

HEWLETT-PACKARD

HP-45

Bedienungs-Handbuch

Hewlett-Packards Engagement in der Computertechnik entstand als eine natürliche Fortentwicklung unserer traditionellen Forschungsarbeit auf dem Gebiet meßtechnischer Problemlösungen. HP war sich sehr früh bewußt, daß es notwendig sein würde, eine komplette Reihe von Rechengeräten zu entwickeln, die sich leicht an wissenschaftliche Meßgeräte anschließen lassen und in dieser Konfiguration besonders leistungsfähig arbeiten.

Diesen Anforderungen entsprach auch der erste Digitalrechner, den wir 1966 vorstellten. Kurz darauf folgte unser erster vollprogrammierbarer Tischrechner. Inzwischen hat sich Hewlett-Packard zu einem führenden Unternehmen auf dem Gebiet datentechnischer Problemlösungen entwickelt. Heute werden über 20 000 programmierbare Tischrechner und Digitalrechner von HP in Wissenschaft, Erziehungswesen, Medizin, Industrie und Handel in einer breiten Skala von Anwendungen eingesetzt. Die Leistungsfähigkeit unserer Rechner wird ergänzt durch das umfangreiche Angebot an Peripheriegeräten wie Magnetbandstationen, Plattenspeichern, Karten- und Lochstreifenlesern, Druckern und sonstigen Geräten zur graphischen und numerischen Darstellung von Daten.

Inzwischen haben wir durch den Einsatz unserer Erfahrung – auf dem Gebiet der wissenschaftlich-technischen Problemlösung einerseits und der Datentechnik andererseits – neue Dimensionen in der Rechentechnik eröffnet: Der kaufmännische Taschenrechner HP-80, der wissenschaftliche Taschenrechner HP-35 und nicht zuletzt der hier beschriebene neue wissenschaftliche Taschenrechner HP-45 erleichtern besonders die Arbeit des einzelnen Mitarbeiters in Wissenschaft und Forschung, Erziehungswesen, Industrie und Handel.

WICHTIGER HINWEIS

Die optimale Rechenleistung Ihres HP-45 wird gerade durch seine logische und natürliche Arbeitsweise erreicht, die jedoch leicht von der anderer Rechner abweichen kann.

Obwohl der HP-45 leicht zu bedienen ist, und auch anhand der mitgelieferten Kurzanleitung bereits alle Aufgaben gerechnet werden können, so ist doch das Studium dieser Broschüre nicht nur für den Anfänger empfehlenswert.

INHALTSVERZEICHNIS

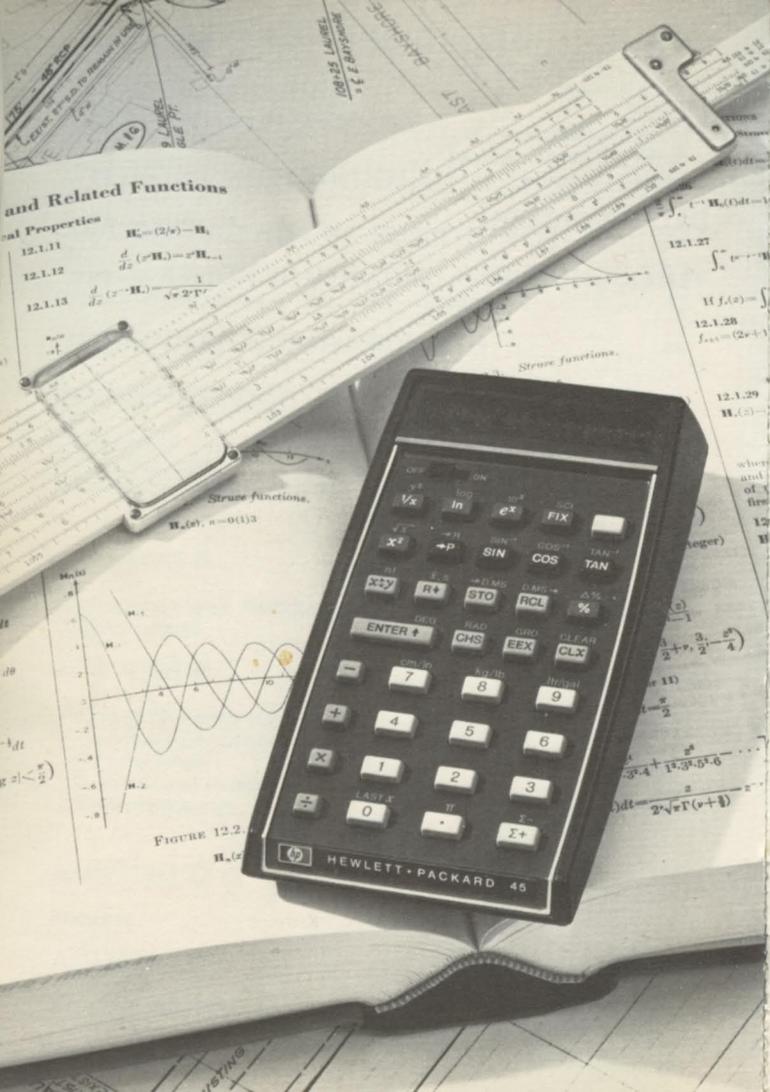
	Seite
VORWORT	7
GRUNDOPERATIONEN	10
Inbetriebnahme	10
Tastefeld	10
Zahleneingabe	12
Grundrechenarten	12
Eingabekorrektur	13
Löschen	14
Anzeigeformat und Runden	14
Negative Zahlen	15
Exponenteneingabe	15
Einfache Berechnungen	16
Reziproker Wert	16
Quadratwurzeln	17
Quadrieren	17
Potenzieren	17
Rechnen mit π	19
Fakultät	20
Prozentrechnen	22
ARBEITSSPEICHER	24
Arbeitsregister	24
Gebrauch der Arbeitsregister	26
Kombinierte arithmetische Rechengänge	27
Reihenrechnung	27
Kettenrechnung	28
Gemischte Kettenrechnung	28
SPEICHER FÜR LETZTEN X-WERT	30
KONSTANTENSPEICHER	30
Frei belegbare Speicher	30
Register R ₁ bis R ₄	30
Nicht frei belegbare Speicher	30
Register R ₅ bis R ₈	30
Register R ₉	31
Speichern von Daten und Aufrufen der Speicherinhalte	31
Rechnen mit Speicherinhalten	32

UMRECHNEN VON MASSZAHLEN	34
LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN	36
STATISTISCHE FUNKTIONEN	38
TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN	42
Winkelmaße	42
Umwandlung in Grad – Minuten – Sekunden	43
KOORDINATENUMWANDLUNG	45
RECHENBEREICH	48
Genauigkeit	48
Anzeigebereich	49
Unerlaubte Rechenoperationen	50
ANHANG A	51
Algorithmus und Flußdiagramm zur Funktionsweise der Arbeitsregister	51
ANHANG B	53
Allgemeine Beschreibung	53
Umgebungstemperatur	53
Batteriebetrieb	53
Aufladen und Netzbetrieb	53
Batterieaustausch	55
ANHANG C	58
Zubehör	58
ANHANG D	59
Formeln und Gleichungen	59
4 ANHANG E	60

Wartung	60
Geringe Batterieleistung	60
Keine Anzeige	60
Garantie	60
In der Garantiezeit	60
Außerhalb der Garantiezeit	61
Versandanweisung	61

SACHREGISTER	62
--------------------	----

VERZEICHNIS DER TASTENFUNKTIONEN ..	66
-------------------------------------	----



Es ist nur wenig darüber bekannt, auf welche Weise Rechengenieys ihre verblüffenden Taten vollbringen. Die Geschichte, die von dem 10jährigen Henry Stafford berichtet wird, der im Jahre 1846 das Quadrat der Zahl 365365365365365365 im Kopf ausrechnet, läßt darauf schließen, daß schwierige Probleme selbst für Genies schwierig sind: «... er rannte im Zimmer auf und ab, biß sich in die Hände, rollte die Augen, sprach – mal lächelnd, mal mit todernstem Gesicht – vor sich hin, bis er nach höchstens einer Minute eine Zahl hervorstieß: 133 491 850 208 566 925 016 658 299 941 583 255 !»

Ihr HP-45 bietet zwar kein so amüsiertes Schauspiel, arbeitet aber dafür schneller und leichter, da die «Stacktechnik» und das Prinzip der umgekehrten «polnischen Notation» die beste Möglichkeit bieten, mathematische Ausdrücke zu lösen.

Die Rechenkapazität des HP-45 übertrifft die der bisher bekannten Taschenrechner. Die Genauigkeit, mit der die Ergebnisse berechnet werden, ist höher als die Genauigkeit, mit der die meisten physikalischen Größen heute angegeben werden können. Der Rechner verarbeitet Zahlen von 10^{-99} bis 10^{99} und setzt bei den Ergebnissen automatisch das Dezimalkomma an die richtige Stelle. Mit 20 verschiedenen Einstellungen des Anzeigeformats wird eine optimale Flexibilität und Zweckmäßigkeit bei der Auswertung von Daten ermöglicht. Der HP-45 berechnet transzendente Funktionen wie Logarithmen, Sinus- und Kosinusfunktionen, er erlaubt Koordinaten-Umwandlungen und Vektorrechnungen, rechnet mit verschiedenen einstellbaren Winkelmaßen und besitzt 9 Konstantenspeicher. Außerdem sind die mathematischen Konstanten π und e sowie die Umrechnungsfaktoren für die Umwandlung von Zentimeter in Zoll, Kilogramm in Pound, Liter in Gallonen und umgekehrt, im HP-45 fest verdrahtet. Das Gerät läßt sich aber ebenso für statistische Berechnungen wie Mittelwert (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung einsetzen.

Das folgende Beispiel einer Koordinatenumwandlung vermittelt einen ersten Eindruck von den Möglichkeiten, die der HP-45 bietet: Die rechtwinkligen Koordinaten x und y (3, 4) sind in Polarkoordinaten umzuwandeln. Die Aufgabe wird wie folgt gelöst:

Zuerst wird der Wert für die y -Koordinate (4) eingegeben und die Taste **ENTER** gedrückt, dann folgt der Wert für die x -Koordinate (3), und nach Drücken der Taste **→P** (polar) erscheint in der Anzeige der Wert für den Radiusvektor: 5.00.

Mit der Taste **xy** wird der Polarwinkel abgefragt: 53.13.

