht Null ist, sollten Sie das Y-Register löschen, da es sonst bei der Berechnung von  $s$ ,  $r$ , L.R.,  $\hat{x}$  oder  $\hat{y}$  zu einer Fehleranzeige **Error 3** führen kann. Um das Y-Register zu löschen, könnten Sie **f CLEAR ALL** drücken. Dadurch löschen Sie aber auch die Daten-Speicherregister  $R_0$  bis  $R_8$ . Falls Sie Daten in diesen Speicherregistern erhalten wollen, sollten Sie statt **f CLEAR ALL** die Tastenfolge **f CLEAR  $\Sigma$  CLX ENTER** drücken. Nachdem Sie also das Y-Register und die Register  $R_0$  bis  $R_5$  gelöscht haben, wird jeder  $x$ -Wert folgendermaßen eingegeben:

1.  $x$ -Wert in das X-Register eintasten.
2. Taste  **$\Sigma+$**  drücken.

Wenn Sie eine oder zwei Zahlen eintasten und dann  **$\Sigma+$**  drücken, geschieht im einzelnen folgendes:

1. Die Zahl im X-Register (Anzeige) wird zum Inhalt von Speicherregister  $R_1$  addiert ( $\Sigma x \rightarrow R_1$ ).
2. Das Quadrat der Zahl im X-Register wird zum Inhalt des Speicherregisters  $R_2$  addiert ( $\Sigma x^2 \rightarrow R_2$ ).
3. Die Zahl im Y-Register des Stack wird zum Inhalt von Speicherregister  $R_3$  addiert ( $\Sigma y \rightarrow R_3$ ).
4. Das Quadrat der Zahl im Y-Register wird zum Inhalt des Speicherregisters  $R_4$  addiert ( $\Sigma y^2 \rightarrow R_4$ ).
5. Die Zahl im Y-Register wird mit der im X-Register multipliziert und das Produkt zum Inhalt von Speicherregister  $R_5$  addiert ( $\Sigma xy \rightarrow R_5$ ).
6. Der Inhalt von Speicherregister  $R_0$  wird um 1 erhöht. Diese Zahl wird in das X-Register (Anzeige) kopiert. Diese Zahl entspricht der Anzahl der bis dahin eingegebenen Datenpaare ( $x, y$ ).

Nach dem Drücken der Taste  **$\Sigma+$**  ist der letzte eingegebene  $x$ -Wert im LAST X-Register verfügbar. Der letzte  $y$ -Wert dagegen steht unverändert im Y-Register.

Zusammenstellung der Registerinhalte nach dem Drücken der Taste  **$\Sigma+$** :

| Register | Inhalt       |   |
|----------|--------------|---|
| $R_0$    | $n$          | Anzahl der aufsummierten Datenpaare         |
| $R_1$    | $\Sigma x$   | Summe der $x$ -Werte                        |
| $R_2$    | $\Sigma x^2$ | Summe der Quadrate der $x$ -Werte           |
| $R_3$    | $\Sigma y$   | Summe der $y$ -Werte                        |
| $R_4$    | $\Sigma y^2$ | Summe der Quadrate der $y$ -Werte           |
| $R_5$    | $\Sigma xy$  | Summe der Produkte der $x$ - und $y$ -Werte |

Unterscheiden sich die mit der Taste  $\Sigma+$  eingegebenen x- oder y-Werte um einen verhältnismäßig kleinen Betrag, so können bei der Berechnung der statistischen Größen fehlerhafte Ergebnisse oder die Fehlermeldung **Error 3** auftreten. Man kann diese Fehler durch Normalisieren der Eingabewerte vermeiden, indem man in den Rechner nur die Differenzen zwischen einem annäherndem Mittelwert und jedem Eingabewert eingibt. Nach der Berechnung von  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  oder des y-Achsenabschnittes B (L.R.-Berechnung) muß zum Ergebnis noch dieser Mittelwert addiert werden.

**Beispiel:** Gegeben sind die drei x-Werte 665999, 666000 und 666001. Der Mittelwert dieser drei Werte ist 666000. Die Differenzen der x-Werte zu diesem Mittelwert sind  $-1$ ,  $0$  und  $+1$ , welche nun an Stelle der x-Werte eingegeben werden. Nach der Berechnung von  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  oder des y-Achsenabschnittes B (L.R.-Berechnung) wird der Mittelwert 666000 zum entsprechenden Ergebnis addiert.

Die Fehlermeldung **Error 3** tritt dann auf, wenn die Differenzen sehr klein sind und die Eingabewerte in nicht normalisierter Form eingegeben und dann die statistischen Berechnungen durchgeführt werden.

### Beachten Sie:

Bei normaler Speicher-Arithmetik zeigt der Rechner den Überlauf eines Registers (Betrag des Speicher-Inhalts größer als  $9,999999999 \times 10^{99}$ ) mit der Fehlermeldung "Error 1" an. Bei Summationen mit der Taste  $\Sigma+$  wird **kein** Überlauf in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  angezeigt.

Wenn Sie die einzelnen Summen anzeigen wollen, können Sie den entsprechenden Wert aus den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_5$  mit den Tasten **RCL**  $\blacksquare$  und der entsprechenden Speicherregister-Nummer (0 bis 5) in die Anzeige zurückrufen. Führen Sie dies unmittelbar nach dem Drücken von  $\Sigma+$  (oder  $\Sigma-$ ) durch, wird der Wert n (Anzahl der Eingaben) im X-Register überschrieben, d.h., der Stack wird **nicht** angehoben.

Benötigen Sie für Ihre Berechnungen nur die beiden Werte  $\Sigma x$  und  $\Sigma y$ , so drücken Sie die Tasten **RCL**  $\Sigma+$ . Damit wird gleichzeitig die Summe der x-Werte ( $\Sigma x$ ) aus  $R_1$  in das angezeigte X-Register und die Summe der y-Werte ( $\Sigma y$ ) aus  $R_3$  in das Y-Register zurückgerufen. Geschieht dieser Rückruf unmittelbar nach dem Drücken der Tasten  $\Sigma+$ ,  $\Sigma-$ , **CLX** oder **ENTER**, wird der vorherige Wert im Y-Register in das Z-Register angehoben. In allen anderen Fällen werden die letzten Zahlen im X- bzw. Y-Register in das Z- bzw. T-Register angehoben, d.h., der Stack wird um zwei Stufen angehoben.



**Beispiel:** Berechnen Sie  $\Sigma x$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma y^2$  und  $\Sigma xy$  für die nachstehenden Wertepaare (x, y):

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

### Drücken Sie    Anzeige

|                           |          |  |
|---------------------------|----------|--|
| <b>f</b> CLEAR $\Sigma$   | 0.0000   | Register R <sub>0</sub> bis R <sub>5</sub> werden gelöscht.            |
| <b>7</b> ENTER $\uparrow$ | 7.0000   |  |
| <b>5</b> $\Sigma+$        | 1.0000   | Erstes Datenpaar, n = 1  |
| <b>5</b> ENTER $\uparrow$ | 5.0000   |  |
| <b>3</b> $\Sigma+$        | 2.0000   | Zweites Datenpaar, n = 2   |
| <b>9</b> ENTER $\uparrow$ | 9.0000   |  |
| <b>8</b> $\Sigma+$        | 3.0000   | Drittes Datenpaar, n = 3   |
| <b>RCL</b> $\square$ 1    | 16.0000  | Summe der x-Werte aus Register R <sub>1</sub>                          |
| <b>RCL</b> $\square$ 2    | 98.0000  | Summe der Quadrate der x-Werte aus Register R <sub>2</sub>             |
| <b>RCL</b> $\square$ 3    | 21.0000  | Summe der y-Werte aus Register R <sub>3</sub>                          |
| <b>RCL</b> $\square$ 4    | 155.0000 | Summe der Quadrate der y-Werte aus Register R <sub>4</sub>             |
| <b>RCL</b> $\square$ 5    | 122.0000 | Summe der Produkte der x- und y-Werte (xy) aus Register R <sub>5</sub> |
| <b>RCL</b> $\square$ 0    | 3.0000   | Anzahl der Eingaben (n = 3) aus Register R <sub>0</sub>                |

#### 4.2. Entfernen und Korrigieren von Daten

Wenn Sie versehentlich einen falschen Wert eingetastet haben und noch nicht die Taste  **$\Sigma+$**  gedrückt haben, genügt es, wenn Sie die Anzeige mit **CLX** löschen und darauf den richtigen Wert eintasten.

