

HEWLETT-PACKARD

HP-32E

Bedienungshandbuch

HEWLETT  PACKARD

Hewlett-Packard GmbH:

6000 Frankfurt 56, Bernerstrasse 117, Postfach 560 140, Tel. (0611) 50 04-1
7030 Boeblingen, Herrenbergerstrasse 110, Tel. (07031) 667-1
4000 Dusseldorf 11, Emanuel-Leutze-Strasse 1 (Seestern), Tel. (0211) 5 97 11
2000 Hamburg 1, Wendenstrasse 23, Tel. (040) 2413 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 Nurnberg, 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 Oesterreich/für sozialistische Staaten:
Handelskai 52, Postfach 75 A-1205 Wien, Tel. (0222) 3516 21 bis 27, 33 66 06 bis 08
und 3315 29

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

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



„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 Problem-Lösungs-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

[\rightarrow RAD] Wandelt in Altgrad (dezimal) gegebene Winkel in Bogenmaß um.

[\rightarrow DEG] Wandelt in Bogenmaß gegebene Winkel in Altgrad (dezimal) um.

[\rightarrow H.MS] Wandelt dezimale Stunden oder dezimale Altgrad in die Form Stunden (Grad), Minuten und Sekunden um.

[\rightarrow S] Wandelt Stunden, Minuten, Sekunden oder Altgrad, Minuten, Sekunden in dezimale Stunden bzw. dezimale Altgrad um.

HYPERBelfUNKTIONEN

[SINH], **[COSH]**, **[TANH]** Berechnet den hyperbolischen Sinus, hyperbolischen Kosinus und den hyperbolischen Tangens der Zahl im angezeigten X-Register.

[SINH $^{-1}$], **[COSH $^{-1}$]**, **[TANH $^{-1}$]** Berechnet die Umkehrungen (inverse Δ Arealfunktionen) der Hyperbelfunktionen Sinh, Cosh und Tanh.

LOGARITHMEN UND

EXPONENTIALFUNKTIONEN

[y x] Allgemeine Exponentialfunktion; Berechnung beliebiger Potenzen. Eingabewerte müssen im X- und Y-Register stehen.

[LN] Berechnet den natürlichen Logarithmus (Basis e = 2,718281828) der angezeigten Zahl.

[e x] Berechnet den Wert der natürlichen Exponentialfunktion. Exponent x muß im X-Register stehen.

[LOG] Berechnet den dekadischen (Basis 10) Logarithmus der angezeigten Zahl.

[\rightarrow X] Berechnet die Potenz mit der Basis 10 und dem angezeigten Exponenten x

KOORDINATENUMWANDLUNG

[\rightarrow P] Wandelt rechtwinklige Koordinaten (x, y) im X- und Y-Register in entsprechende Polarkoordinaten (r, 0) um.

[\rightarrow R] Wandelt Polarkoordinaten (r, 0) in entsprechende rechtwinklige Koordinaten (x, y) um.

UMWANDLUNGEN VON MASSEINHEITEN

[\rightarrow in] Wandelt Millimeter in Zoll um.
[\rightarrow mm] Wandelt Zoll in Millimeter um.

[\rightarrow °F] Wandelt Grad Celsius in Grad Fahrenheit um.

[\rightarrow °C] Wandelt Grad Fahrenheit in Grad Celsius um.

[\rightarrow lbm] Wandelt Kilogramm in Pfund (lbm Δ pound mass) um.

[\rightarrow kg] Wandelt Pfund (pound mass Δ lbm) in Kilogramm um.

[\rightarrow gal] Wandelt Liter in Gallonen (U.S.) um.

[\rightarrow ltr] Wandelt Gallonen (U.S.) in Liter um.

PROZENTRECHNUNG

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

[$\Delta\%$] Berechnet den prozentualen Unterschied zwischen den Werten im Y- und X-Register.

[% Σ] Berechnet den prozentualen Anteil der angezeigten Zahl x von der Zahl (Σx) im Speicher-Register R₁.