Soll der Winkel mit einer Genauigkeit von 8 Stellen nach dem Komma angegeben werden, so braucht nur **FIX** gedrückt und **8** eingegeben zu werden: 53.13010235.

Nochmaliges Drücken der Taste **xy** zeigt den Radiusvektor mit gleicher Stellenzahl an: 5.00000000. Die Eingabe **FIX** **2** schaltet den Rechner wieder auf ein Anzeigeformat von 2 Stellen nach dem Komma um. Das Ergebnis wird aber auf 9 Stellen genau berechnet. Mit einem Rechenschieber könnte dagegen die Lösung nur in Form einer 3stelligen Zahl abgelesen werden.

Rechenschieber	HP-45
Radiusvektor = $\sqrt{x^2 + y^2}$ Polarwinkel = $\tan^{-1}(y/x)$ Dabei sind: $x = 3$ $y = 4$	Eingabe: 4 ENTER 3 Radiusvektor: →P → 5.00 Polarwinkel: xy → 53.13
Berechnung des Radiusvektors: $x^2 = 3 \times 3 = 9$ $y^2 = 4 \times 4 = 16$ $x^2 + y^2 = 9 + 16 = 25$ $\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{25} = 5.0$	
Berechnung des Polarwinkels: $\tan^{-1}(y/x) = \tan^{-1}(4/3) =$ $\tan^{-1}(1.3) = 53.1$	

Es gibt übrigens heute noch keinen Rechner, der die Aufgabe lösen könnte, die der Wunderknabe Henry Stafford im Kopf gerechnet hat. Auch der HP-45 kann es nicht. Aber ist es nicht ein Trost, zu wissen, daß es noch Dinge gibt, zu denen nur der Mensch befähigt ist?

GRUNDOPERATIONEN

INBETRIEBNAHME

Ihr HP-45 wird betriebsfertig geliefert. Zum Einschalten wird der Netzschalter auf ON gestellt. Danach erscheint die Anzeige 0.00 (siehe Wartung, S. 60).

Eine unerlaubte Rechenoperation wird durch Blinken der Anzeige gemeldet. Der Fehler wird durch Drücken der Taste **CLX** oder durch korrekte Eingabe einer neuen Aufgabe behoben.

TASTENFELD

In Abb.1 ist die Anordnung des Tastenfeldes dargestellt. Fast jede Taste bewirkt zwei verschiedene Funktionen. Das Symbol für die Erstfunktion ist auf der Taste eingezeichnet, das Zeichen für die Zweitfunktion steht über der Taste wie z. B. $\frac{1}{x}$.

Eine Übersicht über die gesamten Tastenfunktionen finden Sie am Schluß dieser Bedienungsanleitung.

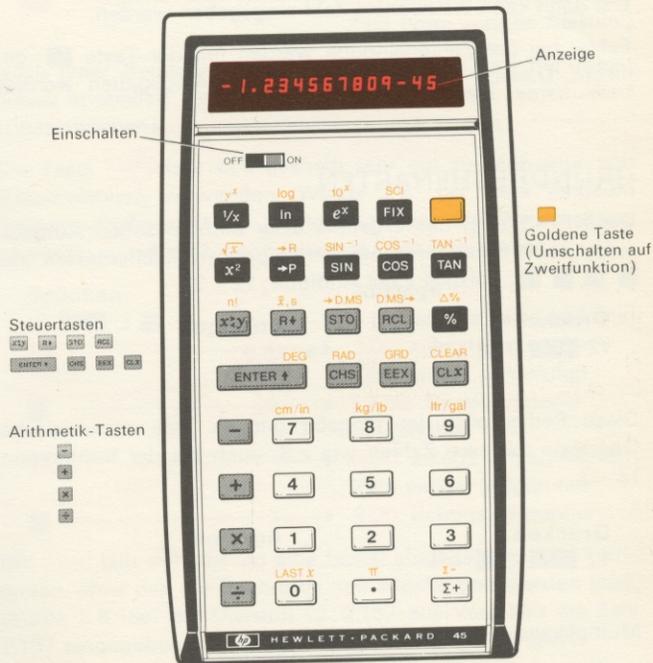


Abbildung 1 – Tastenfeld

ZAHLENEINGABE

Bei der Eingabe von Zahlen erscheinen die Ziffern von links nach rechts in der gewählten Reihenfolge in der Anzeige. Zu den Zifferntasten gehört auch die Kommataste \square . So wird z.B. die Zahl 314,32 wie folgt eingegeben: $\boxed{3} \boxed{1} \boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{2}$. Sobald die Zahl vollständig eingegeben ist, wird ENTER gedrückt. Erst dann kann die nächste Zahl eingegeben werden.

Fehler bei der Zahleneingabe werden mit der Taste CLX gelöscht. Danach kann der richtige Wert eingegeben werden.

GRUNDRECHENARTEN

Der HP-45 zeigt das Ergebnis einer arithmetischen Aufgabe sofort nach Betätigen einer der folgenden Rechentasten an: $+$ $-$ \times \div . Beispiel einer Addition: $12 + 3$.

Drücken: 12 ENTER 3 $+$ \longrightarrow **Anzeige:** 15.00

Diese Reihenfolge der Eingabe gilt für jede arithmetische Operation mit zwei Zahlen wie z.B. auch bei der Subtraktion $12 - 3$.

Drücken: 12 ENTER 3 $-$ \longrightarrow **Anzeige:** 9.00

Multiplikation: 12×3

Drücken: 12 ENTER 3 \times \longrightarrow **Anzeige:** 36.00

Division: $12 : 3$

Drücken: 12 ENTER 3 \div \longrightarrow **Anzeige:** 4.00

INGABEKORREKTUR

Der HP-45 speichert jeweils automatisch die zuletzt eingegebene Zahl. Diese Zahl kann nach Betätigung einer Funktionstaste wieder aufgerufen werden:

Drücken: \square \longrightarrow **Anzeige:** 3.00 zuletzt eingegebene Zahl (vom vorigen Beispiel)

Nach jeder Betätigung einer Funktionstaste wird der Inhalt dieses speziellen Registers – LASTX – mit dem neuen Wert «überschrieben».

Die Taste LASTX läßt sich deshalb sehr gut zur Korrektur von Eingabefehlern verwenden. Wurde z.B. bei einer längeren Rechenaufgabe statt der Subtraktionstaste die Divisionstaste gedrückt, so läßt sich der Fehler wie folgt korrigieren:

Drücken: 12 ENTER 3 \div \longrightarrow **Anzeige:** 4.00 falsche Taste gedrückt
 \square LASTX \longrightarrow 3.00 zuletzt eingegebene Zahl wieder aufgerufen
 \times \longrightarrow 12.00 Division wieder aufgehoben
 \square LASTX \longrightarrow 3.00 zuletzt eingegebene Zahl wieder aufgerufen
 $-$ \longrightarrow 9.00 richtiges Ergebnis

Mit LASTX läßt sich ebenso eine falsch eingegebene Zahl korrigieren, ohne daß die Rechnung neu angefangen werden muß. Wurde z.B. bei der Division $12 : 2,157$ aus Versehen die Zahl 3,157 eingegeben, so wird der Fehler wie folgt korrigiert:

Drücken: 12 ENTER 3.157 \div \longrightarrow **Anzeige:** 3.80 statt 2,157 wurde 3,157 eingegeben
 \square LASTX \longrightarrow 3.16 zuletzt eingegebene Zahl aufgerufen
 \times \longrightarrow 12.00 Ausgangslage
2.157 \div \longrightarrow 5.56 richtiges Ergebnis

LÖSCHEN

Zum Löschen des Anzeigeregisters dient die Taste **CLX**. Um alle Register (mit Ausnahme bestimmter Konstantenspeicher) zu löschen, wird **☐** **CLEAR** gedrückt. (Bei Beginn einer neuen Aufgabe nicht unbedingt erforderlich – aber sicherer.) Wird der Rechner einen Moment ausgeschaltet, so werden auch alle Konstantenspeicher gelöscht.

ANZEIGEFORMAT UND RUNDEN

Der Rechner zeigt maximal 15 Zeichen an, nämlich: Mantisse-Vorzeichen, 10stellige Mantisse, Exponenten-Vorzeichen und 2stellige Exponenten.

Dabei kann zwischen zwei Darstellungsarten (Fest- und Gleitkomma) gewählt werden. Außerdem sind verschiedene Rundungsformate möglich. Das Runden betrifft lediglich die Anzeige und nicht die interne Rechengenauigkeit, die beim HP-45 immer konstant bleibt.

Festkommadarstellung wird mit der Taste **FIX** eingestellt, wobei jeweils noch die Zifferntaste für die gewünschte Stellenzahl nach dem Komma (0–9) zu drücken ist. Dabei werden auch nachfolgende Nullen berücksichtigt. Beim Einschalten des Rechners ist immer **FIX** 2 eingestellt, d.h. die Werte erscheinen in Festkommadarstellung und werden auf zwei Stellen nach dem Komma gerundet. Beispiel:

Drücken:	Anzeige:
123.456 →	123.456
FIX 4 →	123.4560
FIX 1 →	123.5
FIX 0 →	123.