Wenn Sie den falschen Wert bereits mit  **$\Sigma+$**  eingegeben haben, können Sie eine Korrektur der Summation mit der Taste  **$\Sigma-$**  folgendermaßen durchführen:

1. Geben Sie das fehlerhafte Datenpaar in das X- und Y-Register (Sie können **LST x** benutzen, um den x-Wert in die Anzeige zu holen).
2. Drücken Sie **f**  **$\Sigma-$** , womit die falschen Daten wieder aus den Summen entfernt werden.
3. Geben Sie die richtigen Werte für x und y ein. Auch wenn nur einer der Werte x oder y zu korrigieren ist, sind **beide** Werte zu entfernen und erneut einzutasten.
4. Drücken Sie  **$\Sigma+$** .

Nehmen sie beispielsweise an, das Datenpaar (8, 9) vom letzten Beispiel sollte (8, 6) sein, so führen Sie die Korrektur der Summation wie folgt durch:

**Drücken Sie**    **Anzeige**

|                    |        |  |
|--------------------|--------|--|
| 9 <b>ENTER</b> +   | 9.0000 | <b>Falscher</b> y-Wert wird wieder eingegeben. |
| 8                  | 8.     | Richtiger x-Wert wird eingegeben.              |
| <b>f</b> <b>Σ-</b> | 2.0000 | Anzahl der Eingaben ist nun zwei.              |
| 6 <b>ENTER</b> +   | 6.0000 | Richtiger y-Wert wird eingegeben.              |
| 8                  | 8.     | x-Wert wird erneut eingegeben.                 |
| <b>Σ+</b>          | 3.0000 | Anzahl der Eingaben ist wieder 3.              |

### 4.3. Mittelwert

Sie können die Mittelwerte (arithmetisches Mittel) der mit **Σ+** eingegebenen x- und y-Werte berechnen, indem Sie **f** **Σ̄** drücken. Die Mittelwerte werden mit den Daten aus den Registern R<sub>1</sub> (Σx), R<sub>3</sub> (Σy) und R<sub>0</sub> (n) nach folgenden Formeln berechnet:

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

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} x_i = \frac{\Sigma x}{n} \left( = \frac{R_1}{R_0} \right)$$

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

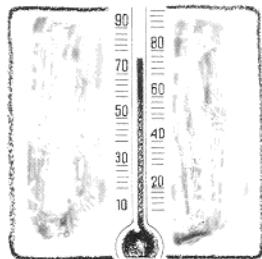
2. Mit den Daten aus den Registern R<sub>3</sub> (Σy) und R<sub>0</sub> (n) wird der Mittelwert der y-Werte berechnet:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} y_i = \frac{\Sigma y}{n} \left( = \frac{R_3}{R_0} \right)$$

Das Ergebnis  $\bar{y}$  steht nach der Berechnung im Y-Register zur Verfügung.

Beim Drücken von **f** **Σ̄** wird der Stack in der gleichen Weise wie beim Drücken von **RCL** **Σ+** angehoben (s. 4.1. Summationen).

**Beispiel:** In der folgenden Tabelle sind die täglichen Höchst- und Tiefstwerte der Lufttemperatur einer Winterwoche in Fairbanks (Alaska) zusammengestellt. Berechnen Sie das Mittel der Tageshöchst- und Tagestiefsttemperaturen dieser Woche.



|               | So  | Mo  | Di  | Mi | Do  | Fr  | Sa  |                    |
|---------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|--------------------|
| Höchstwert °C | 6   | 11  | 14  | 12 | 5   | -2  | -9  | ( $\triangleq y$ ) |
| Tiefstwert °C | -22 | -17 | -15 | -9 | -24 | -29 | -35 | ( $\triangleq x$ ) |

**Drücken Sie Anzeige**

**f** CLEAR  $\Sigma$  0.0000

Register R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub> werden gelöscht.  
(Es wird angenommen, daß im Stack aus vorherigen Berechnungen keine Werte stehen.)

**6** ENTER $\uparrow$  22 22.

**CHS**  $\Sigma$ + 1.0000

Erstes Datenpaar eingegeben (n = 1)

**11** ENTER $\uparrow$  17 17.

**CHS**  $\Sigma$ + 2.0000

Zweites Datenpaar eingegeben (n = 2)

**14** ENTER $\uparrow$  15 15.

**CHS**  $\Sigma$ + 3.0000

Drittes Datenpaar eingegeben (n = 3)

**12** ENTER $\uparrow$  9 9.

**CHS**  $\Sigma$ + 4.0000

Viertes Datenpaar eingegeben (n = 4)

**5** ENTER $\uparrow$  24 24.

**CHS**  $\Sigma$ + 5.0000

Fünftes Datenpaar eingegeben (n = 5)

**2** **CHS** ENTER $\uparrow$  -2.0000

**29** **CHS**  $\Sigma$ + 6.0000

Sechstes Datenpaar eingegeben (n = 6)

**9** **CHS** ENTER $\uparrow$  -9.0000

**35** **CHS**  $\Sigma$ + 7.0000

Alle Datenpaare eingegeben (n = 7)

**f**  $\Sigma$  -21.5714

Mittlere Tagestiefsttemperatur

**x $\rightarrow$ y** 5.2851

Mittlere Tageshöchsttemperatur

## 4.4. Standardabweichung

Sie können die Standardabweichungen (Maß für die Streuung um den Mittelwert) der mit  $\Sigma+$  eingegebenen x- und y-Werte berechnen, indem Sie die Tasten  $\Sigma$   $\Sigma$  drücken. Danach steht die Standardabweichung  $s_x$  der aufsummierten x-Werte im angezeigten X-Register und die Standardabweichung  $s_y$  der aufsummierten y-Werte steht im Y-Register. Dabei wird der Stack in der gleichen Weise angehoben wie beim Drücken der Tasten  $\text{RCL}$   $\Sigma+$  (s. 4.1. Summationen).

Wenn Sie  $\Sigma$   $\Sigma$  drücken, geschieht folgendes:

1. Der Rechner berechnet die Stichproben-Standardabweichung  $s_x$  unter Verwendung der Daten in den Registern  $R_0$  (n),  $R_1$  ( $\Sigma x$ ), und  $R_2$  ( $\Sigma x^2$ ) nach der Formel:

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

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

2. Der Rechner berechnet die Stichproben-Standardabweichung  $s_y$  unter Verwendung der Daten in den Registern  $R_0$  (n),  $R_3$  ( $\Sigma y$ ), und  $R_4$  ( $\Sigma y^2$ ) nach der Formel:

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

Das Ergebnis  $s_y$  steht nach Ausführung der Rechnung im Y-Register zur Verfügung.

Diese Formeln ergeben die **beste Schätzung** der Standardabweichung der **Grundgesamtheit** aus der die **Stichprobendaten** entnommen wurden. Deswegen ist man übereingekommen, die Standardabweichung nach diesen Formeln als **Stichproben-Standardabweichung** zu bezeichnen.

**Beispiel:**

Zacharias Ziffernfräß, ein aufstrebender, junger Mathematik-Professor an der Mammut-Universität, hat einen neuen Test entwickelt, mit dem man die mathematischen Fähigkeiten der Erst-Semester messen kann. Um die Wirksamkeit seines Tests zu ermitteln, wandte er ihn bei 746 Studenten im Mathematikurs I an. Nachdem er aber schon durch das Sortieren und Ordnen der Testergebnisse erschöpft war, entschied er sich, auf gut Glück 8 von den 746 Tests auszuwählen und die Standardabweichung der übr-

gen Ergebnisse aus der Stichprobe dieser 8 Tests abzuschätzen. Die erzielten Punktezahlen bei den 8 ausgewählten Tests waren 79, 94, 68, 86, 82, 78, 83 und 89. Welche Standardabweichung berechnet der junge Professor nun hieraus?

### Tasten Sie      Anzeige

**f** CLEAR **ALL** 0.0000

Statistik-Register und Y-Register für neue Aufgabe mit nur einer Variablen löschen.

79 **Σ+** 1.0000

Erstes Ergebnis eingegeben.  
(Da es ein Problem mit nur einer Variablen ist, braucht man keinen y-Wert mit der **ENTER**-Taste in das Y-Register eingeben.)

94 **Σ+** 2.0000

Zweites Ergebnis eingegeben.  
(In der Anzeige steht immer die Anzahl der bisher eingegebenen Werte.)

68 **Σ+** 3.0000

86 **Σ+** 4.0000

82 **Σ+** 5.0000

78 **Σ+** 6.0000

83 **Σ+** 7.0000

89 **Σ+** 8.0000

Letzter Wert der Stichprobe eingegeben.

**g** **s** 7.8365

Geschätzte Standardabweichung der 746 Studenten auf der Basis einer Stichprobe von 8 Studenten.

Wenn die benutzten Daten nicht nur eine Stichprobe einer Grundgesamtheit sondern die ganze Grundgesamtheit selber darstellen, so erhalten wir nicht die Stichproben-Standardabweichung  $s$ , sondern die **tatsächliche** Standardabweichung  $\sigma$  der Grundgesamtheit.