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,

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 Ergebnisse 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 (R₀ bis R₈ und R₀ bis R₅) 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 **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 R₀ bis R₈ und R₀ bis R₅. Im Handbuch „**So lösen Sie Rechenprobleme mit Ihrem Hewlett-Packard Rechner**“ wird das Speichern und Abrufen von Daten einschließlich Speicher-Arithmetik mit den Speicherregistern R₀ bis R₈ beschrieben. Die gleichen Möglichkeiten haben Sie auch mit den Speicherregistern R₀ bis R₅, nur mit dem Unterschied, daß Sie vor der Speicheradresse (0 bis 5) jeweils die Dezimalpunkt-Taste **.** drücken müssen.

Die 6 Speicherregister R₀ bis R₅ 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 R₀ bis R₅ aufsummiert. Bevor Sie mit Summationen beginnen, die mit der Taste **$\Sigma+$** oder **$\Sigma-$** durchgeführt werden, müssen die Speicherregister R₀ bis R₅ mit der Tastenfolge **CLEAR** 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 R₀ bis R₅ 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., \bar{x} oder \bar{y} zu einer Fehleranzeige **Error 3** führen kann. Um das Y-Register zu löschen, könnten Sie **CLEAR ALL** drücken. Dadurch löschen Sie aber auch die Daten-Speicherregister R₀ bis R₈. Falls Sie Daten in diesen Speicherregistern erhalten wollen, sollten Sie statt **CLEAR ALL** die Tastenfolge **CLEAR CLX ENTER** drücken. Nachdem Sie also das Y-Register und die Register R₀ bis R₅ 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 R₁ addiert ($\Sigma x \rightarrow R_1$).
2. Das Quadrat der Zahl im X-Register wird zum Inhalt des Speicherregisters R₂ addiert ($\Sigma x^2 \rightarrow R_2$).
3. Die Zahl im Y-Register des Stack wird zum Inhalt von Speicherregister R₃ addiert ($\Sigma y \rightarrow R_3$).
4. Das Quadrat der Zahl im Y-Register wird zum Inhalt des Speicherregisters R₄ 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 R₅ addiert ($\Sigma xy \rightarrow R_5$).
6. Der Inhalt von Speicherregister R₀ 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	Σx	Summe der x-Werte
R ₂	Σx^2	Summe der Quadrate der x-Werte
R ₃	Σy	Summe der y-Werte
R ₄	Σy^2	Summe der Quadrate der y-Werte
R ₅	Σxy	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 x, 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 x, 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 $9,99999999 \times 10^{99}$) mit der Fehlermeldung "Error 1" an. Bei Summationen mit der Taste **$\Sigma+$** wird **kein** Überlauf in den Registern R₀ bis R₅ angezeigt.

Wenn Sie die einzelnen Summen anzeigen wollen, können Sie den entsprechenden Wert aus dem Speicherregistern R₀ bis R₅ mit den Tasten **RCL** **[** 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 Σx und Σy , so drücken Sie die Tasten **RCL** **$\Sigma+$** . Damit wird gleichzeitig die Summe der x-Werte (Σx) aus R₁ in das angezeigte X-Register und die Summe der y-Werte (Σy) aus R₃ 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 Σx , Σx^2 , Σy , Σy^2 und Σxy für die nachstehenden Wertepaare (x, y):