Gleitkommadarstellung ist beim Arbeiten mit sehr kleinen und sehr großen Zahlenwerten besonders nützlich. Sie wird über die Tasten **☐** **SCI** gewählt, wobei auch hier die Zifferntaste

mit der gewünschten Stellenzahl (0–9) nach dem Komma zu drücken ist. Dabei werden auch nachfolgende Nullen berücksichtigt. Beispiel:

Drücken:	Anzeige:
☐ SCI 6 →	1.234560 02
☐ SCI 3 →	1.235 02

Dieselbe Zahl wird in Festkommadarstellung mit zwei Stellen nach dem Komma wie folgt angezeigt:

Drücken:	Anzeige:
FIX 2 →	123.46

NEGATIVE ZAHLEN

Soll eine negative Zahl eingegeben werden, so wird nach der Eingabe der Zahl die Taste **CHS** (Vorzeichenumkehr) gedrückt. Beispiel:

Drücken:	Anzeige:
12 CHS →	-12.
ENTER 23 - →	-35.00

Umgekehrt verwandelt die Taste **CHS** auch negative Zahlen in positive. Der im obigen Beispiel angezeigte Wert -35.00 wird wie folgt umgewandelt:

Drücken:	Anzeige:
CHS →	35.00

EXPONENTENEINGABE

Zahlen mit Exponenten werden über die Taste **EE** (Exponenteneingabe) eingegeben. Die Aufgabe 15,6 Billionen ($15,6 \times 10^{12}$) mal 25 wird z.B. wie folgt eingegeben:

Drücken:	Anzeige:
15.6 EE →	15.6 00
12 →	15.6 12
ENTER + →	1.560000000 13
25 x →	3.900000000 14

Statt viele Nullen eintasten zu müssen, braucht nach **EE** nur die entsprechende Zehnerpotenz eingegeben zu werden.
Beispiel: 1 Million (10^6) ÷ 52:

Drücken:	Anzeige:
EE 6 →	1. 06
ENTER →	1000000.00
52 ÷ →	19230.77

Die Lösung kann aber z.B. auch in Gleitkommadarstellung mit 6 Stellen nach dem Komma angezeigt werden:

Drücken:	Anzeige:
SCI 6 →	1.923077 04

Bei der Eingabe negativer Exponenten wird nach **EE** die Taste **CHS** gedrückt. Soll z.B. die Plancksche Konstante (h) – ca. $6,625 \times 10^{-27}$ erg.sec – mit 50 multipliziert werden, so ist die Eingabe wie folgt:

Drücken:	Anzeige:
SCI 6	
6.625 EE →	6.625 00
27 →	6.625 27
CHS →	6.625 -27
ENTER →	6.625000 -27
50 x →	3.312500 -25

Bei der Einstellung **FIX** 2 wird das Ergebnis auf Null gerundet:

Drücken:	Anzeige:
FIX 2 →	0.00

EINFACHE BERECHNUNGEN

REZIPROKER WERT

Den reziproken Wert einer eingegebenen Zahl erhält man durch Drücken der Taste **1/x**. Beispiel: Gesucht ist der reziproke Wert von 25.

Drücken:	Anzeige:
25 1/x →	0.04

Ebenso läßt sich auch der reziproke Wert eines Rechenergebnisses berechnen, ohne daß diese Zahl neu eingegeben werden muß.

Beispiel: $\frac{1}{1/3 + 1/6} = ?$

Drücken:	Anzeige:
3 1/x →	0.33 reziproker Wert von 3
6 1/x →	0.17 reziproker Wert von 6
+ →	0.50 Summe
1/x →	2.00 reziproker Wert der Summe

QUADRATWURZELN

Zur Berechnung der Quadratwurzel eines angezeigten Wertes dienen die Tasten **√**. Beispiel: $\sqrt{16} = ?$

Drücken:	Anzeige:
16 √ →	4.00

Nun wird die Quadratwurzel des Ergebnisses ermittelt:

Drücken:	Anzeige:
√ →	2.00

QUADRIEREN

Die Taste **x²** ermittelt das Quadrat einer eingegebenen Zahl. Das Quadrat des Ergebnisses im obigen Beispiel wird wie folgt berechnet:

Drücken:	Anzeige:
x² →	4.00 Quadrat von 2

POTENZIEREN

Mit **1/x²** wird eine positive Zahl (sowohl ganze Zahlen als auch Dezimalzahlen) in eine beliebige Potenz erhoben. Beispiel: $2^9 = ?$

PROZENTRECHNEN

Mit dem HP-45 wird das Prozentrechnen stark vereinfacht, da sich Prozentsätze direkt in eine Rechnung einsetzen lassen, ohne daß vorher der Prozentwert berechnet werden muß. Nach Eingabe der Prozentzahl braucht nur die Taste **%** gedrückt zu werden. Auf diese Weise lassen sich drei Arten der Prozentrechnung durchführen:

- Berechnung des Prozentwertes (Grundwert × Prozentsatz)
- Berechnung des Nettowertes (Grundwert + oder – Prozentsatz)
- Berechnung der prozentualen Differenz zwischen einer Zahl und dem Grundwert

$$\left(\frac{\text{Zahl} - \text{Grundwert}}{\text{Grundwert}} \right)$$

Die beim Prozentrechnen verwendeten Gleichungen sind in Anhang D – *Formeln und Gleichungen* – aufgeführt.

Prozentwert:

Um den Prozentwert einer Zahl zu berechnen, wird zuerst der Grundwert eingegeben und **ENTER** gedrückt. Dann wird der Prozentsatz eingegeben und **%** gedrückt. Beispiel: Es sollen 14% von 300 berechnet werden.

Drücken: 300 **ENTER** 14 **%** → **Anzeige:** 42.00 Prozentwert

Nettowert:

Nach Berechnen des Prozentwertes ist im HP-45 immer noch der ursprüngliche Grundwert gespeichert, so daß sich der gewünschte Nettowert leicht durch Drücken der Taste **+** oder **-** berechnen läßt. Beispiel:

Drücken: 300 **ENTER** 14 **%** → **Anzeige:** 42.00 Prozentwert
+ → 342.00 Nettowert
(Grundwert + Prozentwert)

oder

Drücken: 300 **ENTER** 14 **%** → **Anzeige:** 42.00 Prozentwert
- → 258.00 Nettowert
(Grundwert – Prozentwert)

Prozentuale Differenz:

Zur Berechnung der prozentualen Differenz zwischen einer Zahl und dem Grundwert wird zuerst der Grundwert eingegeben und **ENTER** gedrückt. Danach wird die zweite Zahl eingegeben und **Δ%** gedrückt.

Ein Hauseigentümer zahlt eine Hypothek von monatlich 240 Dollar, während er vor 15 Jahren als Mieter nur eine Monatsmiete von 70 Dollar zahlen mußte. Wie hoch ist die Steigerungsrate?

Drücken: 70 **ENTER** 240 **Δ%** → **Anzeige:** 242.86 % Steigerungsrate

ARBEITSSPEICHER

ARBEITSREGISTER

Der HP-45 verfügt über zwei besonders nützliche Einrichtungen, die eine leichte Verarbeitung von Zahlenwerten ermöglichen: die «Stacktechnik» und das Prinzip der «polnischen Notation».

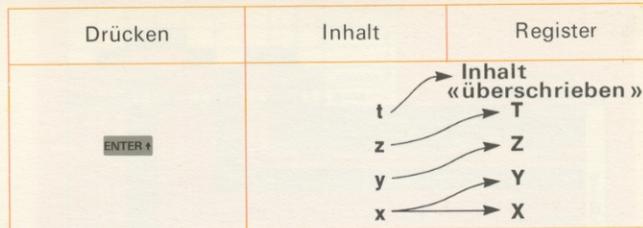
Die vier Arbeitsregister (Zahlenregister), die vertikal übereinander angeordnet sind, werden mit **X** (unten), **Y**, **Z** und **T** (oben) benannt.

Inhalt	Register
t	T
z	Z
y	Y
x	X

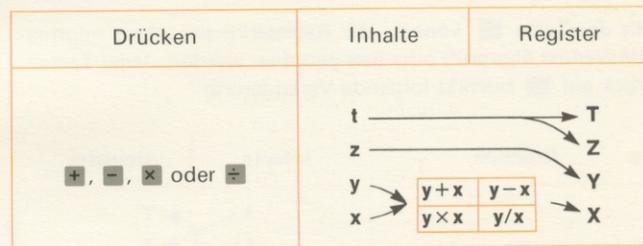
Hinweis: Der Inhalt von **X** wird ständig angezeigt.

Um zwischen Registerinhalt und Bezeichnung unterscheiden zu können, werden die Inhalte mit Kleinbuchstaben und die Register mit Großbuchstaben bezeichnet.

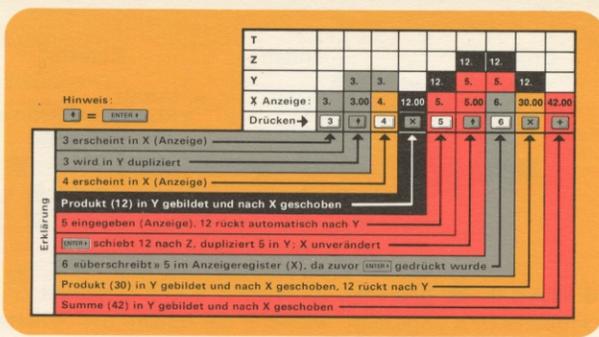
Wenn eine Zahl in den Rechner eingegeben wird, gelangt sie zunächst in das Anzeigeregister **X** – das unterste Arbeitsregister. Sobald **ENTER** gedrückt wird, dupliziert der Rechner die eingegebene Zahl im **Y**-Register. Gleichzeitig wird **y** nach **Z** und **z** nach **T** transferiert:



Wird jetzt z.B. **+** gedrückt, so werden **x** und **y** addiert und das Ergebnis in **X** angezeigt, während die Inhalte des Arbeitsspeichers jeweils ein Register nach unten transferiert werden. Dasselbe geschieht nach Betätigen der Tasten **-**, **×** und **÷**. Jedesmal rückt **t** von **T** nach **Z** und **z** nach **Y**:



Das folgende Schema zeigt den Informationsfluß in den Arbeitsregistern bei der Operation $(3 \times 4) + (5 \times 6)$. Direkt über den verwendeten Tasten sind die jeweiligen Informationen von **X**, **Y**, **Z** und **T** eingetragen.



Die Taste $\times\div$ vertauscht x mit y:

Drücken	Inhalte	Register
$\times\div$		$t \rightarrow T$ $z \rightarrow Z$ $y \rightarrow Y$ $x \rightarrow X$

Dies ist besonders vorteilhaft, wenn bei Operationen mit \div , \div oder \div zwei Zahlen in der falschen Reihenfolge eingegeben wurden.

Beispiel: $2^9 = ?$

Drücken	Anzeige	Erklärung
9	9.	
ENTER	9.00	
2	2.	
$\times\div$	9.00	x und y in falscher Reihenfolge x und y in richtiger Reihenfolge
\square \div	512.00	

GEBRAUCH DER ARBEITSREGISTER

Mit der Taste $\text{R}\downarrow$ können die Registerinhalte ohne Informationsverlust überprüft oder neu geordnet werden. Jeder Tastendruck auf $\text{R}\downarrow$ bewirkt folgende Veränderung:

Drücken	Inhalte	Register
$\text{R}\downarrow$		$t \rightarrow Z$ $z \rightarrow Y$ $y \rightarrow X$ $x \rightarrow T$

Beispiel: Die Arbeitsspeicher werden wie folgt belegt: 1 ENTER , 2 ENTER , 3 ENTER , 4. (Die Register haben nun die Inhalte $x = 4$, $y = 3$, $z = 2$ und $t = 1$.) Um alle Inhalte zu überprüfen, wird viermal $\text{R}\downarrow$ gedrückt. Das vierte $\text{R}\downarrow$ stellt die ursprüngliche Anordnung der Registerinhalte ($x = 4$, $y = 3$, $z = 2$, $t = 1$) wieder her. **Hinweis:** Folgt auf $\text{R}\downarrow$ eine Zahleneingabe oder ein Rechenvorgang mit RCL , so werden die Inhalte in das jeweils nächsthöhere Register geschoben, so daß t verlorengeht. Dies läßt sich vermeiden, wenn vor dieser Eingabe ENTER CLX oder Σ gedrückt wird.