Die Standardabweichung  $\sigma$  einer Grundgesamtheit erhält man, wenn man die Formel für die Stichproben-Standardabweichung  $s$  mit dem Faktor  $\sqrt{\frac{n-1}{n}}$  multipliziert. Damit wird die

Standardabweichung der Grundgesamtheit:  $\sigma = s \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}}$

Für große Werte von  $n$  ( $n > 30$ ) besteht praktisch kein Unterschied zwischen  $s$  und  $\sigma$ . Die Differenz zwischen beiden Werten ist dann so gering, daß sie vernachlässigt werden kann. Wenn Sie dennoch den genauen Wert der Standardabweichung einer Grundgesamtheit berechnen wollen,

so ist dies leicht mit ein paar Tastendrücken auf Ihrem HP-32E durchzuführen. Nach der letzten Eingabe mit  $\Sigma+$  berechnet man den Mittelwert mit  $\bar{x}$  und addiert diesen Mittelwert mit Hilfe der Taste  $\Sigma+$  zu den aufsummierten Daten. Dann drückt man die Tasten  $\sigma$   $\sigma$  und erhält als Ergebnis die **tatsächliche** Standardabweichung der Grundgesamtheit **aller** gegebenen Original-Daten.

### Beispiel:

Wir nehmen an, daß die Daten des vorigen Beispiels alle Ergebnisse des Schlußexamens eines Seminars des jungen Professors über transzendente Funktionen darstellen. Da er dieses Seminar das erste Mal gehalten hat, möchte er die Standardabweichung der Testergebnisse berechnen, um festzustellen, wie gut seine Prüfung war. Er nimmt seinen Rechner zur Hand, gibt die Daten ein und führt die Rechnung wie folgt weiter:

| Tasten Sie        | Anzeige |  |
|-------------------|---------|--|
| $f$ $\bar{x}$     | 82.3750 | Mittelwert der Punktezahlen.   |
| $\Sigma+$         | 9.0000  | Mittelwert wird zu den aufsummierten Daten addiert. Anzeige zeigt insgesamt neun Eingaben. |
| $\sigma$ $\sigma$ | 7.3304  | Standardabweichung <b>aller</b> Punktezahlen der Schlußprüfung.                            |

## 4.5. Lineare Regression

Unter linearer Regression versteht man die Berechnung einer Geraden nach der Methode der kleinsten Quadrate, welche die beste Anpassung an gegebene Datenpunkte  $(x, y)$  darstellt. Die errechnete lineare Gleichung stellt dann den mathematischen Zusammenhang zwischen zwei Variablen  $(x, y)$  dar.

Nachdem Sie eine Reihe von Datenpunkten mit  $\Sigma+$  in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  aufsummiert haben, können Sie die Koeffizienten A und B einer linearen Gleichung (Regressionsgeraden)  $y = Ax + B$  nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnen, indem Sie  $f$   $\text{L.R.}$  drücken. (Natürlich müssen zuvor **mindestens zwei Datenpunkte** summiert worden sein, damit der Rechner die Gerade berechnen kann).

Durch Drücken von  $f$   $\text{L.R.}$  werden die Koeffizienten A und B nach folgenden Formeln berechnet:

1. Steigung A der Regressionsgeraden  $y = Ax + B$

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

Der Wert der Steigung A steht nach der Berechnung im Y-Register.

2. Der y-Achsenabschnitt B der Regressionsgeraden  $y = Ax + B$

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

Der Wert B steht nach der Berechnung im angezeigten X-Register. Um den Wert A nach der Berechnung in das X-Register zu holen, drücken Sie  **$\times \div y$** .

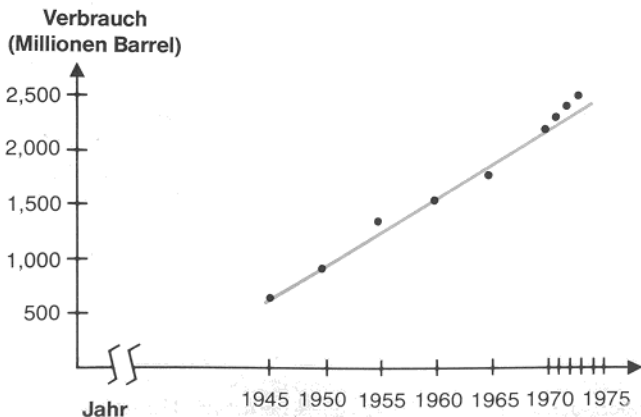
### Beispiel:

Der Verbrauch von Motorkraftstoff in den USA in Abhängigkeit von der Zeit seit 1945 ist in folgender Tabelle wiedergegeben worden. Berechnen Sie die Koeffizienten A und B der Regressionsgeraden und fertigen Sie ein Diagramm mit eingezeichneten Regressionsgeraden an:

Motorkraftstoff-Verbrauch der USA

|                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Million Barrel | 696  | 994  | 1330 | 1512 | 1750 | 2162 | 2243 | 2382 | 2484 | (y) |
| Jahr           | 1945 | 1950 | 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | (x) |

**Lösung:** Geben Sie alle Wertepaare (Jahreszahl  $\triangleq$  x; Barrel  $\triangleq$  y) mit der Taste  **$\Sigma +$**  in den Rechner ein und drücken Sie danach **f** **L.R.**.



**Drücken Sie    Anzeige**f CLEAR  $\Sigma$  0.0000

Register R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub> werden gelöscht.  
(Es wird angenommen, daß im Stack aus  
vorherigen Rechnungen keine Daten  
stehen.)

696 ENTER↑ 696.0000

1945  $\Sigma+$  1.0000

994 ENTER↑ 994.0000

1950  $\Sigma+$  2.0000

1330 ENTER↑ 1330.0000

1955  $\Sigma+$  3.0000

1512 ENTER↑ 1512.0000

1960  $\Sigma+$  4.0000

1750 ENTER↑ 1750.0000

1965  $\Sigma+$  5.0000

2162 ENTER↑ 2162.0000

1970  $\Sigma+$  6.0000

2243 ENTER↑ 2243.0000

1971  $\Sigma+$  7.0000

2382 ENTER↑ 2382.0000

1972  $\Sigma+$  8.0000

2484 ENTER↑ 2484.0000

1973  $\Sigma+$  9.0000

Alle Datenpaare eingegeben (n = 9)

f L.R. -118290.6295 y-Achsenabschnitt B der Regressionsgeraden

 $\Sigma y$  61.1612 Steigung A der Regressionsgeraden

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet also:

$$y = 61.1612x - 118290.6295$$

Zum Zeichnen der Geraden berechnen Sie zwei Punkte der Geraden, indem Sie für x z. B. die Jahreszahlen 1945 und 1973 einsetzen. Als Wertepaare erhalten Sie (1945, 668) und (1973, 2380), mit denen Sie die Gerade zeichnen können. (Einfacherer Weg: s. nächsten Abschnitt „Linearer Schätzwert“.)

Graphische Darstellung des Motorkraftstoff-Verbrauchs in Abhängigkeit von der Zeit mit eingezeichneter Regressionsgeraden.

## 4.6. Linearer Schätzwert

Mit den aufsummierten Daten in den Registern R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub> kann nach Eingabe eines beliebigen x-Wertes der zugehörige Schätzwert für y ( $\hat{y}$ ) auf der Regressionsgeraden mit den Tasten f  $\hat{y}$  berechnet werden.



In ähnlicher Weise können Sie nach Eingabe eines y-Wertes den entsprechenden Schätzwert für x ( $\hat{x}$ ) mit den Tasten  $\boxed{g}$   $\boxed{x}$  berechnen.

Benutzte Formeln:  $\hat{y} = Ax + B$ ;  $\hat{x} = \frac{1}{A}(y - B)$

### Beispiel:

Wenn die Datensummen des vorigen Beispiels (Kraftstoffverbrauch) noch in den Registern R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub> stehen, so können Sie den voraussichtlichen Kraftstoffbedarf in den Jahren 1980 und 2000 berechnen, indem Sie als x-Wert diese beiden Jahreszahlen eintasten und jeweils die Tasten  $\boxed{f}$   $\boxed{y}$  drücken:

#### Drücken Sie    Anzeige

1980  $\boxed{f}$   $\boxed{y}$     2808.6264    Geschätzter Bedarf in Mill. Barrel  
im Jahr 1980.

2000  $\boxed{f}$   $\boxed{y}$     4031.8512    Geschätzter Bedarf in Mill. Barrel  
im Jahr 2000.