y	7	5	9
x	5	3	8
Drücken Sie			Anzeige
CLEAR	0.0000	Register R ₀ bis R ₅ werden gelöscht.	
7 ENTER	7.0000	Erstes Datenpaar, n = 1	
5 $\Sigma+$	1.0000	Zweites Datenpaar, n = 2	
5 ENTER	5.0000	Drittes Datenpaar, n = 3	
3 $\Sigma+$	2.0000	Summe der x-Werte aus Register R ₁	
9 ENTER	9.0000	Summer der Quadrate der x-Werte aus Register R ₂	
8 $\Sigma+$	3.0000	Summe der y-Werte aus Register R ₃	
RCL [1	16.0000	Summe der Quadrate der y-Werte aus Register R ₄	
RCL [2	98.0000	Summe der Produkte der x- und y-Werte (xy) aus Register R ₅	
RCL [3	21.0000	Anzahl der Eingaben (n = 3) aus Register R ₀	
RCL [4	155.0000	4.2. Entfernen und Korrigieren von Daten	
RCL [5	122.0000	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.	
RCL [0	3.0000	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 **LSTx** benutzen, um den x-Wert in die Anzeige zu holen).
2. Drücken Sie **[** **$\Sigma-$**], 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 ENTER	9.0000	Falscher y-Wert wird wieder eingegeben.
8	8.	Richtiger x-Wert wird eingegeben.
f SUM	2.0000	Anzahl der Eingaben ist nun zwei.
6 ENTER	6.0000	Richtiger y-Wert wird eingegeben.
8	8.	x-Wert wird erneut eingegeben.
SUM	3.0000	Anzahl der Eingaben ist wieder 3.

4.3. Mittelwert

Sie können die Mittelwerte (arithmetisches Mittel) der mit **SUM** eingegebenen x- und y-Werte berechnen, indem Sie **f** **MEAN** drücken. Die Mittelwerte werden mit den Daten aus den Registern R₁ (Σx), R₃ (Σy) und R₀ (n) nach folgenden Formeln berechnet:

1. Mit den Daten aus den Registern R₁ (Σx) und R₀ (n) wird der Mittelwert der x-Werte berechnet:

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

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

2. Mit den Daten aus den Registern R₃ (Σy) und R₀ (n) wird der Mittelwert der y-Werte berechnet:

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

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

Beim Drücken von **f** **MEAN** wird der Stack in der gleichen Weise wie beim Drücken von **RCL SUM** 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 Tagestiefstemperaturen dieser Woche.



	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	(Δy)
Höchstwert °C	6	11	14	12	5	-2	-9	
Tiefstwert °C	-22	-17	-15	-9	-24	-29	-35	

Drücken Sie Anzeige

f CLEAR	0.0000	Register R ₀ bis R ₅ werden gelöscht. (Es wird angenommen, daß im Stack aus vorherigen Berechnungen keine Werte stehen.)
-----------------------	--------	---

6 ENTER	22.	Erstes Datenpaar eingegeben (n = 1)
CHS SUM	1.0000	
11 ENTER	17.	Zweites Datenpaar eingegeben (n = 2)
CHS SUM	2.0000	
14 ENTER	15.	Drittes Datenpaar eingegeben (n = 3)
CHS SUM	3.0000	
12 ENTER	9.	Viertes Datenpaar eingegeben (n = 4)
CHS SUM	4.0000	
5 ENTER	24.	Fünftes Datenpaar eingegeben (n = 5)
CHS SUM	5.0000	
2 CHS ENTER	-2.0000	
29 CHS SUM	6.0000	Sechstes Datenpaar eingegeben (n = 6)
9 CHS ENTER	-9.0000	
35 CHS SUM	7.0000	
f MEAN	-21.5714	Alle Datenpaare eingegeben (n = 7)
x:Y	5.2851	Mittlere Tagestiefsttemperatur
		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 Σ 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 RCL $\Sigma+$ (s. 4.1. Summationen).

Wenn Sie Σ drücken, geschieht folgendes:

- Der Rechner berechnet die Stichproben-Standardabweichung s_x unter Verwendung der Daten in den Registern R_0 (n), R_1 (Σx), und R_2 (Σx^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.

- Der Rechner berechnet die Stichproben-Standardabweichung s_y unter Verwendung der Daten in den Registern R_0 (n), R_3 (Σy), und R_4 (Σy^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 Ziffernbraß, 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 Mathematikkurs 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 übri-

gen Ergebnisse aus der Stichprobe dieser 8 Tests abzuschätzen. Die erzielten Punktzahlen 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

CLEAR [ALL] 0.0000

79 1.0000

94 2.0000

68 3.0000

86 4.0000

82 5.0000

78 6.0000

83 7.0000

89 8.0000

7.8365

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

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.)