KOMBINIERTE ARITHMETISCHE RECHENVORGÄNGE

Mit dem HP-45 lassen sich kombinierte arithmetische Operationen wie Reihen-, Ketten- und gemischte Kettenrechnungen durchführen. In den folgenden Beispielen soll aber auch der Gebrauch der Arbeitsregister eingeübt werden.

REIHENRECHNUNG

Nach jedem Rechenergebnis führt der HP-45 automatisch eine

ENTER -Funktionen aus, so daß das Ergebnis im Arbeitsspeicher festgehalten wird. Dadurch brauchen Zwischenergebnisse bei Reihenrechnungen nicht separat notiert oder extra gespeichert zu werden. Beispiel: $4+6+8+10 = ?$

Drücken:	Anzeige:
4 ENTER 6 + →	10.00
8 + →	18.00
10 + →	28.00

Bei Multiplikation, Division und Subtraktion ist der Vorgang der gleiche. Dadurch benötigt der HP-45 auch keine Taste für das Gleichheitszeichen (=). Das Ergebnis erscheint jeweils sofort nach Betätigen der entsprechenden Rechentaste.

KETTENRECHNUNG

Bei Kettenrechnungen wird die Summe von Produkten oder das Produkt von Summen ermittelt. Hat z. B. jemand 12 Artikel zu 1,58 DM, 8 Artikel zu 2,67 DM und 16 Artikel zu 0,54 DM gekauft, so entspricht die Gesamtsumme dem Ergebnis aus:

$$(12 \times 1,58) + (8 \times 2,67) + (16 \times 0,54).$$

Drücken:	Anzeige:
12 ENTER 1.58 X →	18.96
8 ENTER 2.67 X →	21.36
+ →	40.32
16 ENTER .54 X →	8.64
+ →	48.96 Gesamtsumme

GEMISCHTE KETTENRECHNUNG

Bei gemischten Kettenrechnungen kommen alle Grundrechenarten vor. Außerdem kann eine Aufgabe aus mehrfach gegliederten Klammerausdrücken bestehen, in denen arithmetische Operationen beliebig verwendet werden. Beispiel:

$$[\{ (12 \times 5) - 2 \} + \{ (8 \div 2) + 10 \}] \times (213.08 \times 5 \div 1.33) \div 2$$

Drücken:	Anzeige:
12 ENTER 5 X →	60.00
2 - →	58.00
8 ENTER 2 ÷ →	4.00
10 + →	14.00
+ →	72.00
213.08 ENTER 5 X →	1065.40
1.33 ÷ →	801.05
X →	57675.79
2 ÷ →	28837.89

Für Aufgaben dieser Art ist das Flußdiagramm in Anhang A sehr aufschlußreich. Es beschreibt einen Algorithmus, mit dessen Hilfe jeder mathematische Ausdruck auf einem Rechner mit Zwischenspeicher und umgekehrter «polnischer Notation» gelöst werden kann.

SPEICHER FÜR LETZTEN x-WERT

Der letzte Eingabe-Operand einer Rechnung wird jeweils im «Last x-Register» gespeichert. Diese Einrichtung bietet eine bequeme Korrekturmöglichkeit bei Eingabefehlern (siehe Eingabekorrektur S. 13), läßt sich aber auch für Aufgaben verwenden, in denen der gleiche Operand mehrfach vorkommt. Dieses Register wird nur gelöscht, wenn der Rechner ausgeschaltet wird, oder wenn ein neuer Operand den vorherigen Registerinhalt «überschreibt».

KONSTANTENSPEICHER

Neben den Arbeitsregistern und dem «Last x-Register» verfügt der HP-45 über 9 direkt belegbare Konstantenspeicher.

FREI BELEGBARE SPEICHER

REGISTER R₁ bis R₄

Die Register R₁ bis R₄ können frei belegt werden, d.h. die gespeicherten Werte werden durch Rechenoperationen oder Löschfunktionen nicht verändert. Die Speicherinhalte werden durch Speichern neuer Werte «überschrieben». Beim Ausschalten des Rechners werden die Speicher ebenfalls gelöscht.

NICHT FREI BELEGBARE SPEICHER

REGISTER R₅ bis R₈

Diese Register werden bei Summierungen und anderen statistischen Berechnungen mit den Tasten Σ^+ und Σ^+ intern belegt. Bei anderen Aufgaben stehen auch diese Register als Konstantenspeicher zur Verfügung. Da diese Registerinhalte

nicht mit neuen Werten «überschrieben» werden können, müssen diese Speicher mit den Tasten CLEAR gelöscht werden, bevor Summierungen gerechnet werden.

REGISTER R₉

Dieser Speicher wird beim Rechnen trigonometrischer Aufgaben und bei Koordinatenumwandlungen intern belegt. Dabei wird der dort zuvor gespeicherte Wert automatisch gelöscht. Im übrigen wird Register R₉ in derselben Weise gebraucht wie die Register R₁ bis R₅.

SPEICHERN VON DATEN UND AUFRUFEN DER SPEICHERINHALTE

Ein angezeigter Wert – dies kann ein Rechenergebnis oder ein eingegebener Wert sein – wird mit der Taste STO gespeichert, wobei jeweils die entsprechende Zifferntaste ($\text{1} - \text{9}$) für das gewünschte Speicherregister zu drücken ist.

Der gespeicherte Wert wird über RCL und die gewünschte Speicherzahl aufgerufen. Dabei wird der Speicherinhalt in der Anzeige (X-Register) dupliziert, während der zuvor angezeigte Wert in das Y-Register weiterrückt – es sei denn, vor der Taste RCL wurde ENTER , CLX oder E+ gedrückt (*danach werden die Inhalte der Arbeitsregister nicht in das nächsthöhere Register transferiert*).

Beispiel: Die Zahlen 8, 20, 17 und 43 werden addiert; wenn man die Summe in R₁ speichert, so kann durch Division des Speicherinhalts durch jede Zahl der jeweilige Anteil an der Summe ermittelt werden.

Drücken:

8 ENTER 20 $+$ 17 $+$ 43 $+$ →

STO 1 →

8 RCL 1 \div → 0.09 oder 9% der Summe

20 RCL 1 \div → 0.23 oder 23% der Summe

17 RCL 1 \div → 0.19 oder 19% der Summe

43 RCL 1 \div → 0.49 oder 49% der Summe

Anzeige:

88.00 Summe

88.00

0.09 oder 9% der Summe

0.23 oder 23% der Summe

0.19 oder 19% der Summe

0.49 oder 49% der Summe

RECHNEN MIT SPEICHERINHALTEN

Zwischen X-Register (erster Operand) und Speicherinhalt (zweiter Operand) können arithmetische Operationen (+, -, ×, ÷) ausgeführt werden. Um einen Speicherinhalt zu verändern, wird zuerst **STO**, dann der entsprechende Operator (=, +, ×, ÷) und schließlich die zugehörige Registernummer gedrückt.

Beispiel: Die Zahl 6 wird in Register R₁ gespeichert und dann mit 2 addiert.

Drücken:	Anzeige:
6 STO 1 →	6.00 6 → R ₁
2 STO + 1 →	2.00 r ₁ +2 → R ₁

Der neue Registerinhalt läßt sich wie folgt anzeigen:

Drücken:	Anzeige:
RCL 1 →	8.00 r ₁ → X (Anzeige)

Nun soll die Zahl 3 vom Speicherinhalt subtrahiert und das Ergebnis wieder in R₁ gespeichert werden.

Drücken:	Anzeige:
3 STO - 1 →	3.00 r ₁ -3 → R ₁
RCL 1 →	5.00 r ₁ → X (Anzeige)

Soll dagegen der Speicherinhalt unverändert bleiben, so wird zuerst **RCL**, dann die Rechentaste und die Registernummer gedrückt.

Beispiel: Der jetzige Speicherinhalt von R₁ (5,00) wird mit einer neu eingegebenen Zahl addiert (2).

Drücken:	Anzeige:
2 RCL + 1 →	7.00 2+r ₁ → X (Anzeige)
RCL 1 →	5.00 r ₁ → X (Anzeige)

Nun wird der Registerinhalt von R₁ (5,00) von einem neu eingegebenen Wert subtrahiert:

Drücken:	Anzeige:
11 RCL - 1 →	6.00 11-r ₁ → X (Anzeige)
RCL 1 →	5.00 r ₁ → X (Anzeige)

Das folgende Beispiel zeigt die Kombination mehrerer Operationen:

Drücken:	Anzeige:
3 STO 1 →	3.00 3 → R ₁
2 STO + 1 →	2.00 r ₁ +2 → R ₁
.25 STO ÷ 1 →	.25 r ₁ ÷.25 → R ₁
RCL 1 →	20.00 r ₁ → X (Anzeige)
5 RCL × 1 →	100.00 5×r ₁ → X (Anzeige)

Um ein Speicherregister als Zähler zu benutzen, muß man zuerst das Register löschen oder Null speichern. Nach der Eingabe **STO** + addiert das Register jeweils den letzten eingegebenen Wert. Bei Subtraktion ist nach Eingabe der Zahl jeweils **STO** - zu drücken. Beispiel:

Drücken:	Anzeige:
0 STO 4 →	0.00 0 → R ₄ (Register auf 0)
1 STO + 4 →	1.00 r ₄ +1 → R ₄ (Addition)
1 STO + 4 →	1.00 r ₄ +1 → R ₄ (Addition)
1 STO + 4 →	1.00 r ₄ +1 → R ₄ (Addition)
1 STO - 4 →	1.00 r ₄ -1 → R ₄ (Subtraktion)
RCL 4 →	2.00 r ₄ → X (Anzeige)

Speicherinhalt

UMRECHNUNG VON MASS- ZAHLEN

Im HP-45 sind die Konstanten für die Umrechnung folgender Maßzahlen fest verdrahtet.