Ebenso können Sie das Jahr bestimmen, in welchem der Kraftstoffbedarf 3500 Barrel erreichen wird, indem Sie als y-Wert die Zahl der Barrel (3500) eintasten, und die Tasten  $\boxed{g}$   $\boxed{x}$  drücken:

#### Drücken Sie    Anzeige

3500  $\boxed{g}$   $\boxed{x}$     1991.3041    Die 3500 Barrel-Marke wird voraussichtlich  
im Jahr 1991 erreicht worden sein.

### Anmerkung:

Zur Berechnung der Schätzwerte ist es nicht erforderlich, vorher mit den Tasten  $\boxed{f}$   $\boxed{LR}$  die Regressionsgerade zu berechnen.

## 4.7. Korrelationskoeffizient

Sowohl bei der Berechnung der linearen Regression als auch bei der des linearen Schätzwertes wird davon ausgegangen, daß der Zusammenhang zwischen den x- und y-Werten annähernd einer linearen Funktion (Gerade) entspricht. Mit den Tasten  $\boxed{g}$   $\boxed{r}$  (Korrelationskoeffizient) können Sie feststellen, wie dicht die vorgegebenen Daten entlang einer Geraden liegen, d. h. wie gut die Anpassung der Geraden an die Daten ist. Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten geht von  $r = +1$  bis  $r = -1$ . Bei einem Wert  $r = +1$  liegen die Wertepaare genau auf einer Geraden mit positiver Steigung, während sie bei  $r = -1$  ebenfalls auf einer Geraden mit negativer Steigung liegen. Der Wert  $r = 0$  läßt erkennen, daß die Daten überhaupt keiner Geraden angepaßt werden können, d. h., die Datenpunkte sind zu weit gestreut.

Benutzte Formel: 
$$r = \frac{\sum xy - \frac{1}{n} \sum x \sum y}{(n-1) s_x s_y}$$

**Beispiel:**

Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten für das vorherige Beispiel:

**Drücken Sie Anzeige**

0.9931

Die Anpassung an eine Gerade ist sehr gut.

## 4.8. Normalverteilung

Für Probleme mit Normalverteilungen bietet Ihnen der HP-32E zwei nützliche Funktionen, und zwar die Verteilungsfunktion  $Q$  und das invertierte Normalverteilungsintegral  $Q^{-1}$ . Mit den Tasten  $\boxed{f}$   $\boxed{Q}$  wird links von  $x$  die Fläche der standardisierten Normalverteilungskurve berechnet. Wenn dagegen die Fläche unter der standardisierten Normalverteilungskurve links von  $x$  bekannt ist, so können Sie den Wert  $x$  mit den Tasten für die inverse Funktion  $\boxed{Q^{-1}}$  berechnen.

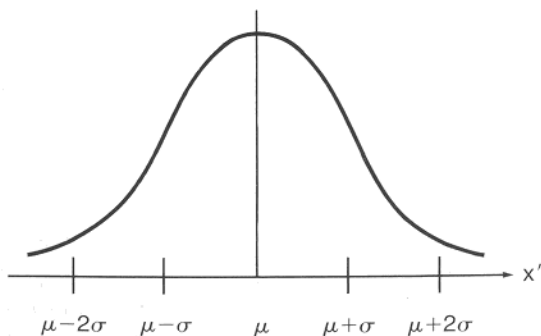
Die Fläche unter der standardisierten Normalverteilungskurve links von  $x$  ist ein Maß dafür, mit welcher Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit Werte  $\leq x$  auftreten.

Der Eingabewert für die Funktion  $Q$ , bzw. der Wert, der von der Funktion  $Q^{-1}$  berechnet wird, ist die Standardvariable  $x$  der standardisierten Normalverteilung. Wenn der Mittelwert  $\mu$  und die Standardabweichung  $\sigma$  vorgegeben sind, können Sie mit folgenden Gleichungen die Standardvariable  $x$  bzw. die nicht standardisierte Variable  $x'$  berechnen:

$$x = \frac{x' - \mu}{\sigma} \qquad x' = \sigma x + \mu$$

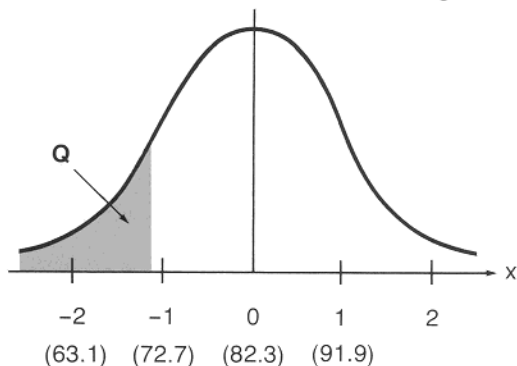
Die standardisierte Normalverteilung hat den Mittelwert  $\mu = 0$  und die Standardabweichung  $\sigma = 1$ .

Standardisierte Normalverteilung



Der HP-32E berechnet die Funktion  $Q^{-1}$  mit Hilfe eines komplizierten Näherungsverfahrens. Die Berechnung eines Wertes kann ca. 5 – 15 Sekunden dauern. Während dieses iterativen Rechenvorganges flackert die Anzeige.

Nichtstandardisierte Normalverteilung

**Beispiel:**

Die Punkteverteilung bei einer Abschlußprüfung für 200 Studenten hat einen Mittelwert  $\mu$  von 82,3 und eine Standardabweichung  $\sigma$  von 9,6 Punkten. Wieviel Prozent der Studenten erreichte die für das Bestehen der Prüfung erforderliche Punktzahl 70 oder mehr?

**Lösung:** Zuerst wird die Standardvariable  $x$  berechnet.

$$x = \frac{x' - \mu}{\sigma} = \frac{70 - 82.3}{9.6}$$

**Drücken Sie    Anzeige**

|                   |          |   |
|-------------------|----------|---|
| 70 <b>ENTER</b> + | 70.0000  | Nichtstandardisierte Variable $x'$ eingeben |
| 82.3 <b>[-]</b>   | -12.3000 | Mittelwert subtrahieren                     |
| 9.6 <b>[+]</b>    | -1.2813  | Geteilt durch die Standardabweichung        |

Der Wert  $x = -1.2813$  bedeutet, daß der Wert 70 Punkte 1.2813 Einheiten der Standardabweichung links von der mittleren Punktzahl (82.3) liegt. Rechnen Sie weiter:

**Drücken Sie    Anzeige**

|  |        |   |
|--|--------|---|
| <b>f</b> <b>Q</b>                                  | 0.1001 | Anteil der Studenten, die die geforderte Punktzahl <b>nicht</b> erreicht hat. |
| 1 <b>x<math>\leftrightarrow</math>y</b> <b>[-]</b> | 0.8999 | Ca. 90 % der Studenten haben die Prüfung bestanden.                           |

**Beispiel:**

Die Lebensalter der Angestellten der Knicknack-Werke haben eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 35 Jahren und eine Standard-Abweichung von 12 Jahren. Die Personal-Abteilung führt eine ungezielte Stichprobe von 100 Angestellten durch, um die Auswirkung auf einen vorliegenden Pensionierungsplan zu bestimmen. Welcher Anteil aus dieser Stichprobe kann für die Lebensalter zwischen 40 und 45 erwartet werden?

**Drücken Sie    Anzeige**

|          |                |         |   |
|----------|----------------|---------|---|
| 45       | <b>ENTER</b> ↑ | 45.0000 |   |
| 35       | ▢              | 10.0000 |   |
| 12       | ÷              | 0.8333  |   |
| <b>f</b> | <b>Q</b>       | 0.7977  | Anteil der Lebensalter unter 45           |
| 40       | <b>ENTER</b> ↑ | 40.0000 |   |
| 35       | ▢              | 5.0000  |   |
| 12       | ÷              | 0.4167  |   |
| <b>f</b> | <b>Q</b>       | 0.6615  | Anteil der Lebensalter unter 40           |
| ▢        |                | 0.1361  | Anteil der Lebensalter zwischen 40 und 45 |

**Beispiel:**

Das monatliche Einkommen der Haushalte eines amerikanischen Ortes hat eine Normalverteilung mit einem mittleren Einkommen von 12400 Dollar. Die Standardabweichung beträgt 3850 Dollar. Berechnen Sie die Einkommensgrenze, die von den obersten 10 % der Haushalte überschritten werden.