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

Letzter Wert der Stichprobe eingegeben.
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** σ der Grundgesamtheit.

Die Standardabweichung σ 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 σ . 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 Σ 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

\bar{x}	82.3750	Mittelwert der Punktzahlen.
$\Sigma+$	9.0000	Mittelwert wird zu den aufsummierten Daten addiert. Anzeige zeigt insgesamt neun Eingaben.
Σ	7.3304	Standardabweichung aller Punktzahlen 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 R₀ bis R₅ 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 Σ [LR] drücken. (Natürlich müssen zuvor **mindestens zwei Datenpunkte** summiert worden sein, damit der Rechner die Gerade berechnen kann).

Durch Drücken von Σ [LR] werden die Koeffizienten A und B nach folgenden Formeln berechnet:

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

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

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

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

$$B = \frac{\Sigma y - n \bar{x} A}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

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 Σ [xy].

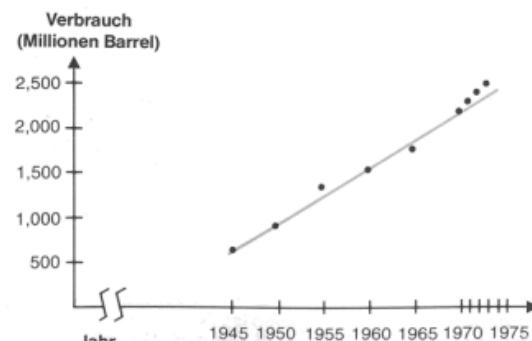
Beispiel:

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 eingezeichneter 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 Δx ; Barrel Δy) mit der Taste $\Sigma+$ in den Rechner ein und drücken Sie danach Σ [LR].



Drücken Sie Anzeige**CLEAR** 0.0000

Register R₀ bis R₅ werden gelöscht.
(Es wird angenommen, daß im Stack aus vorherigen Rechnungen keine Daten stehen.)

696 **ENTER** 696.00001945 **Σ+** 1.0000994 **ENTER** 994.00001950 **Σ+** 2.00001330 **ENTER** 1330.00001955 **Σ+** 3.00001512 **ENTER** 1512.00001960 **Σ+** 4.00001750 **ENTER** 1750.00001965 **Σ+** 5.00002162 **ENTER** 2162.00001970 **Σ+** 6.00002243 **ENTER** 2243.00001971 **Σ+** 7.00002382 **ENTER** 2382.00001972 **Σ+** 8.00002484 **ENTER** 2484.00001973 **Σ+** 9.0000 Alle Datenpaare eingegeben (n = 9)

[LR] -118290.6295 y-Achsenabschnitt B der Regressionsgeraden

xy 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 R₀ bis R₅ kann nach Eingabe eines beliebigen x-Wertes der zugehörige Schätzwert für y (\hat{y}) auf der Regressionsgeraden mit den Tasten **[xy]** berechnet werden.

In ähnlicher Weise können Sie nach Eingabe eines y-Wertes den entsprechenden Schätzwert für x (\hat{x}) mit den Tasten **[LR]** berechnen.

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

Beispiel:

Wenn die Datensummen des vorigen Beispiels (Kraftstoffverbrauch) noch in den Registern R₀ bis R₅ 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 **[xy]** drücken:

Drücken Sie Anzeige

1980 **[xy]** 2808.6264 Geschätzter Bedarf in Mill. Barrel im Jahr 1980.

2000 **[xy]** 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 **[LR]** drücken:

Drücken Sie Anzeige

3500 **[LR]** 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 **[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 **[xy]** (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: $r = \frac{\Sigma xy - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(n-1)} \frac{\Sigma x^2 - (\bar{x})^2}{\Sigma y^2 - (\bar{y})^2}}$

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 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 berechnen.