- Zentimeter in Zoll und umgekehrt
(1 Zoll = 2,540000000 cm)
- Kilogramm in Pound und umgekehrt
(1 Pound = 0,153592370 kg)
- Liter in Gallonen und umgekehrt
(1 US-Gallone = 3,785411784 l)

Bei diesen Umrechnungen wird zuerst die jeweilige Maßangabe eingegeben, dann wird  und die Taste für die gewünschte Konstante gedrückt. Danach wird bei der Umwandlung in metrische Einheiten  und bei der Umrechnung in US-Maße  gedrückt.

Hierbei ist zu beachten, daß nach der Maßangabe kein  erforderlich ist, da der HP-45 automatisch eine -Operation ausführt, wenn eine festverdrahtete Konstante oder der Inhalt eines Konstantenspeichers aufgerufen wird. Beispiel:

Drücken: 12   → **Anzeige:** 2.54
 → 30.48

Aufgabe 1: Eine Zeichnung von 8"×10" soll auf 85% ihrer Originalgröße verkleinert werden. Welches sind die neuen Abmessungen der Zeichnung in Zentimeter?

Lösung:

Drücken: 8  85  → **Anzeige:** 6.80 Zoll
  → 2.54 Umrechnungs-konstante

 → 17.27 Zentimeter
 10  85  → 8.50 Zoll
  → 2.54 Umrechnungs-konstante
 → 21.59 Zentimeter (die neuen Maße sind 17,27 cm × 21,59 cm)

Aufgabe 2: Ein Exporteur hat eine 500-kg-Ladung nach Amerika zu verschicken und möchte die Höhe der Frachtkosten wissen, die nach Pound berechnet werden (23 cent pro lb).

Lösung:

Drücken: 500   → **Anzeige:** 0.45 Umrechnungs-konstante
 → 1102.31 Gewicht in Pound
 .23  → 253.53 \$ gesuchte Frachtkosten

Aufgabe 3: Ein Amerikaner kauft in Deutschland 16 l Wein. Er möchte die entsprechende Gallonenzahl wissen.

Lösung:

Drücken: 16   → **Anzeige:** 3.79 Umrechnungs-konstante
 → 4.23 Gallonen

LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN

Der HP-45 berechnet natürliche und dekadische Logarithmen sowie deren Umkehrfunktionen:

ln Diese Taste berechnet den natürlichen Logarithmus des Wertes im **X**-Register (zur Basis e).

e^x Mit dieser Taste wird e (2,718...) zur Potenz des Wertes im **X**-Register erhoben. Dies ist die Umkehrfunktion des natürlichen Logarithmus. (Zur Anzeige von e^1 **e^x** drücken.)

log Ergibt den Logarithmus von **X** zur Basis 10.

10^x Ergibt **X**-te Potenz zur Basis 10 (Umkehrfunktion des dekadischen Logarithmus).

Aufgabe 1: Angenommen, Sie wollen ein einfaches Barometer als Höhenmesser verwenden: Sie haben bei N.N. einen Druck von 700 mm Hg gemessen und steigen in eine Höhe, bei der das Barometer 230 mm Hg anzeigt. In welcher Höhe befinden Sie sich?

Obwohl das genaue Verhältnis von Druck und Höhe von vielen Faktoren abhängt, lässt sich doch in erster Näherung sagen:

$$\text{Höhe über N.N.} = 7600 \ln \frac{760}{\text{Druck}} = 7600 \ln \frac{760}{230}$$

Lösung:

Drücken:

7600 **ENTER** 760 **ENTER**

230 **=** → **3.30**

ln → **1.20**

\times → **9083.82** m Höhe (Sie müssen sich also auf dem Mt. Everest befinden!)

Aufgabe 2: Das Erdbeben von San Francisco, für das nach der Richter-Skala eine Stärke von 8,25 gemessen wurde, soll um das 105fache stärker gewesen sein als das Erdbeben von 1972 in Nicaragua.

Frage: Welche Stärke erreichte das letztere Beben auf der Richter-Skala?

$$\text{Ansatz: } x = 8,25 - (\log 105)$$

Lösung:

Drücken:

8.25 **ENTER** 105

log → **2.02**

- → **6.23** Stärke des Bebens nach der Richter-Skala

Anzeige:

STATISTISCHE FUNKTIONEN

Die Statistik-Taste  dient zur Berechnung des Mittelwertes (arithmetisches Mittel) und der Standardabweichung einer Zahlenreihe. Dabei sind ausreichende Möglichkeiten vorhanden, um falsche Eingaben zu korrigieren und Ergebnisse für weitere Berechnungen zu verwenden. Darüber hinaus wird die Anzahl der Eingaben und die Summe der Quadrate – sowie die Summe der Eingaben berechnet.

Die Taste  dient zur Summierung von Zahlen bei der Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen. Da für die Berechnungen mit  die Register R₅ bis R₈ intern benötigt werden, müssen diese Speicher vorher mit  gelöscht werden.

Die Daten werden wie folgt eingegeben und abgerufen:

-  drücken – Löschen der Summierungsregister (R₅ bis R₈).
- Nach Eingabe eines Wertes jedesmal  drücken. Wurde ein falscher Wert eingegeben, aber noch nicht  gedrückt:  drücken. Wenn  schon gedrückt ist: falschen Wert nochmals eingeben,  drücken, richtigen Wert eingeben und schließlich  drücken. Nach  erscheint jeweils die Anzahl der Eingaben.
-  drücken – Abfragen des Mittelwertes.
-  drücken – Abfragen der Standardabweichung.
- Sollen noch mehr Werte eingegeben werden, um z.B. den Stichprobenumfang zu erweitern, so wird wieder nach jeder Eingabe  gedrückt. Die Schritte 6 bis 10 (Reihenfolge beliebig) liefern zusätzliche Informationen:
-   drücken – Zeigt die Anzahl der Eingaben.
-   drücken – Ergibt die Summe der Quadrate der X-Eingaben.

-   drücken – Ergibt die Summe der X-Eingaben.
-   drücken – Ergibt die Summe der Y-Eingaben*.
-   drücken – Ergibt ebenfalls die Summe der X-Eingaben und, wenn anschließend  gedrückt wird, die Summe der Y-Eingaben.

* Eine Y-Eingabe ist der Wert, der sich bei Drücken der Taste  im Y-Register befindet; bei der Eingabe n₁  n₂  gilt somit:
n₁ = Y-Wert
n₂ = X-Wert

Aufgabe 1: In einer vor kurzem durchgeführten Erhebung sollte das Durchschnittsalter der zehn reichsten US-Bürger ermittelt werden. Dabei wurden folgende Altersangaben gemacht:

62, 84, 47, 58, 68, 60, 62, 59, 71, 73

Wie erhält man nun den Mittelwert und die Standardabweichung?

Lösung:

Drücken:	Anzeige:
 →	0.00
62  84  47  58  68 	
60  62  59  71  73 	10.00 Anzahl der Eingaben
 →	64.40 Mittelwert
 →	10.10 Standardabweichung

Nun werden zwei weitere Angaben angefügt. Wie hoch ist der neue Mittelwert und die Standardabweichung?

Drücken:	Anzeige:
87  49 	12.00 Anzahl der Eingaben
 →	65.00 neuer Mittelwert
 →	12.29 neue Standardabweichung

Aufgabe 2: Eingabekorrektur beim zweiten Wert in der Datenreihe.

Lösung:

Drücken:	Anzeige:
→	0.00
62 44 44 84	
47 58 68 60 62	
59 71 73 →	10.00 Anzahl der Eingaben
→	64.40 Mittelwert
→	10.10 Standardabweichung

Aufgabe 3: Wie erhält man die Summe der Eingaben, die Summe der Quadrate, die Anzahl der Eingaben sowie den Mittelwert und die Standardabweichung?

Lösung:

Drücken:	Anzeige:
→	0.00
62 84 47 58 68	
60 62 59 71 73	10.00 Anzahl der Eingaben
→	64.40 Mittelwert
→	10.10 Standardabweichung
7 →	644.00 Summe der Eingaben (X)
6 →	42392.00 Summe der Quadrate (X-Eingaben)
5 →	10.00 Anzahl der Eingaben

Aufgabe 4: Angenommen, alle Personen über 65 im obigen Beispiel sind weiblich. Wie hoch ist das Durchschnittsalter, die Standardabweichung, die Summe der Altersangaben und die Anzahl der weiblichen Personen? Bei weiblichen Personen wird vor der Altersangabe die Zahl 1, bei Männern 0 eingegeben.

Lösung:

Drücken:	Anzeige:
→	0.00
0 62 1 84	
0 47 0 58	
1 68 0 60	
0 62 0 59	
1 71 1 73	10.00 Anzahl der Eingaben
→	64.40 Mittelwert
→	10.10 Standardabweichung
→	644.00 Summe der Altersangaben
→	4.00 Anzahl der weiblichen Personen

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Der HP-45 berechnet folgende trigonometrische Funktionen:

- SIN** (Sinus)
- SIN⁻¹** (Arcussinus)
- COS** (Kosinus)
- COS⁻¹** (Arcuskosinus)
- TAN** (Tangens)
- TAN⁻¹** (Arcustangens)

Für die trigonometrischen Funktionen sin, cos und tan ist nur die entsprechende Taste zu drücken. Für die Umkehrfunktion ist jeweils zuvor noch die Umschalttaste  zu drücken. Beispiel: Arcussinus **SIN⁻¹** von 0,866.

Drücken: .866  **SIN⁻¹** **Anzeige:** 60.00 Grad

Bei trigonometrischen Aufgaben wird das Speicherregister 9 intern belegt; der dort zuvor gespeicherte Wert wird bei einer trigonometrischen Funktion «überschrieben».

WINKELMASSE

Trigonometrische Funktionen können in jedem der drei folgenden Winkelmaße gerechnet werden: Altgrad, Neugrad und Bogenmaß.

Hierbei ist zu beachten, daß die Winkelfunktionen – unabhängig vom eingestellten Winkelmaß – zunächst in Dezimalschreibweise angezeigt werden. Um ein anderes Winkelmaß einzustellen, wird  und dann die entsprechende Taste gedrückt:

DEG oder **RAD** oder **GRD**

Die jeweilige Betriebsart bleibt wirksam, bis eine andere Betriebsart eingestellt oder das Gerät ausgeschaltet wird. Beim Einschalten ist automatisch Altgrad (dez.) eingestellt.