**Drücken Sie    Anzeige**

|          |                         |           |  |
|----------|-------------------------|-----------|--|
| .1       | <b>ENTER</b> ↑          | 0.1000    | Oberstes Zehntel der Haushalte eingeben  |
| 1        | <b>x<sup>2</sup>y</b> ▢ | 0.9000    | Anteil der Haushalte, die unter der zu ermittelnden Einkommensgrenze liegt.<br>(Diese Umformung ist notwendig, weil die Berechnung der Funktion $Q^{-1}$ voraussetzt, daß die Zahl im X-Register den Wert der Fläche <b>links</b> von der Standardabweichung angibt. |
| <b>g</b> | <b>Q<sup>-1</sup></b>   | 1.2816    | Anzahl der Standardabweichungen oberhalb des mittleren Einkommens.   |
| 3850     | <b>x</b>                | 4933.9735 | Multiplikation mit der Standardabweichung  |

12400  $\boxplus$ 

17333.9735

Mittelwert addieren

**Ergebnis:** 10 % der Haushalte haben ein monatliches Einkommen, welches über 17333.9735 Dollar liegt.

## 5. FAKULTÄT

Die Funktion n! (Fakultät) errechnet das Produkt ganzer positiver Zahlen von 1 bis n. Mit dieser Funktion können Sie schnell und leicht die Anzahl von Kombinationen und Permutationen bestimmen.

### Beispiel:

Die Willie's Widget Werke brauchen von Ihren Erzeugnissen Werbefotos für eine Anzeigenreihe. Wieviel Möglichkeiten hat ein Fotograf die acht Widget-Modelle für eine Aufnahme unterschiedlich nebeneinander anzuordnen?



### Lösung:

Die Anzahl der möglichen Anordnungen ist gegeben durch:

$$8! = 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

### Drücken Sie Anzeige

8  $\boxtimes$   $\boxplus$ 

40320.0000

Der Fotograf kann die Widgets auf 40 320 verschiedene Weisen anordnen.

### Beispiel:

Der Fotograf schaut durch seinen Kamera-Sucher. Dabei entscheidet er sich nur 5 Widget-Modelle in einer Aufnahme zu erfassen, um die feinen Einzelheiten der Widgets auf dem Film festzuhalten. Wieviel Aufnahmen von 5 unterschiedlich nebeneinander angeordneten Widgets aus den vorhandenen 8 Modellen sind möglich?

### Lösung:

Die Anzahl der möglichen Zusammenstellungen ist gegeben durch

$$\frac{8!}{(8-5)! 5!}$$

**Drücken Sie    Anzeige**8  $\boxed{g}$   $\boxed{nl}$     40320.0000    8!8  $\boxed{\text{ENTER}\uparrow}$     8.00005  $\boxed{-}$     3.0000 $\boxed{g}$   $\boxed{nl}$     6.0000    (8 - 5)!5  $\boxed{g}$   $\boxed{nl}$     120.0000    5! $\boxed{\times}$     720.0000 $\boxed{\div}$     56.0000

Der Fotograf hat 56 Möglichkeiten,  
5 Widgets für eine Aufnahme  
zusammenzustellen.

## 6. PROZENTUALER ANTEIL AN EINER SUMME

Die Funktion  $\boxed{\% \Sigma}$  (Prozentualer Anteil an einer Summe) ermöglicht Ihnen die Berechnung des Prozentsatzes von Teilsummen an einer Gesamtsumme. Dabei bleibt der Wert der Gesamtsumme erhalten. Die Teilsumme wird in das X-Register (Anzeige) gegeben und der prozentuale Anteil dieser Zahl an der Gesamtsumme in Speicherregister R<sub>1</sub> wird mit  $\boxed{f}$   $\boxed{\% \Sigma}$  nach folgender Formel berechnet:

$$\% \Sigma = \frac{y}{\Sigma x} \cdot 100$$

Das Ergebnis der Berechnung mit  $\boxed{\% \Sigma}$  überschreibt den Wert im X-Register. Der restliche Stack (Y, Z, T) bleibt unverändert. (Der Eingabewert x für die Teilsumme befindet sich nach der Berechnung im LAST X-Register.) Vor der Berechnung mit  $\boxed{\% \Sigma}$  können Sie mit der Taste  $\boxed{\Sigma+}$  alle gegebenen Einzelwerte zur Gesamtsumme im Speicherregister R<sub>1</sub> aufsummieren. Natürlich können Sie eine gegebene Gesamtsumme auch direkt mit den Tasten  $\boxed{\text{STO}}$   $\boxed{\cdot}$   $\boxed{1}$  abspeichern.

**Beispiel:**

Eine chemische Verbindung besteht aus 5,4 g Wasserstoff (H), 172,8 g Sauerstoff (O) und 866,7 g Schwefel (S). Wie groß ist der prozentuale Anteil jeder einzelnen Chemikalie an der Verbindung und welches Gesamtgewicht hat diese Verbindung?

**Drücken Sie**    **Anzeige**

|                                  |           |  |
|----------------------------------|-----------|--|
| <b>f</b> CLEAR <b>ALL</b>        | 0.0000    | Alle Register (einschl. Stack) gelöscht. |
| 5.4 <b>STO</b> 1                 | 5.4000    |  |
| <b>Σ+</b>                        | 1.0000    |  |
| 172.8 <b>STO</b> 2               | 172.8000  |  |
| <b>Σ+</b>                        | 2.0000    |  |
| 866.7 <b>STO</b> 3               | 866.7000  |  |
| <b>Σ+</b>                        | 3.0000    |  |
| <b>RCL</b> 1 <b>f</b> <b>% Σ</b> | 0.5168    | % Wasserstoff in der Verbindung          |
| <b>RCL</b> 2 <b>f</b> <b>% Σ</b> | 16.5375   | % Sauerstoff in der Verbindung           |
| <b>RCL</b> 3 <b>f</b> <b>% Σ</b> | 82.9457   | % Schwefel in der Verbindung             |
| <b>RCL</b> <b>□</b> 1            | 1044.9000 | Gesamtgewicht der Verbindung in Gramm    |

## 7. PROZENTUALER UNTERSCHIED

Mit den Tasten **g** **Δ%** können Sie den prozentualen Unterschied, d. h. die relative Zu- oder Abnahme zwischen zwei Zahlen wie folgt berechnen:

1. Geben Sie zuerst die Basiszahl ein (Bezugsgröße).
2. Drücken Sie **ENTER** (Bezugsgröße wird in das Y-Register gegeben).
3. Geben Sie die zweite Zahl ein (2. Zahl ist im X-Register).
4. Drücken Sie **g** **Δ%**.

Das Ergebnis steht in der Anzeige (X-Register). Im Y-Register bleibt die Bezugsgröße (Basiszahl) erhalten.

Ein positives Ergebnis bezeichnet eine Zunahme, während ein negatives Ergebnis eine prozentuale Abnahme anzeigt.

Benutzte Formel: 
$$\Delta \% = \frac{x-y}{y} \cdot 100$$

### Beispiel:

Theodor Thaler mann's Münzensammlung wurde im Jahre 1974 auf 475 DM geschätzt. Drei Jahre später, 1977, betrug der Wert der Sammlung 625 DM. Wieviel Prozent betrug die Wertsteigerung der Sammlung von 1974 bis 1977?

**Drücken Sie**    **Anzeige**475 **ENTER**↑    475.0000625 **g** **Δ%**    31.5789    Prozentuale Wertzunahme

## 8. HYPERBELFUNKTIONEN

Auf dem HP-32E können Sie folgende Hyperbelfunktionen und deren Umkehrungen (Areafunktionen) berechnen:

- f** **SINH**    Hyperbelsinus (sinus hyperbolicus)
- f** **COSH**    Hyperbelkosinus (cosinus hyperbolicus)
- f** **TANH**    Hyperbeltangens (tangens hyperbolicus)
- g** **SINH<sup>-1</sup>**    Inverser Hyperbelsinus (area sinus hyperbolicus)
- g** **COSH<sup>-1</sup>**    Inverser Hyperbelkosinus (area cosinus hyperbolicus)
- g** **TANH<sup>-1</sup>**    Inverser Hyperbeltangens (area tangens hyperbolicus)

Benutzt Formeln:

$$\sinh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \qquad \sinh^{-1} x = \operatorname{ar} \sinh x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$$

$$\cosh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \qquad \cosh^{-1} x = \operatorname{ar} \cosh x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$$

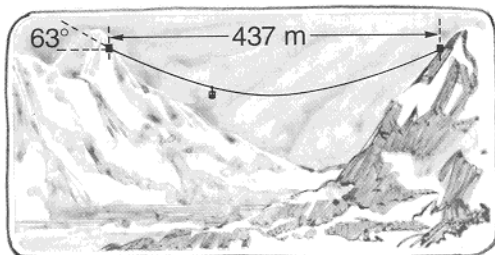
$$\tanh x = \frac{\sinh x}{\cosh x} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \qquad \tanh^{-1} x = \operatorname{ar} \tanh x = \frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x}$$

Die Berechnung dieser Funktionen wird in gleicher Weise ausgeführt, wie die der trigonometrischen Funktionen (siehe Handbuch "So lösen Sie Rechenprobleme mit Ihrem Hewlett-Packard Rechner"), mit einem Unterschied, daß bei der Berechnung der Hyperbelfunktionen SINH, COSH und TANH das Argument  $x$  des Eingabewertes immer im Bogenmaß einzusetzen ist. Auch der Wert  $x$  nach Berechnung der Umkehrfunktionen  $\operatorname{SINH}^{-1}$ ,  $\operatorname{COSH}^{-1}$  und  $\operatorname{TANH}^{-1}$  wird als Bogenmaß angezeigt.