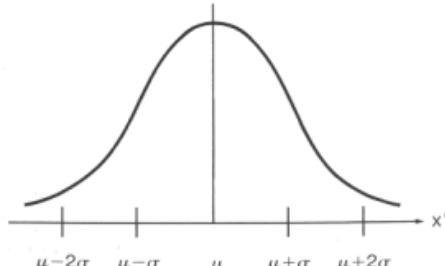
Die Fläche unter der standardisierten Normalverteilungskurve links von x ist ein Maß dafür, mit welcher Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit Werte $\leq x$ auftreten.

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 μ und die Standardabweichung σ vorgegeben sind, können Sie mit folgenden Gleichungen die Standardvariable x bzw. die nicht standardisierte Variable x' berechnen:

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

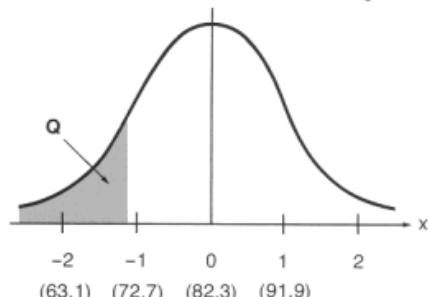
Die standardisierte Normalverteilung hat den Mittelwert $\mu = 0$ und die Standardabweichung $\sigma = 1$.

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 μ von 82,3 und eine Standardabweichung σ 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 **ENTER** 70.0000 Nichtstandardisierte Variable x' eingeben

82.3 **–** -12.3000 Mittelwert subtrahieren

9.6 **÷** -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

0.1001 Anteil der Studenten, die die geforderte Punktzahl **nicht** erreicht hat.

1 **xcy** **–** 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 Standardabweichung 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	ENTER	45.0000
35	[10.0000
12	[0.8333
f	[0.7977 Anteil der Lebensalter unter 45
40	ENTER	40.0000
35	[5.0000
12	[0.4167
f	[0.6615 Anteil der Lebensalter unter 40
[[0.1361 Anteil der Lebensalter zwischen 40 und 45

Beispiel:

Das monatische 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	ENTER	0.1000
1	x⁻¹	0.9000
[[Oberstes Zehntel der Haushalte eingeben
[[Anteil der Haushalte, die unter der zu ermittelnden Einkommensgrenze liegt.
(Diese Umformung ist notwendig, weil die Berechnung der Funktion Q ⁻¹ voraussetzt, daß die Zahl im X-Register den Wert der Fläche links von der Standardabweichung angibt.		
[[Anzahl der Standardabweichungen oberhalb des mittleren Einkommens.
3850	[Multiplikation mit der Standardabweichung

12400 **[** 17333.9735

Mittelwert addieren

Ergebnis: 10 % der Haushalte haben ein monatisches 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 anzurorden?

**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 **[** **[** 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 [g] [n]	40320.0000	8!
8 [ENTER+]	8.0000	
5 [—]	3.0000	
[g] [n]	6.0000	(8 - 5)!
5 [g] [n]	120.0000	5!
[x]	720.0000	
[÷]	56.0000	Der Fotograf hat 56 Möglichkeiten, 5 Widgets für eine Aufnahme zusammenzustellen.

6. PROZENTUALER ANTEIL AN EINER SUMME

Die Funktion [%Σ] (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 im Speicherregister R₁ wird mit [%Σ] nach folgender Formel berechnet:

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

Das Ergebnis der Berechnung mit [%Σ] 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 [%Σ] können Sie mit der Taste [Σ+] alle gegebenen Einzelwerte zur Gesamtsumme im Speicherregister R₁ aufsummieren. Natürlich können Sie eine gegebene Gesamtsumme auch direkt mit den Tasten [STO] [R₁] 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

[f] CLEAR [ALL]	0.0000	Alle Register (einschl. Stack) gelöscht.
5.4 [STO] 1	5.4000	
[Σ+]	1.0000	
172.8 [STO] 2	172.8000	
[Σ+]	2.0000	
866.7 [STO] 3	866.7000	
[Σ+]	3.0000	
RCL 1 [f] [%Σ]	0.5168	% Wasserstoff in der Verbindung
RCL 2 [f] [%Σ]	16.5375	% Sauerstoff in der Verbindung
RCL 3 [f] [%Σ]	82.9457	% Schwefel in der Verbindung
RCL [R ₁] 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.