Aufgabe 1: Gesucht ist $\cos 35^\circ$.

Lösung:

Drücken: 35 **COS** **Anzeige:** 0.82

Aufgabe 2: Gesucht ist $\tan 6$ rad.

Lösung:

Drücken:  **RAD** 6 **TAN** **Anzeige:** -0.29

Aufgabe 3: Gesucht ist $\arcsin 0,5^g$ (Neugrad).

Lösung:

Drücken:  **GRD** .5  **SIN⁻¹** **Anzeige:** 33.33

UMWANDLUNG IN GRAD – MINUTEN – SEKUNDEN

Mit den Tasten  **D.MS.** lassen sich die angezeigten Werte von Dezimalschreibweise in Grad – Minuten – Sekunden umwandeln. Umgekehrt werden Winkelangaben in Grad – Minuten – Sekunden über die Tasten  **D.MS.** in Dezimalschreibweise umgewandelt.

Diese Möglichkeit ist auch beim Rechnen mit Zeiteinheiten (Stunden – Minuten – Sekunden) besonders vorteilhaft.

Bei der Umwandlung mit  **D.MS.** wird sowohl intern als auch in der Anzeige zur nächsten Sekunde gerundet. Die Umwandlung von Winkeln $\geq 10^5$ Grad gilt als unerlaubte Operation.

Aufgabe 1: Ein Landvermesser will die beiden Winkel $10^\circ 8' 56''$ und $2^\circ 17' 42''$ addieren. Die Winkel werden zuerst in Dezimalangaben umgewandelt und nach der Addition wieder in Grad – Minuten – Sekunden umgewandelt.

Lösung:

Drücken:
 [DEG] 10.0856 [D.MS] → 10.15 } Dezimal-
 2.1742 [D.MS] → 2.30 } schreibweise
 + → 12.44
 [D.MS] → 12.2638 12° 26' 38"

Aufgabe 2: Gesucht ist $\arcsin 0,55^\circ$, anzugeben in Grad – Minuten – Sekunden.

Lösung:

Drücken:
 [DEG] .55 [SIN] → 33.37 Dezimalschreibweise
 [D.MS] → 33.2201 33° 22' 01"

Aufgabe 3: Gesucht ist $\arcsin 0,55^\circ$ im Bogenmaß, anzugeben in Grad – Minuten – Sekunden. (Vgl. Ergebnis des vorherigen Beispiels.)

Lösung:

Drücken:
 [RAD] .55 [SIN] → 0.58 rad
 [D.MS] → 33.2201 33° 22' 01"

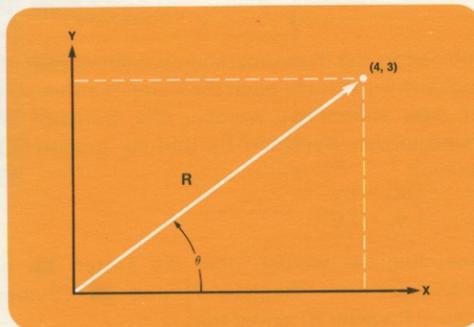
KOORDINATENUMWANDLUNG

Für die Umwandlung rechtwinkliger Koordinaten in Polarkoordinaten und umgekehrt stehen zwei Tastenfunktionen zur Verfügung. Sollen die Werte im X- und Y-Register (x- und y-Koordinate) in den Radiusvektor r und den Polarwinkel θ umgewandelt werden, so wird $\rightarrow P$ gedrückt.

Zur Umwandlung der Registerinhalte von X und Y (Polarkoordinaten) in rechtwinkliger Koordinaten (x und y) dienen die Tasten $\rightarrow R$.

Da der Rechner bei der Koordinatenumwandlung trigonometrische Funktionen verwendet, ist hier der Konstantenspeicher 9 intern belegt. Der hier zuvor gespeicherte Wert wird bei Koordinatenumwandlung «überschrieben».

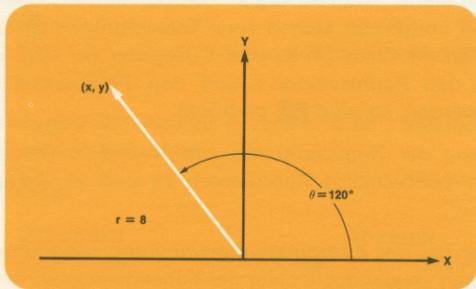
Aufgabe 1: Die Koordinatenwerte 4, 3 (x, y) sind in Polarkoordinaten umzuwandeln, wobei der Winkel in Altgrad anzugeben ist.



Lösung:

Drücken:
 [DEG] 3 [ENTER] 4 [P] → 5.00 Radiusvektor
 [x↔y] → 36.87 Polarwinkel

Aufgabe 2: Umwandlung von Polarkoordinaten $(8, 120^\circ)$ in rechtwinklige Koordinaten:



Lösung:

Drücken:

DEG 120 ENTER 8 R \rightarrow
 xy \rightarrow

Anzeige:

-4.00 x-Koordinate
 6.93 y-Koordinate

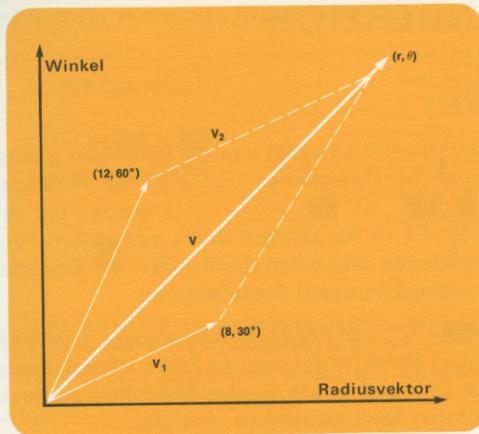
Durch die Kombination der Koordinatenumwandlung mit der Summierungsfunktion $\Sigma+$ können auch die Komponenten eines Vektors addiert oder subtrahiert werden. Die Summen der Komponenten sind in den Registern R_7 und R_8 gespeichert:

$$r_7 = x_1 \pm x_2 \pm \dots \pm x_n = \Sigma x$$

$$r_8 = y_1 \pm y_2 \pm \dots \pm y_n = \Sigma y$$

Die Inhalte dieser Register werden über die Tasten RCL $\Sigma+$ (Summe der x-Koordinaten – Register 7) und xy (Summe der y-Koordinaten – Register 8) angezeigt.

Aufgabe 3: Wie lautet die Summe der Vektoren V_1, V_2 mit den Polarkoordinaten $8, 30^\circ$ und $12, 60^\circ$? Die Summe V ist ebenfalls in Polarkoordinaten (r, θ) anzugeben.



Lösung:

Drücken:

CLEAR \rightarrow
 60 ENTER 12 R \rightarrow
 $\Sigma+$ \rightarrow
 30 ENTER 8 R \rightarrow
 $\Sigma+$ \rightarrow
 RCL $\Sigma+$ \rightarrow
 P \rightarrow
 xy \rightarrow

Anzeige:

0.00
 6.00
 1.00
 6.93
 2.00
 12.93
 19.35 Radiusvektor r
 48.07 $^\circ$ Polarwinkel θ

RECHENBEREICH

GENAUIGKEIT

Die Genauigkeit des HP-45 hängt von der jeweiligen Rechenart ab. Arithmetische Operationen und einfache Funktionen (+, -, ×, ÷, 1/x, √x, x², {D.MS}) werden mit einer Genauigkeit von ±1 in der zehnten Stelle ausgeführt. Fehler bei diesen Operationen sind durch das Runden der Ergebnisse zur zehnten (niedrigstwertigen) Stelle bedingt.

Bei Prozent- (% , Δ%) und Fakultätsrechnungen (n!) beträgt die Genauigkeit ±1 Einheit in der neunten Stelle. Winkelangaben werden bei der Umwandlung in Grad – Minuten – Sekunden ({D.MS}) zur nächsten Sekundeneinheit gerundet.

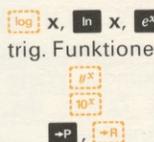
Ein Rundungsfehler tritt z.B. bei der Berechnung von $(\sqrt{5})^2$ auf. Das Runden des Wertes von $\sqrt{5}$ auf 10 Stellen ergibt 2,230067977. Das Quadrat dieser Zahl ergibt einen 19stelligen Wert, nämlich 4,999999997764872529. Auf zehn Stellen gerundet lautet diese Zahl 4,9999999981.

Das Quadrat des nächsthöheren Näherungswertes (2,236067978) ergibt 5,000000002237008484. Durch Runden dieser Zahl auf 10 Stellen erhält man 5,000000002.

Es gibt keine 10stellige Zahl, deren Quadrat 5,000000000 ergibt.

Die Genauigkeit der übrigen Rechenoperationen läßt sich im Verhältnis zum Ausgangswert definieren. Wird z.B. der natürliche Logarithmus von 5 berechnet, gibt der Rechner den Wert 1,609437912 aus. Dieser Wert ist in Wirklichkeit der natürliche Logarithmus einer Zahl zwischen 4,99999998 und 5,000000002. Das Ergebnis wurde also mit einer Genauigkeit von ± (N=2 bei LN, siehe untenstehende Tabelle) in der zehnten Stelle der Ausgangszahl berechnet. Die folgende Aufstellung zeigt die Genauigkeit für die einzelnen Rechenoperationen; sie wird in ± N Einheiten der zehnten Stelle der Ausgangszahl angegeben.

Die Werte für N sind wie folgt:

Rechnungsart	N-Wert
log x, ln x, e ^x trig. Funktionen	2* 3** 4 für y, 7 für x 7 für x 4
	

* Bei Logarithmen tritt eine zusätzliche Ungenauigkeit von ±3 Einheiten in der zehnten Stelle des angezeigten Wertes auf.

** Trigonometrische Operationen weisen eine zusätzliche Ungenauigkeit von $\pm 1 \times 10^{-9}$ des angezeigten Wertes auf.

ANZEIGEBEREICH

Um eine möglichst hohe Genauigkeit zu erzielen, rechnet der HP-45 immer mit einer 10stelligen Zahl und einer Zehnerpotenz. Bei dieser Darstellung – der sog. *Gleitkommarechnung* – wird z.B. 23712,45 wie folgt ausgedrückt: $2,371245 \times 10^4$.

Zahlen, die für das Anzeigeformat zu groß sind, zeigt der HP-45 automatisch in Gleitkommadarstellung an. Wird z.B. die Zahl 100 eingegeben und **FIX** 8 gedrückt, schaltet der Rechner auf Gleitkomma um, da das Anzeigeformat in diesem Fall für 8 Stellen nach dem Komma nicht ausreicht.