**Beispiel:**

Eine Bergseilbahn bringt Touristen von einem Berg zu einem anderen, welcher 437 Meter weit entfernt liegt. Das Tragekabel bildet an den Endpunkten einen Winkel von  $63^\circ$  zur Horizontalen. Wie lange dauert die Fahrt zwischen den beiden Gipfeln, wenn die Bahn auf dem Tragekabel mit einer Geschwindigkeit von 135 Metern pro Minute entlang fährt?



**Lösung:** Die Fahrtdauer wird mit folgender Formel berechnet:

$$t = \frac{437 \tan 63^\circ}{135 \sinh^{-1}(\tan 63^\circ)}$$

**Drücken Sie**      **Anzeige**

**g** **DEG**

0.0000

Winkelmodus auf Altgrad stellen  
(Es wird angenommen, daß in der Anzeige keine Werte aus vorangegangenen Rechnungen stehen.)

437 **ENTER**↑

437.0000

63 **f** **TAN**

1.9626

**ENTER**↑

1.9626

**g** **SIN<sup>-1</sup>**

1.4268

135 **x**

192.6164

**÷**

0.0102

**x**

4.4527

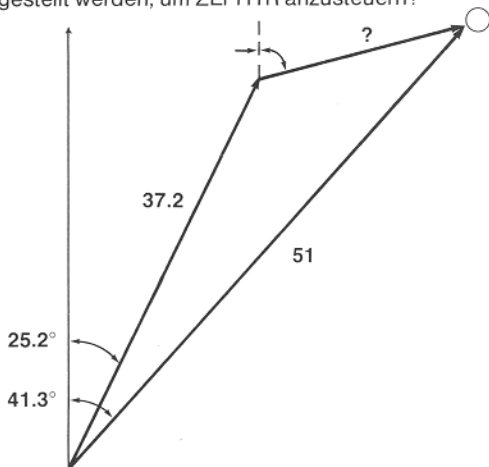
Die Fahrzeit zwischen den Bergspitzen beträgt etwa  $4\frac{1}{2}$  Minuten.

## 9. VEKTOR-ADDITION UND -SUBTRAKTION

Mit den Tasten **Σ+** und **Σ-** können rechtwinklige Koordinaten von Vektoren addiert und subtrahiert werden. Zur Umwandlung von Polarkoordinaten in rechtwinklige und umgekehrt können die Tasten **→R** und **→P** benutzt werden.

**Beispiel:**

Das Raumschiff FELICITY ist aus einer schweren Schlacht mit dem Raumschiff TANATOS des abtrünnigen Planeten MALDEK siegreich hervorgegangen. Dabei ist aber die automatische Steuerung von FELICITY beschädigt worden, so daß die Einstellung der Schubkraft der Hauptmaschine bei 37.2 Meganewton (MN) und des Kurswinkels bei  $25.2^\circ$  bezogen auf die Richtung zum Stern ULTIMA blockiert ist. Für die Rückkehr zu ihrem Heimatplaneten ZEPHYR errechnet der Navigator von FELICITY mit Hilfe der Himmelsraumkarte einen Kurs von  $41.3^\circ$  bei einer Schubkraft von 51 MN. Auf welchen Schub und auf welchen Winkel muß die Steuerung der Hilfsmaschine eingestellt werden, um ZEPHYR anzusteuern?

**Lösung:**

Der gesuchte Schubvektor der Hilfsmaschine (Schubkraft in MN, Kurswinkel in Grad) ist gleich der Differenz zwischen dem erforderlichen Soll-Schubvektor (51 MN,  $41.3^\circ$ ) in Richtung ZEPHYR und dem unbeeinflussbaren Schubvektor der Hauptmaschine (37.3 MN,  $25.2^\circ$ ).

Vor der Eingabe der Vektoren müssen ihre Polarkoordinaten mit der Taste  $\boxed{\rightarrow R}$  in rechtwinklige Koordinaten umgewandelt werden. Die rechtwinkligen Koordinaten des ersten Vektors (51 MN,  $41.3^\circ$ ) werden mit der Taste  $\boxed{\Sigma +}$  eingegeben und davon die des zweiten Vektors (37.2 MN,  $25.2^\circ$ ) mit der Taste  $\boxed{\Sigma -}$  subtrahiert. Die Differenz wird mit den Tasten  $\boxed{RCL}$   $\boxed{\Sigma +}$  in das X- und Y-Register zurückgerufen und abschließend mit der Taste  $\boxed{\rightarrow P}$  wieder in Polarkoordinaten umgewandelt. Im X-Register steht dann die Schubkraft in MN und im Y-Register befindet sich der Winkel für den Schubvektor der Hilfsmaschine.

| Drücken Sie                            | Anzeige |  |
|--|---------|--|
| <b>f</b> CLEAR $\Sigma$                | 0.0000  | Alle Statistik-Register löschen.<br>(Es wird angenommen, daß in der Anzeige kein Wort aus vorangegangenen Rechnungen stand.)   |
| <b>g</b> DEG                           | 0.0000  | Winkelmodus auf Altgrad (DEG) stellen.   |
| 41.3 <b>ENTER</b> +                    | 41.3000 | Winkel des ersten Vektors (Soll-Vektor) in in Richtung ZEPHYR) in das Y-Register eingeben.   |
| 51 <b>f</b> $\rightarrow$ R            | 38.3145 | Betrag des ersten Vektors in das X-Register eingeben und in rechtwinklige Koordinaten umwandeln.   |
| <b><math>\Sigma</math>+</b>            | 1.0000  | Die rechtwinkligen Koordinaten des ersten Vektors werden in den Registern R <sub>1</sub> und R <sub>3</sub> summiert.  |
| 25.2 <b>ENTER</b> +                    | 25.2000 | Winkel des Hauptmaschinen-Schubvektors in das Y-Register eingeben.   |
| 37.2 <b>f</b> $\rightarrow$ R          | 33.6596 | Betrag des Hauptmaschinen-Schubvektors in das X-Register eingeben und Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten.   |
| <b>f</b> $\Sigma$ -                    | 0.0000  | Die rechtwinkligen Koordinaten des Hauptmaschinen-Schubvektors werden von den rechtwinkligen Koordinaten des ersten Vektors (Soll-Vektor in Richtung ZEPHYR) subtrahiert in den Registern R <sub>1</sub> und R <sub>3</sub> subtrahiert. |
| <b>RCL</b> <b><math>\Sigma</math>+</b> | 4.6549  | Rückruf der rechtwinkligen Koordinaten des Schubvektors der Hilfsmaschine aus den Registern R <sub>1</sub> und R <sub>3</sub> in das X- und Y-Register.  |
| <b>g</b> $\rightarrow$ P               | 18.4190 | Umwandlung in Polarkoordinaten. In der Anzeige steht die erforderliche Schubkraft der Hilfsmaschine in Meganewton (MN).  |
| <b><math>x \rightarrow y</math></b>    | 75.3613 | Erforderlicher Winkel des Hilfsmaschinen-Schubvektors.   |

## ANHANG A

### PFLEGE UND WARTUNG

---

Ihr Rechner ist ein weiteres Beispiel für ein neuzeitliches Design, überlegene Leistungen und hervorragende Entwicklung und Fertigung im Detail, was alle elektronischen Geräte von Hewlett-Packard seit 30 Jahren auszeichnet. Jeder Hewlett-Packard Rechner ist ein Präzisions-Gerät, welches von Menschen entwickelt wurde, die sich ganz der Aufgabe widmen, Ihnen für den entsprechenden Preis den bestmöglichen Gegenwert zu geben.

Jeder Rechner wird nach seiner Fertigung auf mechanische und elektrische Fehler gründlich geprüft.

Wenn Sie einen Hewlett-Packard Rechner erwerben, so haben Sie es mit einem Unternehmen zu tun, das hinter seinen Produkten steht.

### NETZBETRIEB

Ihr Rechner enthält einen Batteriesatz mit wiederaufladbaren NC-Akkumulatoren. Wenn Sie Ihren Rechner erhalten, kann es möglich sein, daß sich die Batterien entladen haben. Sie können Ihren Rechner trotzdem sofort verwenden, wenn Sie ihn über das mitgelieferte Ladegerät an das Netz anschließen.

**Vorsicht!** Wenn Sie Ihren Rechner am Netz betreiben, muß der Batteriesatz im Rechner eingesetzt sein, andernfalls kann das Gerät beschädigt werden.