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

Beispiel:

Theodor Thalermann'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 475.0000

625 % 31.5789

Prozentuale Wertzunahme



8. HYPERBELFUNKTIONEN

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

f SINH Hyperbel sinus (sinus hyperbolicus)

f COSH Hyperbel kosinus (cosinus hyperbolicus)

f TANH Hyperbeltangens (tangens hyperbolicus)

g SINH⁻¹ Inverser Hyperbel sinus (area sinus hyperbolicus)g COSH⁻¹ Inverser Hyperbel kosinus (area cosinus hyperbolicus)g TANH⁻¹ Inverser Hyperbeltangens (area tangens hyperbolicus)

Benutzt Formeln:

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

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

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

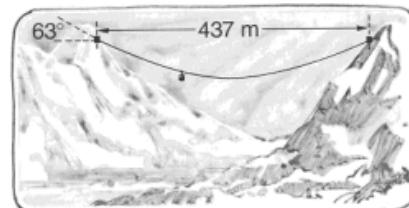
$$\cosh^{-1} x = \operatorname{ar cosh} x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$$

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

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 SINH⁻¹, COSH⁻¹ und 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° 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 Fahrtzeit 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 TAN 1.9626

ENTER 1.9626

g SINH⁻¹ 1.4268

135 X 192.6164

÷ 0.0102

X 4.4527

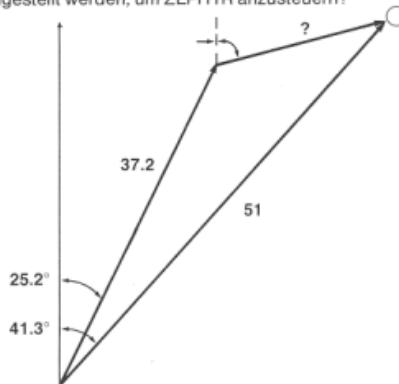
Die Fahrzeit zwischen den Bergspitzen beträgt etwa 4½ Minuten.

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° 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° 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°) in Richtung ZEPHYR und dem unbeeinflußbaren Schubvektor der Hauptmaschine (37.2 MN, 25.2°).

Vor der Eingabe der Vektoren müssen ihre Polarkoordinaten mit der Taste $\text{P} \rightarrow \text{R}$ in rechtwinklige Koordinaten umgewandelt werden. Die rechtwinkligen Koordinaten des ersten Vektors (51 MN, 41.3°) werden mit der Taste $\Sigma +$ eingegeben und davon die des zweiten Vektors (37.2 MN, 25.2°) mit der Taste $\Sigma -$ subtrahiert. Die Differenz wird mit den Tasten $\text{RCL } \Sigma +$ in das X- und Y-Register zurückgerufen und abschließend mit der Taste $\text{P} \rightarrow \text{P}$ 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

CLEAR 0.0000

DEG 0.0000

41.3 **ENTER** 41.3000

51 **P → R** 38.3145

Σ + 1.0000

25.2 **ENTER** 25.2000

37.2 **f P → R** 33.6596

f Σ - 0.0000

RCL Σ + 4.6549

g P → P 18.4190

x,y 75.3613

Alle Statistik-Register löschen.

(Es wird angenommen, daß in der Anzeige kein Wort aus vorangegangenen Rechnungen stand.)

Winkelmodus auf Altgrad (DEG) stellen.

Winkel des ersten Vektors (Soll-Vektor) in Richtung ZEPHYR in das Y-Register eingeben.

Betrag des ersten Vektors in das X-Register eingeben und in rechtwinklige Koordinaten umwandeln.

Die rechtwinkligen Koordinaten des ersten Vektors werden in den Registern R₁ und R₃ summiert.

Winkel des Hauptmaschinen-Schubvektors in das Y-Register eingeben.