Drücken:

FIX 8

Anzeige:

1.00000000 02

Zahlen, die kleiner sind als 1 und im eingestellten Format nicht dargestellt werden können, werden mit Null angezeigt. So wird z.B. die Zahl 0,000396 bei Format **FIX** 3 wie folgt angezeigt:

Drücken:

Anzeige:

FIX 3
 .000369 **ENTER** → 0.000
SCI 3 → 3.690 -04
FIX 6 → 0.000396

Bei der Formateinstellung mit **SCI** wird die Zahl auf die gewählte Stellenzahl nach dem Komma gerundet. Werte $\geq 10^{99}$ werden mit 9,99999999 99 angezeigt. Zahlen, die kleiner sind als 10^{-99} erscheinen als Null in der Anzeige.

UNERLAUBTE RECHENOPERATIONEN

Unerlaubte Operationen, wie z.B. Division durch Null, bewirken ein Blinken der Anzeige. Vor dem Weiterrechnen ist **CLX** zu drücken.

Es kann auch eine andere Taste gedrückt werden, wenn dies nicht einen neuen Fehler beinhaltet.

Beispiele unerlaubter Operationen:

- ÷** wenn $x = 0$
- y^x** wenn $y \leq 0$
- \sqrt{x}** wenn $x < 0$
- $1/x$** wenn $x = 0$
- nl** wenn $x < 0$ oder nicht ganzzahlig
- ↔s** wenn Anzahl der Eingaben < 2
- D.MS** wenn Winkel $\geq 100.000^\circ$ ($\geq 10^5$)
- D.MS↔** wenn Winkel $\geq 100.000^\circ$ ($\geq 10^5$)
- log** wenn $x \leq 0$
- ln** wenn $x \leq 0$
- SIN⁺** wenn $x > 1$
- COS⁺** wenn $x > 1$

ANHANG A

ALGORITHMUS UND FLUSSDIAGRAMM ZUR FUNKTIONSWEISE DER ARBEITSREGISTER

Anhand des Flußdiagramms in Abb. 3 läßt sich mit dem HP-45 jeder mathematische Ausdruck lösen. Theoretisch wäre zwar ein Arbeitsspeicher von unbegrenzter Kapazität erforderlich, in der Praxis erweisen sich die vier Arbeitsregister des HP-45 als völlig ausreichend. Um den Algorithmus verwenden zu können, muß der Ausdruck in serieller Form geschrieben werden. Beispiel:

$$\frac{2}{3 + (1/2)} \text{ wird dann wie folgt geschrieben: } 2/[3+(1/2)].$$

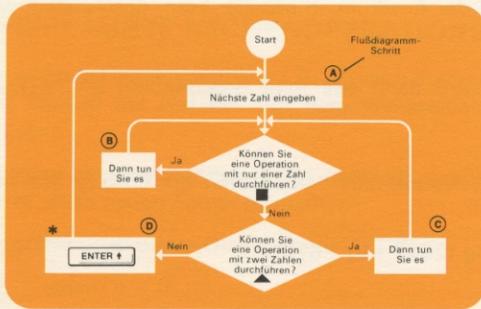
Der folgende Algorithmus demonstriert die Lösung des Ausdrucks:

$$(3 + 4) [\log(25\sqrt{7+9}) + 6]:$$

Drücken	Anzeige	Flußdiagramm-Schritt
3	3.	A
ENTER	3.00	D
4	4.	A
+	7.00	C
ENTER	7.00	D
25	25.	A
ENTER	25.00	D
7	7.	A
ENTER	7.00	D
9	9.	A
+	16.00	C
\sqrt{x}	4.00	B
×	100.00	C

Drücken	Anzeige	Flußdiagramm-Schritt
	2.00	B
ENTER *	2.00	D
6	6.	A
+	8.00	C
x	56.00	C

* Kann ausgelassen werden, da diese Operation automatisch erfolgt.



■ Operationen mit nur einer Zahl sind: , **ln** usw.

▲ Operationen mit zwei Zahlen sind: **+** , **-** , **x** , **÷** .

Abbildung 3 – Flußdiagramm: Funktionsweise des Arbeitsspeichers

Hinweis: der Ausdruck im obigen Beispiel läßt sich auch wie folgt darstellen: $(\log [\sqrt[3]{(7+9)} \times 0,25] + 6) \times (3+4)$. Die Lösung mit Hilfe des Algorithmus kann auch mit weniger Schritten erfolgen:

(7 **ENTER** 9 **+** 25 **x** 6 **+** 3 **ENTER** 4 **+** **x**).

ANHANG B

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

UMGEBUNGSTEMPERATUR

Betrieb:	0° bis 50° C
Laden:	10° bis 40° C
Lagerung:	-40° bis 55° C

BATTERIEBETRIEB

Die Batterie erlaubt 3 bis 5 Stunden ununterbrochenen Betrieb. Wenn Sie das Gerät stets nach Gebrauch abschalten, reicht die Ladung für einen vollen Arbeitstag.

Alle Kommastellen leuchten auf, wenn nur noch 2 bis 5 Minuten Rechenzeit verbleiben. Doch auch in diesem Fall kann die korrekte Kommastelle noch erkannt werden, da diesem Komma eine ganze Stelle zugeordnet ist.

Beispiel:



Betrieb des Rechners über 2 bis 5 Minuten nach Aufleuchten der Kommastellen hinaus kann zu falschen Ergebnissen führen. Die Batterien müssen durch Anschluß an das Ladegerät neu geladen werden.

AUFLADEN UND NETZBETRIEB

Der HP-45 soll vor Anschluß an das Ladegerät abgeschaltet werden. Nach Einstecken des Ladegerätes in die Steckdose kann er wieder in Betrieb genommen werden.

Der Rechner kann auch während des Ladens benutzt werden. Er kann auch ständig am Netz betrieben werden. Die Gefahr des Überladens besteht nicht.

Eine Ladung, bei vollkommen leeren Batterien, ist nach 14 Stunden beendet. Kürzere Ladezeiten erlauben entsprechend kürzeren Batteriebetrieb. Wir empfehlen die Ladung über Nacht.

VORSICHT

Achten Sie auf die richtige Stellung des Spannungswahlschalters am Ladegerät. Sie könnten den HP-45 beschädigen.

1. Betriebsschalter auf OFF stellen.
2. Ladekabel in den Anschluß auf der Rückseite des HP-45 stecken und Ladegerät an das Netz anschließen.
3. Rechner einschalten und kontrollieren, ob 0.00 angezeigt wird.
4. HP-45 ausschalten, wenn er während des Ladens nicht gebraucht wird.
5. Nach der Ladung kann HP-45 weiter vom Netz betrieben werden.
6. Bevor das Ladegerät vom Netz getrennt wird, Betriebsschalter auf OFF stellen.

Wenn der Rechner nach dem Aufladen immer nur kurz beansprucht und dann wieder neu geladen wird, so kann dies zu einer verkürzten Betriebsdauer der Batterie führen. Sollte dies einmal der Fall sein, so wird das Gerät über 5 Stunden lang eingeschaltet, um die Batterie vollständig zu entladen. Danach wird die Batterie über 14 Stunden neu geladen. Damit kann dieser Effekt, der bei Nickel-Kadmium-Batterien auftreten kann, behoben werden.

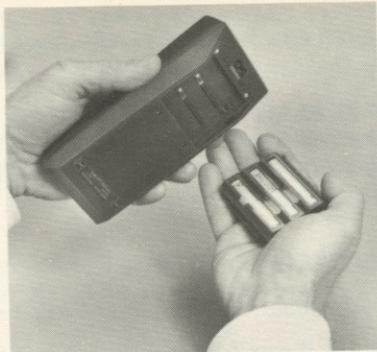
Sollten die Batterien keine Ladung annehmen, könnten sie defekt sein. Innerhalb der Garantiezeit können Sie die Batterien an Hewlett-Packard zurückschicken (siehe Garantie, Anhang E).

Falls die Garantie schon abgelaufen ist, lassen Sie sich neue Batterien schicken (bitte beiliegende Bestellkarte verwenden!).
Bis zum Eintreffen der Ersatzbatterien können Sie Ihren HP-45 vom Netz betreiben!

BATTERIEAUSTAUSCH

1. Gerät ausschalten und Ladekabel abnehmen.
2. Die Riegel (die oberen beiden Füße) nach innen schieben.

3. Rechner umdrehen und Batterie herausfallen lassen.



4. Kontrollieren, ob Batteriekontakte noch mechanische Spannung haben. Wenn nicht, dann etwas herausziehen. Batterie nochmals überprüfen.



5. Batterie mit den vergoldeten Kontakten nach innen einsetzen.



6. Batteriedeckel unter den unteren Rand des Gehäuses schieben.



7. Deckel vorsichtig schließen und die Riegel nach außen schieben.



HINWEIS

Wenn Sie Ihren HP-45 fast ausschließlich mit Batterie betreiben, dann ist sicher der Batteriehalter und Lader, Modell 82004A, für Sie von Vorteil.

WARNUNG

Alte Batterien nicht ins Feuer werfen, sie können explodieren!

ANHANG C

ZUBEHÖR

Ihr HP-45 wird mit folgendem Zubehör geliefert:
(Für Nachbestellungen verwenden Sie bitte die Bestellkarte in der Rückentasche dieser Anleitung.)

Standard	Modell/Teile-Nr.
HP-45 Kurzanleitung	00045-91313
Batteriesatz	82001A
Ladegerät	82002A
Reisekassette	82014A
Weichleder-Tasche	82012A
HP-45 Bedienungs-Handbuch	00045-90313
4 Namensaufkleber	7120-2946
<hr/>	
Auf Wunsch	
Batteriehalter mit Ersatzbatterie	82004A
Schutzkasten	82007A
Hartleder-Reisebox	82006A

ANHANG D

FORMELN UND GLEICHUNGEN

Die folgende Tabelle zeigt den Informationsfluß und die verwendeten Formeln bei den einzelnen Rechengvorgängen, soweit sie nicht aus den Beispielen hervorgehen.