Wenn Sie das Netzladegerät benutzen wollen, müssen Sie wie folgt vorgehen:

1. Der Rechner braucht **nicht** ausgeschaltet zu sein.
2. Stecken Sie den kleinen Stecker des Ladegerätes in die rückwärtige Buchse des Rechners.
3. Stecken Sie den Netzstecker in eine Steckdose.

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

## BATTERIEBETRIEB

Wenn Sie Ihren Rechner aus der Batterie betreiben wollen, ziehen Sie einfach den kleinen Stecker des Ladegerätes vom Rechner ab. (Der Netzstecker des Ladegerätes braucht nicht aus der Steckdose gezogen werden.)

Bei Batteriebetrieb können Sie den Rechner überallhin mit sich führen. Bei voll geladenem Batteriesatz können Sie den Rechner ca. 3 Stunden lang ununterbrochen benutzen. Wenn Sie den Rechner immer dann abschalten, wenn Sie ihn nicht benötigen, reicht die Batterieladung leicht für einen vollen Arbeitstag.

## ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn Sie den Rechner netzunabhängig verwenden und die Batterie fast entladen ist, erscheint ein Punkt ganz links oben in der Anzeige und macht Sie darauf aufmerksam, daß Sie nur noch 1 – 25 Minuten Rechenzeit haben.

Anzeige abfallender }  
Batteriespannung } —————> ● 1.23 49

Wenn in diesem Ladezustand in der Anzeige eine negative Zahl steht, sieht das Minuszeichen wie ein unvollständiges Divisionszeichen ( $\div$ ) aus:

●  $\div$ 1.23 49

Sie müssen jetzt entweder das Netzladegerät anschließen oder einen voll geladenen Batteriesatz anstelle des entladenen in den Rechner einsetzen.

## LADEN DER BATTERIE

Wenn Sie den Rechner über das Ladegerät betreiben, werden gleichzeitig die Batterien geladen. Mit eingesetztem Batteriesatz und angeschlossenem Ladegerät werden diese sowohl im eingeschalteten als auch im ausgeschalteten Zustand geladen. Die normale Ladezeit für einen völlig entladenen Batteriesatz beträgt (abhängig von der Netzspannung):

Rechner ausgeschaltet: 5 bis 9 Stunden

Rechner eingeschaltet: 17 Stunden

Nach jeweils kürzeren Ladezeiten wird auch die Betriebsdauer des Rechners geringer. Unabhängig davon, ob der Rechner während des Ladevorgangs ein- oder ausgeschaltet ist, besteht für die Batterien keine Gefahr, daß sie überladen werden. Dabei ist es normal, daß das Ladegerät handwarm wird, wenn es am Netz angeschlossen ist.

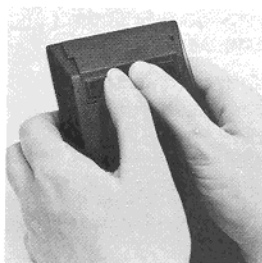
## AUSWECHSELN DES BATTERIESATZES

Wenn Sie den Batteriesatz wechseln wollen, verfahren Sie nach folgenden Anweisungen:

1. Schalten Sie den Rechner aus und ziehen Sie das Kabel des Ladegerätes vom Rechner ab.



2. Drücken Sie an der markierten Stelle auf den Batteriefach-Deckel bis die Deckelverriegelung aufspringt.



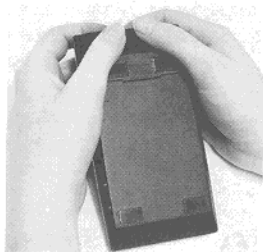
3. Nach Abnahme des Deckels drehen Sie den Rechner um und schütteln leicht, bis der Batteriesatz in Ihre Hand fällt.



- Legen Sie einen neuen Batteriesatz in den Rechner ein. Ihr Rechner wird nur eingeschaltet, wenn der Batteriesatz richtig eingesetzt ist.



- Setzen Sie den Batteriedeckel ein und lassen ihn mit der Verriegelung einrasten.



- Drehen Sie den Rechner mit der Vorderseite nach oben und schalten Sie ihn ein. Falls die Anzeige nicht aufleuchtet, ist die Batterie nicht ordnungsgemäß eingesetzt.



## PFLERGE DES BATTERIESATZES

Auch wenn Sie Ihren Rechner nicht benutzen, findet eine langsame Selbstentladung der Batterie von etwa 1 % pro Tag statt. Nach einer Lagerung von 30 Tagen kann die Batterie nur noch etwa 50 – 75 % ihrer Ausgangsladung haben. Falls die Selbstentladung so weit fortgeschritten ist, daß sich der Rechner nicht mehr einschalten läßt, so sollten Sie die entladene Batterie gegen eine aufgeladene austauschen oder das Ladegerät anschließen und die entladene Batterie mindestens 12 Stunden lang laden.

Falls sich die Batterie in kurzer Zeit von selbst entlädt, kann es sein, daß sie defekt ist. Falls die Garantiezeit von einem Jahr noch nicht abgelaufen ist, senden Sie den Batteriesatz, gemäß den Versandbestimmungen, an Hewlett-Packard. (Falls Sie über die Fehlerursache im Zweifel sind, so senden Sie uns den Rechner einschließlich Batterie und Ladegerät ein.) Sollte die Garantiezeit für die Batterie abgelaufen sein, so können Sie bei der nächsten HP-Vertretung einen neuen Batteriesatz bestellen.

**Vorsicht!** Versuchen Sie nicht, einen Batteriesatz zu verbrennen oder mit einem zu hohem Strom zu laden – die NC-Akkumulatoren können dabei platzen und giftige Stoffe freisetzen.

Versuchen Sie nicht auf irgendeine Art die Batterieanschlüsse kurzzuschließen – der Batteriesatz kann sich erhitzen und im schlimmsten Fall einen Brand verursachen.

## TEMPERATURBEREICH

Der Rechner ist für die folgenden Temperaturbereiche ausgelegt:

|          |                 |                  |
|----------|-----------------|------------------|
| Betrieb: | 0° bis 45 °C    | 32° bis 113 °F   |
| Laden:   | 15° bis 40 °C   | 59° bis 104 °F   |
| Lagern:  | -40° bis +55 °C | -40° bis +131 °F |

## KEINE ANZEIGE

Wenn die Anzeige dunkel bleibt oder erlischt, schalten Sie den Rechner aus und dann wieder ein. Wenn Sie nicht die Anzeige **0.0000** erhalten, überprüfen Sie die folgenden Punkte:

1. Falls das Ladegerät angeschlossen ist, sollten Sie prüfen, ob die Netzspannung an der Steckdose anliegt.
2. Überprüfen Sie den Batteriesatz und das Batteriefach auf verschmutzte, oxydierte oder schlechte Kontakte.



3. Tauschen Sie den Batteriesatz, wenn möglich, gegen einen geladenen Reserve-Batteriesatz aus.
4. Wenn die Anzeige noch immer ausbleibt, versuchen Sie den Rechner mit eingesetztem Batteriesatz über das Netz-Ladegerät zu betreiben.
5. Wenn Sie jetzt immer noch keine Anzeige erhalten, so schicken Sie uns Ihren Rechner mit Batterie und Ladegerät ein. (siehe Absatz Gewährleistung)

## 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:

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

## REPARATUR-DAUER

Normalerweise erfolgt die Reparatur und der Rückversand von Hewlett-Packard Rechnern innerhalb von fünf Werktagen. In Abhängigkeit von der Belastung der Service-Abteilung kann diese Frist möglicherweise im Einzelfall überschritten werden.

## VERSANDANWEISUNGEN

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

Ihren Rechner mit Batterie und Netz-Ladegerät.  
Eine komplett ausgefüllte Service-Karte.

Schicken Sie Ihren Rechner in der Original-Verpackung sicher verpackt an die in der Service-Karte angegebene Anschrift der Service-Stelle. Das Porto geht zu Lasten des Einsenders, unabhängig davon, ob die Gewährleistungsfrist bereits abgelaufen ist oder nicht. Innerhalb der Gewährleistungszeit werden die Kosten für die Rücksendung des Rechners von Hewlett-Packard getragen.

### **Beachten Sie:**

Sollten Sie einmal gezwungen sein, Ihren HP-32E im Ausland zur Reparatur einzuschicken, so vergewissern Sie sich, ob die dortige HP-Niederlassung über Service-Möglichkeiten für Ihren Rechner-Typ verfügt.

Für die Durchführung des Versands trägt der Kunde die Verantwortung.

## SERVICE-STELLEN

Hewlett-Packard unterhält Service-Niederlassungen in vielen Ländern der Welt. Für eine eventuelle Reparatur stehen Ihnen diese Service-Zentralen jederzeit zur Verfügung, auch wenn die Gewährleistungsfrist von einem Jahr schon abgelaufen sein sollte (siehe Versandanweisungen).