Betrag des Hauptmaschinen-Schubvektors in das X-Register eingeben und Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten.

Die rechtwinkligen Koordinaten des Hauptmaschinen-Schubvektors werden von den rechtwinkligen Koordinaten des ersten Vektors (Soll-Vektor in Richtung ZEPHYR) subtrahiert in den Registern R₁ und R₃ subtrahiert.

Rückruf der rechtwinkligen Koordinaten des Schubvektors der Hilfsmaschine aus den Registern R₁ und R₃ in das X- und Y-Register.

Umwandlung in Polarkoordinaten. In der Anzeige steht die erforderliche Schubkraft der Hilfsmaschine in Meganewton (MN).

Erforderlicher Winkel des Hilfsmaschinen-Schubvektors.

ANHANG A**PFLEGE UND WARTUNG**

Ihr Rechner ist ein weiteres Beispiel für ein neuzeitliches Design, überragende 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 (÷) aus:

÷ 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.

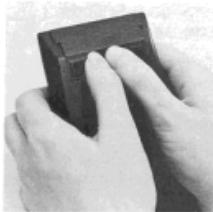
AUSWECHSELN DES BATTERIESATZES

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

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



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



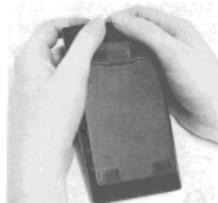
- Nach Abnahme des Deckels drehen Sie den Rechner um und schütteln leicht, bis der Batteriesatz in Ihre Hand fällt.



- 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.



PFLEGE 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 kurzschließen – 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 Netzsspannung 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 Gewalt einwirkung 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. $\frac{1}{x}$, 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: Error 0	bei unzulässigen mathematischen Operationen
$\frac{1}{x}$	wenn $x = 0$
y^x	wenn $y = 0$ und $x \leq 0$, oder $y < 0$ und x nicht ganzzahlig
\sqrt{x}	wenn $x < 0$
$\sqrt[3]{x}$	wenn $x = 0$
LOG	wenn $x \leq 0$
LN	wenn $x \leq 0$
SIN⁻¹	wenn $x > 1$
COS⁻¹	wenn $x > 1$
COSH⁻¹	wenn $x < 1$
TANH⁻¹	wenn $x > 1$
Q⁻¹	wenn $x < 0$ oder $x > 1$
nf	wenn $x < 0$ oder x nicht ganzzahlig
STO \pm	wenn $x = 0$



Anzeige:

Speicherregister-Überlauf

STO \pm n

STO \square n

STO \times n

STO \pm n

STO \pm .n

STO \square .n

STO \times .n

STO \pm .n

Betrag der Zahl in den Speicherregistern R_n oder R_{.n} ist nach einer Rechenoperation größer als 9.999999999 x 10⁹⁹

Anzeige:

Ungültige Speicher-Adresse

STO n

RCL n

STO \pm n

STO \square n

STO \times n

STO \pm n

n = 9

STO .n

RCL .n

STO \pm .n

STO \square .n

STO \times .n

STO \pm .n

n ≥ 6

Anzeige: **Error 3**

Unzulässige Statistik-Operationen

X wenn n = 0

S wenn n ≤ 1

T wenn n ≤ 1

X̄ wenn n ≤ 1

Y wenn n ≤ 1

L.R. wenn n ≤ 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:

$$s_x = \sqrt{\frac{M}{n(n-1)}} \quad s_y = \sqrt{\frac{N}{n(n-1)}} \quad r = \frac{P}{\sqrt{M \cdot N}}$$

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

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

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

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 Quadratzoll	= 6,4516 Quadratzentimeter **
1 Quadratfuß	= 0,092 903 04 Quadratmeter **
1 Acre	= 43 560 Quadratfuß
1 Quadratmeile *	= 640 Acres *

Volumen

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

Gewichte

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

Energie

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

46 Nützliche Umrechnungsfaktoren

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.

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

Original content used with permission.

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

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