Funktion	Formel
	$\frac{x \cdot y}{100} \rightarrow X; y \rightarrow Y$
	$100 \cdot \frac{x-y}{y} \rightarrow X; y \rightarrow Y$
	$\sqrt{x^2 + y^2} \rightarrow X$
	$\tan^{-1} \frac{y}{x} \rightarrow Y$
	$x \cos y \rightarrow X$
	$x \sin y \rightarrow Y$
	$r_5 + 1 \rightarrow R_5 \rightarrow X$
	$r_6 + x^2 \rightarrow R_6$
	$r_7 + x \rightarrow R_7$
	$r_8 + y \rightarrow R_8$
	$r_5 - 1 \rightarrow R_5 \rightarrow X$
	$r_6 - x^2 \rightarrow R_6$
	$r_7 - x \rightarrow R_7$
	$r_8 - y \rightarrow R_8$
	$\frac{r_7}{r_5} \rightarrow X$
	$\sqrt{\frac{1}{r_5 - 1} \left[r_6 - \frac{r_7^2}{r_5} \right]} \rightarrow Y$

WARTUNG

GERINGE BATTERIELEISTUNG

Wenn alle Kommanstellen aufleuchten, sind nur noch 2 bis 5 Minuten Betriebsdauer möglich. Der Rechner muß dann entweder:

- vom Netz betrieben werden,
- oder die Batterie muß geladen werden,
- oder es wird eine frisch geladene Batterie eingesetzt.

KEINE ANZEIGE

Wenn die Anzeige ausfällt, ist der Rechner kurz auszuschalten. Falls beim Wiedereinschalten in der Anzeige nicht 0.00 erscheint, ist zu prüfen ob:

1. beim Laden der Batterie das Ladegerät richtig an das Netz angeschlossen ist,
2. die Batterien Kontakt haben und geladen sind.
3. Falls immer noch keine Anzeige erscheint, wird der HP-45 vom Netz betrieben.
4. Ist auch Schritt 3 ohne Erfolg, so ist der HP-45 defekt (siehe Garantie).

GARANTIE

IN DER GARANTIEZEIT

Die Garantie des HP-45 umfaßt Material- und Verarbeitungsfehler für die Zeitdauer von einem Jahr. Innerhalb dieser Zeit werden defekte Teile ersetzt, vorausgesetzt, der Rechner wird an HP zurückgeschickt (siehe *Versandanweisung*). Wir haften nicht für Folgeschäden.

AUSSERHALB DER GARANTIEZEIT

Nach Ablauf der Garantiezeit reparieren wir Ihren HP-45, wenn er uns entsprechend der Versandanweisung zugeschickt wird, zu einem angemessenen Preis. Sollten nur die Batterien defekt sein, dann verwenden Sie die beiliegende Zubehör-Bestellkarte (in der Rückentasche dieser Anleitung).

VERSANDANWEISUNG

Bei fehlerhaftem Arbeiten des Rechners oder Ladegerätes schicken Sie uns:

1. den Rechner mit Zubehör in der Reisekassette,
2. eine komplett ausgefüllte Service-Karte.

Ist nur die Batterie defekt, dann schicken Sie uns:

1. nur die Batterie,
2. eine komplett ausgefüllte Service-Karte (in der Rückentasche dieser Anleitung).

Schicken Sie die Teile gut verpackt an Ihr nächstgelegenes HP-Büro:

Für Deutschland:
6000 Frankfurt 56
Berner Straße 117
Tel.: 0611/5004-1

Für die Schweiz:
8952 Schlieren
Zürcherstraße 20
Tel.: 01/98 18 21/24

Für Österreich,
für sozialistische Staaten und UdSSR:
1205 Wien/Österreich
Handelskai 52/53
Tel.: 0222/336606

SACHREGISTER

Abrufen der Speicherinhalte, Seite **31**
Abrufrechnung **32**
Addition **12**
Algorithmus (Funktionsweise des Arbeitsspeichers) **52**
Allgemeine Beschreibung **53**
Anzeige **10, 14**
Anzeige, Blinken der **50**
Anzeige, keine **60**
Anzeigeformat **14**
Anzeigeregister **24**
Arbeitsspeicher, Funktionsprinzip des **51**
Arbeitsspeicher, Gebrauch des **26**
Arcuscosinus **42**
Arcussinus **42**
Arcustangens **42**

Batterie, Aufladen der 53
Batterieaustausch **55**
Batteriebetrieb **53**
Batterieleistung, geringe **60**
Berechnungen mit einem Operanden **52**
Berechnungen mit zwei Operanden **52**
Betriebsschalter **11**
Bogenmaß **42**

Daten, Speichern von 31
Division **12**

Eingabekorrektur (s. a. Last X-Register) 13
Eingabekorrektur bei Summierung **39**
e, Rechnen mit **36**
Exponent, negativer **16**
Exponenteneingabe **15**
Exponentialfunktionen **17, 36**

Fakultät **20**
Fehleranzeige **50**
Fehlerkorrektur **13**
Festkommarechnung **14**
Flußdiagramm (Funktionsprinzip des Arbeitsspeichers) **52**
Formeln **49**

Garantie 60
Genauigkeit **48**
Gleichungen **49**
Gleitkommarechnung **14, 49**
Goldene Taste **11**
Grundrechenarten **12**

Kettenrechnung 28
Kettenrechnung, gemischte **28**
Kilogramm/Pound-Umrechnung **34, 35**
Kombinationen **21**
Kombinierte arithmetische Rechenvorgänge **27**
Kombinierte Funktionen, siehe Summierung **38**
Kommasetzung **14**
Konstanten, fest verdrahtete **19, 34, 36**
Konstantenspeicher **30**
Konstantenspeicher, frei belegbare **30**
Konstantenspeicher, nicht frei belegbare **30**
Konstantenspeicher, Gebrauch der **31, 32**
Konstantenspeicher, Löschen der **14, 30, 31**
Koordinatenumwandlung **45**
Kosinus **42, 43**
Kubikwurzel **18**

Letzter x-Operand 13
Liter/Gallonen-Umrechnung **34**
Logarithmus, dekadischer **36**
Logarithmus, natürlicher **36**
Löschen **14**
Löschen des Anzeigeregisters **14**

Löschen der Konstantenspeicher **30, 31**
Löschen des Last X-Registers **30**

Metrische Maßeinheiten 34
Mittelwert **38, 39**
Multiplikation **12**

Natürlicher Logarithmus 36
Negative Zahlen **15**
Neugrad **42, 43**
n-Fakultät **20**
Netzschalter **11, 66**

Permutationen 20
Pi (π), Rechnen mit **19**
Polarkoordinaten **45, 46**
Potenzieren **17**
Prozentrechnen **22**

Quadratwurzel 17
Quadrieren **17**

Rechenbereich 48
Rechnen mit Speicherinhalten **32**
Registerinhalte **24, 26, 31, 32**
Reihenrechnung **27**
Reziproker Wert **16**
Runden **14**
Rundungsfehler **48**

Service 60
Sinusfunktion **42**
Speicher, frei belegbare **30**
Speicher, intern belegte **30**
Speicher als Zähler **33**
Speicher für letzten x-Wert **13, 30**
Speichern von Daten **31**

Statistik 38
Standardabweichung **38, 39**
Störung **60**
Subtraktion **12**
Summierung **38**

Tangens 42
Tastenfeld **10, 11**
Tastenfunktionen **11, 66**
Trigonometrische Funktionen **42**

Überprüfen der Arbeitsregister 26
Umgebungstemperatur **53**
Umkehrfunktion des dekadischen Logarithmus **36**
Umkehrfunktion des natürlichen Logarithmus **36**
Umrechnung von Maßzahlen **34**
Umrechnung, Zentimeter/Zoll **34**
Umrechnung, Kilogramm/Pound **34**
Umrechnung, Liter/Gallonen **34**
Umwandlung in Grad – Minuten – Sekunden **43**
Umwandlung in Dezimalschreibweise **43, 44**
Unerlaubte Operationen **50**

Vektorrechnung 46, 47
Versandanweisung **61**
Vertauschen der Inhalte von X und Y **27**
Vorzeichenumkehrung **15**

Wartung 60
Weiterrücken der Speicherinhalte **24–26**

Zahleneingabe 12
Zahlen, negative **15**
Zubehör **58**

VERZEICHNIS DER TASTEN-FUNKTIONEN

Taste	Funktion	Seite
	Ein-/Ausschalten	11
	Potenzieren	17
	Reziproker Wert	16
	Dekadischer Logarithmus	36
	Natürlicher Logarithmus	36
	Umkehrfunktion des dekadischen Logarithmus	36
	Umkehrfunktion des natürlichen Logarithmus	36
	Gleitkommadarstellung	14, 49
	Festkommarechnung	14, 49
	Goldene Taste – Umschalten auf Zweitfunktion	11
	Quadratwurzel von x	17
	Quadriert x	17
	Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten	45
	Umwandlung in Polarkoordinaten	45
	arcsin	42
	sin	42
	arccos	42
	cos	42
	arctan	42
	tan	42
	n-Fakultät	20
	Vertauscht x und y	27, 38, 45
	Mittelwert und Standardabweichung	38
	Zeigt Inhalte der Arbeitsregister an	26
	Umwandlung in Grad – Minuten – Sekunden	43
	Speichert Werte in R _n (n = 1,2,...9)	31
	Umwandlung in Dezimalschreibweise	43,44
	Abrufen gespeicherter Werte aus R _n (n = 1,2,...9)	26, 31
	Prozentuale Differenz	23
	x Prozent von y	22

	Altgrad	42
	Rückt x nach Y	12, 26, 28, 39
	Bogenmaß	42
	Vorzeichenumkehrung	15
	Neugrad	42
	Exponenteneingabe	15
	Löschen: Arbeitsregister u. R ₅ –R ₈	14, 30, 31
	Löschen: Anzeigeregister	10, 12, 14
	Subtraktion	12
	Addition	12
	Multiplikation	12
	Division	12
	Zentimeter/Zoll-Umwandlung	34
	Kilogramm/Pound-Umwandlung	34
	Liter/Gallonen-Umwandlung	34
	Abrufen des letzten x-Operanden	30
	Konstante π (3,14...)	19
	Fehlerkorrektur bei Summierung	38, 46
	Summierung	38, 46



Für Deutschland:

6000 FRANKFURT 56
Berner Straße 117, Tel. (0611) 50 04-1

Für die Schweiz:

8952 SCHLIEREN, Zürcherstraße 20
Tel. (01) 98 18 21/24

Für Österreich,

für sozialistische Staaten und UdSSR:

1205 WIEN/ÖSTERREICH
Handelskai, 52/53, Tel. (0222) 33 66 09-09