Die Service-Zentrale für Deutschland hat ihren Sitz in Frankfurt.

## TECHNISCHE ÄNDERUNGEN

Hewlett-Packard behält sich technische Änderungen vor. Die Produkte werden auf der Basis der Eigenschaften verkauft, die am Verkaufstag gültig waren. Eine Verpflichtung zur Änderung einmal verkaufter Geräte besteht nicht.

## BENUTZER-BERATUNG

Sollten beim Einsatz Ihres Rechners in bestimmten Anwendungsfällen Fragen auftauchen, so rufen Sie einfach unsere Kunden-Beratung an (siehe Verzeichnis der Niederlassungen) oder schreiben direkt an:

HEWLETT-PACKARD GMBH  
Vertriebszentrale Frankfurt  
Berner Straße 117  
Postfach 560 140  
D-6000 Frankfurt 56

Viele Benutzer unserer Rechner schicken uns Tastenfolgen zur Lösung von Problemen ein, die auch für andere HP-Besitzer neu und interessant sein können. Hewlett-Packard ist aber nur bereit, solche Informationen zu verwenden, wenn sie unverbindlich und ohne Verpflichtungen überlassen werden. Da außerdem keine Hinweise und Anregungen angenommen werden, die vertraulich behandelt werden sollen, muß jeder Einsender solcher Informationen folgende Erklärung beigefügt werden:

"Für die hiermit der Firma Hewlett-Packard unverbindlich überlassenen Informationen beanspruche ich weder Vertraulichkeit, noch sind damit irgendwelche Verpflichtungen verbunden. Mir ist bekannt, daß durch die Weitergabe dieser Informationen kein ausdrücklich oder stillschweigend vereinbartes Rechtsverhältnis entsteht. Hewlett-Packard kann ohne Entschädigung für mich von diesen Informationen urheberrechtlichen Gebrauch machen, sie verteilen, veröffentlichen oder über sie in irgendeiner Weise ganz oder teilweise verfügen. **Unterschrift**"

## 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 die nächstliegende Verkaufs-Niederlassung oder Service-Stelle an.

## ANHANG B

## FEHLER – MÖGLICHKEITEN

Einige Rechner-Operationen können unter bestimmten Bedingungen nicht ausgeführt werden (z. B.  $\frac{\square}{\square}$ , wenn  $x = 0$ , d. h. Division durch Null). Werden diese unzulässigen Operationen doch durchgeführt, so erscheint in der Anzeige das Wort **Error** gefolgt von einer Ziffer 0 bis 3.

Folgende Operationen können bei den angegebenen Bedingungen nicht ausgeführt werden:

|          |                                      |   |
|----------|--------------------------------------|---|
| Anzeige: | <b>Error 0</b>                       | bei unzulässigen mathematischen Operationen                         |
|          | $\frac{\square}{\square}$            | wenn $x = 0$  |
|          | <b><math>y^x</math></b>              | wenn $y = 0$ und $x \leq 0$ , oder $y < 0$ und $x$ nicht ganzzahlig |
|          | <b><math>\sqrt{x}</math></b>         | wenn $x < 0$  |
|          | $\frac{1}{x}$                        | wenn $x = 0$  |
|          | LOG                                  | wenn $x \leq 0$   |
|          | LN                                   | wenn $x \leq 0$   |
|          | SIN <sup>-1</sup>                    | wenn $x > 1$  |
|          | COS <sup>-1</sup>                    | wenn $x > 1$  |
|          | COSH <sup>-1</sup>                   | wenn $x < 1$  |
|          | TANH <sup>-1</sup>                   | wenn $x > 1$  |
|          | $Q^{-1}$                             | wenn $x < 0$ oder $x > 1$   |
|          | nl                                   | wenn $x < 0$ oder $x$ nicht ganzzahlig                              |
|          | <b>STO</b> $\frac{\square}{\square}$ | wenn $x = 0$  |

Anzeige:

**STO**  $\oplus$  n  
**STO**  $\ominus$  n  
**STO**  $\otimes$  n  
**STO**  $\div$  n  
**STO**  $\oplus$  .n  
**STO**  $\ominus$  .n  
**STO**  $\otimes$  .n  
**STO**  $\div$  .n

Speicherregister-Überlauf

Betrag der Zahl in den Speicherregistern  $R_n$  oder  $R_{.n}$  ist nach einer Rechenoperation größer als  $9.999999999 \times 10^{99}$

Anzeige:

**STO** n  
**RCL** n  
**STO**  $\oplus$  n  
**STO**  $\ominus$  n  
**STO**  $\otimes$  n  
**STO**  $\div$  n

Ungültige Speicher-Adresse

n = 9

**STO** .n  
**RCL** .n  
**STO**  $\oplus$  .n  
**STO**  $\ominus$  .n  
**STO**  $\otimes$  .n  
**STO**  $\div$  .n

n  $\geq$  6

Anzeige:

**Error 3**  
 $\otimes$   
 $\leq$   
 $\leq$   
 $\leq$   
 $\leq$   
 $\leq$   
**L.R.**

Unzulässige Statistik-Operationen

wenn n = 0

wenn n  $\leq$  1wenn n  $\leq$  1wenn n  $\leq$  1wenn n  $\leq$  1wenn n  $\leq$  1

**Beachten Sie:**

**Error 3** wird ebenfalls angezeigt, wenn bei statistischen Berechnungen mit folgenden Formeln eine Division durch Null oder die Berechnung der Quadratwurzel aus einer negativen Zahl erforderlich wird:

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

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

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

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

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

(A und B sind die Werte, die man nach der Berechnung der Funktion L.R. erhält, wobei  $y = Ax + B$ .)

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

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

wobei:

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

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

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

Anzeige:

**Error 9** Fehleranzeige bei der Selbst-Kontrolle

## NÜTZLICHE UMRECHNUNGSFAKTOREN

---

Die folgenden Faktoren sind, soweit möglich, mit einer Genauigkeit bis zu 10 Stellen angegeben. Exakte Werte sind mit zwei Sternen versehen.  
Referenz: Metric Practice Guide E380-74 der American Society for Testing and Materials (ASTM).

### Länge

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| 1 Zoll            | = 25,4 Millimeter **            |
| 1 Fuß             | = 0,3048 Meter **               |
| 1 Meile (Land-) * | = 1,609 344 Kilometer **        |
| 1 Meile (See-) *  | = 1,852 Kilometer **            |
| 1 Meile (See-) *  | = 1,150 779 448 Meile (Land-) * |

### Fläche

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| 1 Quadrat Zoll   | = 6,4516 Quadratzentimeter **  |
| 1 Quadratfuß     | = 0,092 903 04 Quadratmeter ** |
| 1 Acre           | = 43 560 Quadratfuß            |
| 1 Quadratmeile * | = 640 Acres *                  |

### Volumen

|                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1 Kubikzoll           | = 16,387 064 Kubikzentimeter ** |
| 1 Kubikfuß            | = 0,028 316 847 Kubikmeter      |
| 1 Unze (flüssig) *    | = 29,573 529 56 Kubikzentimeter |
| 1 Unze (flüssig) *    | = 0,029 573 530 Liter           |
| 1 Gallone (flüssig) * | = 3,785 411 784 Liter **        |

### Gewichte

|                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| 1 Unze (fest)  | = 28,349 523 12 Gramm       |
| 1 Pfund        | = 0,453 592 37 Kilogramm ** |
| 1 Tonne (U.S.) | = 0,907 184 74 Tonne **     |

### Energie

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 1 B.T.U.<br>(British Thermal Unit) | = 1055,055 853 Joule |
| 1 Kilokalorie                      | = 4186 Joule         |
| 1 Wattstunde                       | = 3600 Joule **      |

**Kraft**

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1 Unze (Energie) *  | = 0,278 013 85 Newton  |
| 1 Pound (Energie) * | = 4,448 221 615 Newton |
| 1 Kilopond          | = 9,806 65 Newton      |

**Leistung**

|      |              |
|------|--------------|
| 1 PS | = 735,5 Watt |
|------|--------------|

**Druck**

|              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| 1 Atmosphäre | = 760 mm Hg auf Meereshöhe     |
| 1 Atmosphäre | = 14,7 Pond * pro Quadratzoll  |
| 1 Atmosphäre | = 101 325 Pascal = 1,01325 bar |

**Temperatur**

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| Fahrenheit | = 1,8 Celsius +32          |
| Celsius    | = 5/9 (Fahrenheit -32)     |
| Kelvin     | = Celsius +273,15          |
| Kelvin     | = 5/9 (Fahrenheit +459,67) |
| Kelvin     | = 5/9 Rankine              |

\* U.S. Maße.

\*\* Exakte Werte.







**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